การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

The Development of Creativity by Engineering Design Process in Creative Technology for Prathomsuksa 2 Students

สุกัญญา ตางาม[1]
อัญชลี ทองเอม[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลองนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 2) ศึกษาความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ 3) ศึกษาพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน 4) ศึกษาความพึงพอใจในการเรียนวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 41 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 2) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบประเมินความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ 4) แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน 5) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยในภาพรวมคิดเป็นร้อยละ 90.70 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ผ่าน โดยผ่านเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 92.68 และมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.32 2) นักเรียนมีคะแนนความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผ่านเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 92.68 3) ภาพรวมของพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน จากการประเมินตนเองของนักเรียนและครูประเมินนักเรียนอยู่ในระดับดีกับดี 4) นักเรียนมีความพึงพอใจภาพรวมในการเรียนวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อยู่ในระดับมาก (Mean = 2.68, S.D. = 0.49)

คำสำคัญ : กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม, เทคโนโลยีสร้างสรรค์, ความคิดสร้างสรรค์

---

[1] นักศึกษาหลักสูตร ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
[2] ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโลกในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ตลอดจนความเคลื่อนไหวในวงการศึกษาในหลายประเทศที่ให้ความสำคัญกับ “การเรียนรู้สำหรับศตวรรษ ที่ 21” ทำให้ปัจจุบันคำว่า STEM เป็นชื่อย่อที่นิยมใช้ในวงการการศึกษา หลายประเทศต้องการปรับปรุงและดำเนินการจัดสะเต็มศึกษาในประเทศของตนเอง การจัดการเรียนรู้แบบ “สะเต็มศึกษา” จึงเป็นแนวทางที่จะช่วยยกระดับการศึกษาให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล มีศักยภาพในการแข่งขันและดำรงชีวิตสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) ให้ความสำคัญกับทรัพยากรมนุษย์ซึ่งเป็นปัจจัยขับเคลื่อนสำคัญในการยกระดับการพัฒนาประเทศในทุกมิติไปสู่เป้าหมายการเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วที่ขับเคลื่อนโดยภูมิปัญญาและนวัตกรรม (ราชกิจจานุเบกษา, 2561 : 35 – 43) โดยจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ เช่น เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อเตรียมคนไทยสู่ Thailand 4.0 ตามวิสัยทัศน์ประเทศไทย 2580 “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง”

การปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์และทักษะครู การปรับเปลี่ยนหลักสูตรและรูปแบบการเรียนการสอน ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับในหลายประเทศและเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้อธิบายแนวคิดการปรับหลักสูตรพัฒนาทักษะของผู้เรียนให้ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 สร้างความรู้ความเข้าใจ และส่งเสริมทักษะขั้นพื้นฐานในการนำเทคโนโลยีไปสร้างนวัตกรรมอย่างสร้างสรรค์ ตอบสนองต่อโมเดลประเทศไทย 4.0 เตรียมเยาวชนให้เป็นพลเมืองที่มีความพร้อมในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล โดยมีเป้าหมายการจัดการเรียนรู้การออกแบบและเทคโนโลยี ดังนี้ 1) พัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว 2) ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 3)บูรณาการกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ 4) เลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

English, Lyn D. & King, Donna (2017) กล่าวว่าปัจจุบันมีการใช้คำย่อ STEM เป็นส่วนใหญ่ในการอ้างอิงถึงวิทยาศาสตร์โดยไม่เน้นสาขาที่เหลือ แต่จริง ๆ แล้วในทุกหลักสูตรมีการใช้หลักสะเต็มศึกษา โดยเฉพาะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการพื้นฐานที่เชื่อมโยงทุกสาขา ไม่จำกัดเฉพาะในด้านวิศวกรรม สอดคล้องกับ พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556) ที่กล่าวว่าประเทศไทยมีเพียงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ไม่พบว่ามีหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ปรากฏอย่างชัดเจนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557) ได้เสนอกระบวนการ

ออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการสอนโดยให้ผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน (NRC, 2012) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในบริบทของสะเต็มศึกษา ไม่ได้หมายถึงการเรียนรู้เนื้อหาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ แต่เป็นการอาศัยแนวทางในการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมเพื่อฝึกทักษะการคิด การแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และก่อให้เกิดนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศ (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ, 2559)

ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 สำหรับการศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ซึ่งเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และคิดผลิตภาพสอดคล้องกับไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2559) ได้เสนอปรัชญาการศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพประกอบด้วยคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดผลิตภาพ และคิดรับผิดชอบ ซึ่งเป็นทักษะที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เพื่อหลุดพ้นจากสภาวะบริโภคนิยม ซึ่งบรรยากาศในชั้นเรียนควรส่งเสริมให้มีการทำงานร่วมกัน ส่งเสริมให้มีความคิดสร้างสรรค์ เน้นกระบวนการและมีผลผลิต เน้นคุณภาพของชิ้นงาน และปลูกฝังจิตสำนึกในการตอบแทนสังคม โดยเทเลอร์ (Tayler, 1964) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของคนว่า ไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นสูงสุดหรือการค้นคว้าประดิษฐ์ของใหม่ แต่สามารถแบ่งผลผลิตสร้างสรรค์เป็นขั้นต่าง ๆ ตามระดับของการคิด

ดังนั้นจากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวเบื้องต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาแนวคิดการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นประโยชน์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนจิตรลดา เพื่อมุ่งหวังให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ การทำงานและเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นในการแก้ปัญหา รวมถึงการใช้เทคโนโลยีในการรวบรวมข้อมูล ประมวลผล การผลิตชิ้นงาน การนำเสนอข้อมูล ซึ่งเป็นการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์และมีความสุขในการเรียน อันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนขั้นสูงต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

2. เพื่อศึกษาความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการเรียนวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

2. นักเรียนมีคะแนนความสามารถการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

3. นักเรียนมีพฤติกรรมการทำงานโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อยู่ในระดับ ดี

4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อยู่ในระดับมาก

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 41 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ

การเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตัวแปรตาม

1. ความคิดสร้างสรรค์
2. ความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์
3. พฤติกรรมการทำงาน
4. ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหารายวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนจิตรลดา จำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รู้ทันเทคโนโลยี

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัลกอริทึมอย่างง่าย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง Walking Map

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ข่าวสั้นทันโลก

ระยะเวลาในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 16 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้

2. แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์

3. แบบประเมินความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

4. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน

5. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีดำเนินการวิจัยโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนจิตรลดา มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ขั้นเตรียม

1.1 ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอน รายละเอียดเกี่ยวกับการเรียนโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ให้กลุ่มตัวอย่างทราบ

2. ขั้นทดลอง การวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

2.1 ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 16 คาบเรียน โดยผู้สอนบันทึกแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานระหว่างเรียนและให้นักเรียนทำแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานของตนเองด้วย

2.2 ประเมินความสามารถการเรียนรู้และประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2.3 เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมทั้ง 4 หน่วยการเรียนรู้ นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3. ขั้นสรุป

3.1 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาประมวลผล และวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รวบรวมข้อมูลที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน แบบประเมินความสามารถการเรียนรู้ แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

2. วิเคราะห์ผลจากแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และแบบประเมินความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยวิเคราะห์ค่าร้อยละ (Percentage) เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80

3. วิเคราะห์ผลจากแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน โดยวิเคราะห์เฉลี่ย (Mean) เทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย 3 ระดับ คือ ดี ปานกลาง ปรับปรุง

4. วิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S. D.)

5. อภิปรายผล โดยใช้ตารางและการพรรณนา

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ของนักเรียนจำนวน 41 คน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมคิดเป็นร้อยละ 90.70 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ผ่าน โดยนักเรียนมีคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ผ่านเกณฑ์ จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 92.68 และมีนักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.32

ตอนที่ 2 การศึกษาความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 41 คน พบว่า นักเรียนมีความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยมีคะแนนรวมผ่านเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 92.68 และนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.31

ตอนที่ 3 การศึกษาพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่า ภาพรวมของนักเรียนประเมินตนเองและครูประเมินนักเรียนอยู่ในระดับ ดีกับดี

1) จากการประเมินตนเองของนักเรียนมีพฤติกรรมการทำงานอยู่ในระดับ ดี จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 92.68 และมีนักเรียนที่มีพฤติกรรมการทำงานอยู่ในระดับ ปานกลาง จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.32

2) จากการประเมินของครู นักเรียนมีพฤติกรรมการทำงานอยู่ในระดับ ดี จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 95.12 และมีนักเรียนที่มีพฤติกรรมการทำงานอยู่ในระดับ ปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 4.88

ตอนที่ 4 ความพึงพอใจในการเรียนวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ภาพรวมของความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก (Mean = 2.68, S.D. = 0.49) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน เรียงตามลำดับค่าเฉลี่ยพบว่า ด้านเนื้อหา อยู่ในระดับ มาก (Mean = 2.73, S.D. = 0.44) รองลงมาคือ ด้านครูผู้สอน อยู่ในระดับ มาก (Mean = 2.70, S.D. = 0.48) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับ มาก (Mean = 2.68, S.D. = 0.48) และด้านประโยชน์ที่ได้รับ อยู่ในระดับ มาก (Mean = 2.63, S.D. = 0.53)

อภิปรายผล

ตอนที่ 1 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ของนักเรียนจำนวน 41 คน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมคิดเป็นร้อยละ 90.70 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ผ่าน โดยนักเรียนมีคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ผ่านเกณฑ์ จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 92.68 และมีนักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.32 การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทำให้นักเรียนมีผลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ผ่านเกณฑ์เป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากนักเรียนมีการเรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทั้ง 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นกำหนดสถานการณ์ ขั้นเรียนรู้ ขั้นออกแบบ ขั้นสร้างสรรค์ ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ และขั้นแสดงผลงาน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ผ่านการลงมือปฏิบัติจึงทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดทักษะในการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักการวางแผน คิดค้นหาแนวทางที่หลากหลาย รวมถึงตรวจสอบปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงให้เกิดชิ้นงานหรือแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ คะแนนที่นักเรียนทำได้ผลดีคือด้านความคิดยืดหยุ่น เพราะนักเรียนสามารถจัดกลุ่ม ลักษณะของสิ่งต่าง ๆ รวมถึงสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายตามที่กำหนดในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดี เช่น เมื่อกำหนดหัวข้อในการศึกษา นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานได้หลายรูปแบบตามสถานการณ์ ส่วนด้านความคิดละเอียดลออ นักเรียนมีผลคะแนนน้อยที่สุด เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ยังแสดงรายละเอียดในชิ้นงานหรืออธิบายลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจน ซึ่งต้องอาศัยความรอบคอบในการทำงานและการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เช่น การแก้ปัญหาด้วย Block Programming เป็นต้น

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2559) มีความเห็นสนับสนุนความเห็นข้างต้น โดยกล่าวว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นการอาศัยแนวทางในการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมเพื่อฝึกทักษะการคิด การแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และก่อให้เกิดนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของภัสสร ติดมา, มลิวรรณ นาคขุนทด และสิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) ศึกษาวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education มีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนเพิ่มสูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อโนดาษ์ รัชเวทย์, ฐิชินีปกรณ์ สมแก้วและปภาวี อุปธิ (2560) ได้

ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเรื่องการแยกสารของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยประเมินพฤติกรรมออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้ การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสารและการมีส่วนร่วม และด้านความคิด สร้างสรรค์และนวัตกรรม มีค่าเท่ากับ 3.62 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

ตอนที่ 2 การศึกษาความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 41 คน พบว่า

1) นักเรียนมีคะแนนความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ในรูปแบบงานกลุ่มผ่านเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 จำนวน 9 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 90 และนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ในรูปแบบงานกลุ่ม ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 จำนวน 1 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 10 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนชอบทำงานกลุ่ม ทำให้มีพัฒนาการในการเรียนรู้ดีขึ้น เนื่องจากครั้งแรกนักเรียนยังไม่เกิดการเรียนรู้ในกระบวนการกลุ่ม ซึ่งยังขาดความสามัคคี แย่งกันทำงาน และไม่ค่อยมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ในครั้งที่สองนักเรียนได้ร่วมกันทำงานโดยใช้กระบวนการกลุ่มอีกครั้ง ซึ่งได้เรียนรู้ปัญหาและแก้ไขข้อบกพร่อง รวมถึงกิจกรรมการเรียนส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแบ่งหน้าที่กันทำงาน จึงทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่ดีขึ้น สอดคล้องกับเคิร์ท เลวิน (Kurt Lewin) ได้เสนอแนวคิดในทฤษฎีภาคสนาม กล่าวว่า การรวมกลุ่มจะเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มในด้านการกระทำ ความรู้สึก และความคิด สมาชิกกลุ่มจะมีการปรับตัวเข้าหากันและจะพยายามช่วยกันทำงานโดยอาศัยความสามารถของแต่ละบุคคลซึ่งจะทำให้การปฏิบัติงานลุล่วงไปได้ตามเป้าหมายของกลุ่ม

2) นักเรียนมีคะแนนความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ในรูปแบบงานรายบุคคล ผ่านเกณฑ์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 90.24 และนักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 9.75 จะเห็นได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในระดับผ่านเกณฑ์ เนื่องจากนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมในวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ ตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทั้ง 6 ขั้นตอน โดยนักเรียนมีคะแนนความสามารถการเรียนรู้ในรูปแบบงานรายบุคคลครั้งที่สองมากกว่าครั้งแรก แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความสามารถในการระบุประเด็นหรือความต้องการเรื่องที่ศึกษาได้ มีความสามารถในการค้นหาข้อมูลและเรียนรู้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ตนเองกำลังศึกษา รู้จักการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาและชิ้นงานของตนเอง จากนั้นลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานตามแนวทางที่ได้ออกแบบไว้ และมีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้แล้วทำการแก้ไขปรับปรุงเมื่อเกิดข้อผิดพลาด และสามารถแสดงผลงานของตนเองโดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ๆ ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของมนัส ชวดดา (2560) ได้เสนองานวิจัยเรื่อง การศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่องปริมาณออกซิเจนละลายใน

น้ำด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านสะเต็มศึกษา เกิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ผลการประเมินในภาพรวมทั้ง 5 ขั้นอยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้คอร์บีท คีททอลและคณะ (Corbett, Krystal.;/et al. 2013) ได้นำเสนอการจัดการเรียนการสอนโดย ใช้ STEM EDA (STEM Explore, Discover, Apply) ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือ นักเรียนในระดับ grade 6 (Explore), grade 7 (Discover), grade 8 (Apply) ซึ่งใช้เวลาในการเรียนแต่ละเรื่อง 3 สัปดาห์ ซึ่งผลจาการวิจัยการใช้ Engineering Design Process โดยใช้ STEM EDA ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ

3) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์และความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยร้อยละ 90.70 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ผ่าน และมีคะแนนความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเฉลี่ยร้อยละ 88.99 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ผ่าน จะเห็นได้ว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และความสามารถการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ในระดับใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์ตามหน่วยการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ถึงหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ดีขึ้นตามลำดับ เนื่องจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิด การทำงานอย่างเป็นขั้นตอน การออกแบบและสร้างสรรค์แลกเปลี่ยนเรียนรู้และหาแนวทางใหม่ๆ ที่หลากหลาย สอดคล้องกับงานวิจัยของมีนกาญจน์ แจ่มพงษ์และนพดล พรามณี (2560) ได้ศึกษาวิจัยการพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสตีมศึกษาโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานเรื่อง พลังงานรอบตัว กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยมีรูปแบบการเรียนรู้บูรณาการแบบการรวมระหว่างการผสมผสานเนื้อหาหลายวิชากับกิจกรรมการเรียนการสอน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านปฏิบัติงานนักเรียนได้ปฏิบัติการสร้างสรรค์ชิ้นงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น และความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังจากที่ได้เรียนโดยใช้แบบประเมินตามสภาพจริง (แบบวัดคะแนนแบบรูบริค Scoring Rubric) อยู่ในระดับดี นอกจากนี้ English, Lyn D. และ Donna King (2017) ได้ทำการศึกษาวิศวกรรมศึกษากับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน ซึ่งการทดลองของนักเรียนอยู่ภายใต้กรอบแนวคิดกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 5 ขั้นตอนที่ได้พัฒนาขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลและฐานข้อมูลเชิงทฤษฎี ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า เมื่อนักเรียนนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ซ้ำ โดยมีการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เห็นได้ว่านักเรียนมีการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหามาใช้ในการแก้ปัญหา และผลการวิจัยยังได้แสดงถึงการเรียนรู้ร่วมกันผ่านการสนทนาภายในกลุ่มและการแลกเปลี่ยนความรู้โดยการนำเสนอขั้นตอนผลงานและทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมากขึ้น

ตอนที่ 3 การศึกษาพฤติกรรมการทำงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่า ภาพโดยรวมของนักเรียนประเมินตนเองและครูประเมินนักเรียนอยู่ในระดับ ดีกับดี ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการประเมินจะเห็นได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีผลต่อการประเมินตนเองของนักเรียน เนื่องจากหลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอน ครูให้นักเรียนประเมินกิจกรรมหน่วยการเรียนรู้ที่ชอบที่สุด คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 Walking Map มากที่สุด จึงทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมการทำงานในเรื่องนี้ได้ดี

ตอนที่ 4 การศึกษาความพึงพอใจในการเรียนวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ภาพรวมของความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (Mean = 2.68 , S.D. = 0.49) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ด้านเนื้อหา อยู่ในระดับ มาก (Mean = 2.73 , S.D. = 0.44) ด้านครูผู้สอน อยู่ในระดับ มาก (Mean = 2.70 , S.D. = 0.48) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับ มาก (Mean = 2.68 , S.D. = 0.48) และด้านประโยชน์ที่ได้รับ อยู่ในระดับ มาก (Mean = 2.63 , S.D. = 0.53) สอดคล้องกับงานวิจัยของสุธารส อินสำราญ และศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2559) ได้ศึกษา การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องสะพานข้ามคลองบางบัว ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง สะพานข้ามคลองบางบัว เท่ากับ 24.70 (82.33%) และมีค่าเฉลี่ยคะแนนจากแบบประเมินผลกระบวนการสร้างสรรค์ชิ้นงานเมื่อเทียบกับเกณฑ์ เท่ากับ 7.97 คิดเป็นร้อยละ 79.70 นอกจากนี้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

ข้อค้นพบ

การเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ดีขึ้นตามลำดับ หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทั้ง 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นกำหนดสถานการณ์ ขั้นเรียนรู้ ขั้นออกแบบ ขั้นสร้างสรรค์ ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ และขั้นแสดงผลงาน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ผ่านการลงมือปฏิบัติจึงทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดทักษะในการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักการวางแผน คิดค้นหาแนวทางที่หลากหลาย รวมถึงตรวจสอบปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงให้เกิดชิ้นงานหรือแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ในระดับผ่านเกณฑ์ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิด การทำงานอย่างเป็นขั้นตอน การออกแบบและสร้างสรรค์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้และหาแนวทางใหม่ ๆ ที่หลากหลาย ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ ที่ต้องส่งเสริมนักเรียนเพิ่มเติมคือ ด้านความคิดละเอียดลออ ซึ่งนักเรียนมีผลคะแนนด้านนี้น้อยที่สุด เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ยังแสดงรายละเอียดในชิ้นงานหรืออธิบายลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจน เช่น การแก้ปัญหาด้วย Block Programming เป็นต้น ซึ่งต้องอาศัยความรอบคอบ การคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนหรือคิดแบบอัลกอริทึม ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาสู่การ

Coding หรือการเขียนโปรแกรมในระดับชั้นที่สูงขึ้น รวมถึงเป็นการฝึกให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ การคิดแบบวิจารณญาณซึ่งสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้วิชาอื่น ๆ ด้วย

การนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในวิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ในช่วงแรกนักเรียนยังค่อนข้างสับสน ปรับตัวเพื่อเข้าสู่ระบบยังไม่ได้ เนื่องจากเป็นเด็กเล็กและยังค่อนข้างทำตามใจตนเอง จึงทำให้การทำงานกลุ่มไม่ราบรื่นเท่าที่ควร แต่เมื่อนักเรียนได้ฝึกฝนโดยปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และสังเคราะห์ทั้ง 6 ขั้นตอน ทั้งในรูปแบบงานกลุ่มและงานเดี่ยว พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถการเรียนรู้ในรูปแบบงานรายบุคคลครั้งที่สองมากกว่าครั้งแรก และนักเรียนมีคะแนนความสามารถการเรียนรู้ในรูปแบบงานรายกลุ่มครั้งที่สองมากกว่าครั้งแรกเช่นเดียวกัน เนื่องจากครั้งแรกนักเรียนยังไม่เกิดการเรียนรู้ในกระบวนการกลุ่ม ยังขาดความร่วมมือ ต่างคนต่างแสดงออกตามความคิดของตนเอง และไม่ค่อยมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ในครั้งที่สองนักเรียนได้ร่วมกันทำงานโดยใช้กระบวนการกลุ่มอีกครั้ง ซึ่งได้เรียนรู้ปัญหาจากประสบการณ์และแก้ไขข้อบกพร่อง รวมถึงกิจกรรมการเรียนส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแบ่งหน้าที่กันทำงานมากขึ้น จึงทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่ดีขึ้น เมื่อเรียงคะแนนตามลำดับของกิจกรรมการเรียนรู้จะเห็นได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้ดีขึ้นเรื่อย ๆ แสดงให้เห็นว่า กระบวนการกลุ่มมีผลต่อการพัฒนาความสามารถการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย ซึ่งนักเรียนได้เรียนรู้ว่า งานบางอย่างหรือปัญหาบางประการ ต้องอาศัยความร่วมมือ ความสามัคคีในการบริหารจัดการ มีการปรับตัวเข้าหากันและพยายามช่วยกันทำงาน โดยอาศัยความสามารถของแต่ละบุคคลเพื่อให้งานสำเร็จลุล่วง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติ โดยใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีต่าง ๆ เป็นสื่อในการเรียนรู้ ผู้สอนควรเตรียมตัวและมีการวางแผนอย่างเป็นระบบ จัดระยะเวลาในการเรียนการสอนอย่างรอบคอบ สถานศึกษาควรจัดระบบอินเทอร์เน็ตและระบบรักษาความปลอดภัยของคอมพิวเตอร์ให้พร้อม

2. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ควรปฐมนิเทศนักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติได้ถูกต้องและเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ครูผู้สอนอาจปรับหรือยืดหยุ่นเวลาในแต่ละขั้นของกิจกรรมตามความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปใช้ในระดับชั้นที่สูงขึ้น หรือประยุกต์ใช้ในวิชาอื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ การงานอาชีพ เป็นต้น เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

นัสรินทร์ บือชา. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, 33 (2), 49-56.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2559). *ปรัชญาการศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพ.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ภัสสร ติดมา, มลิวรรณ นาคขุนทด และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารราชพฤกษ์*, 13(3), 71-76.

มนัส ชวดดา. (2560). *การศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำด้วยการจัดการเรียนรู้ผ่านสะเต็มศึกษา* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์และนพดล พรามณี. (2560). การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสตีมศึกษาโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัว. *วารสารวิชาการมหาวิทยาอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 7 (3), 81-92.

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580). (2561, 13 ตุลาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 135 ตอนที่ 82ก. หน้า 35 - 43.

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580). (2561, 13 ตุลาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 135 ตอนที่ 82 ก. หน้า 35 - 43.

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). *คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา*. สืบค้น 22 กันยายน 2561, จาก http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/03/newIntro-to-STEM.pdf

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2559). *สะเต็มศึกษา:นวัตกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. สืบค้น 22 กันยายน 2561, จาก www.stemedthailand.org

สุธารส อินสำราญ และ ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2560). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและกระบวนการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องสะพานข้ามคลองบางบัว.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้น 22 กันยายน 2561,
จาก https://kukr.lib.ku.ac.th/db/index.php?/BKN_EDU/search_detail/result/367070

อโนดาษ์ รัชเวทย์, ฐิชินีปกรณ์ สมแก้วและปภาวี อุปธิ. (2560). *การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง การแยกสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น, 11(3), 226-238.

ภาษาต่างประเทศ

Corbett, Krystal et al. (2013). *STEM Explore, Discover, Apply-Elective Courses that Use The Engineering Design Process to Foster Excitement for STEM in Middle School Students*. National Integrated Cyber Education Research Center. Retrieved November 25, 2018, from http://scholar.google.com

English, Lyn D. & King, Donna. (2017).Engineering education with fourth-grade students: Introducing Design-based problem solving. *International Journal of Engineering Education, 33*(1), pp. 346-360.

National Research Council, 2012. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concept, and Core Ideas.* Committee on New Science Education Standards, Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Science and Education. Washington, DC: National Academy Press.

Partnership for 21st Century Learning. (2007). *Framework for 21st Century Learning.* Retrieved October, 19 2018, from http://www.p21.org/our-work/p-21- framework.