ผลการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่อสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

Effects of using engineering design process and reflection on collaborative problem solving competency of upper secondary students

[1]วชิระ พิมพ์ปราโมทย์ และ[2]พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์

[1]Wachira Pimpramote and [2]Pornthep Chantraukrit

[1]นิสิตปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2]อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1]Master of Education Program in Science Education Chulalongkorn University

[2]Teacher of Education (Curriculum and Instruction) Program in Science Education Chulalongkorn University

[1]Corresponding Author. E-mail: wachira2408@gmail.com

Received June 4, 2024; Revised July 1, 2024; Accepted August 14, 2024

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของการแก้ปัญหาแบบรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียน และหลังเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิด 2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจากที่ได้เรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิด กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 39 คน โรงเรียนในสังกัดอัครสังฆมณฑลกรุงเทพฯ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิด เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง และแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้ง 3 สมรรถนะย่อย 2) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละจากการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบรวมพลังอยู่ในระดับสูง และมีค่าใกล้เคียงกันทุกสมรรถนะย่อย ดังนั้น ในการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิดจะส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังได้เนื่องจากนักเรียนได้ร่วมกันปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน มีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของตนเอง ร่วมกันสะท้อนคิดการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนเพื่อให้งานประสบผลสำเร็จและมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม; การสะท้อนคิด; สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง

Abstract

This study aimed: 1) to compare the collaborative problem-solving performance of grade 12 students before and after studying chemistry using the engineering design process combined with reflection activities, and 2) to examine the combined problem-solving behavior of grade 12 students after studying chemistry using the engineering design process combined with reflection activities. The sample consisted of grade 12 students in a science-mathematics program number of people: 39 people at schools under the Education Department of the Bangkok Archdiocese Office of the Private Education Commission. The students were selected through a specific selection method, and the instruments used for collecting data included lesson plans based on the engineering design process with post-study reflection activities along with a collaborative problem-solving competency test, observations of collaborative problem-solving behavior, student interviews regarding collaborative problem-solving, and student diaries. Data were analyzed using arithmetic mean and percentages and standard deviation. The research results were as follows: 1) Students had higher scores in their combined problem-solving competency after studying than before studying for every sub-competency; 2) from students' mean percentage score in their observed combined problem solving behavior, the staying power was high and had similar values for every sub-competency. so Using the engineering design process combined with reflection activities encourage collaborative problem-solving competencies because students work together in a systematic manner. They have their own roles and duties, and they reflect on each step of the work to make the work successful and efficient.

Keywords: Engineering Design Process; reflection; collaborative problem solving

บทนำ

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง (Collaborative Problem Solving) เป็นการแก้ปัญหาร่วมกันตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไป โดยนำผลประโยชน์ที่ต้องการเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการคิดเพื่อหาทางออกมากกว่าการประนีประนอมกับทุกฝ่าย ซึ่งการแก้ปัญหามีวิธีการและทางออกมากกว่าหนึ่งทางที่นำไปสู่ความสำเร็จ ซึ่งOECD (2017[a]) ได้กล่าวข้อมูลไว้ถือเป็นสมรรถนะที่สำคัญทำให้มนุษย์แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ต้องเผชิญได้ และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ นอกจากนี้ Care and Griffin (2015) ได้กล่าวถึงความสำคัญสำหรับการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง โดยชี้ให้เห็นถึงกรอบทักษะ 2 ด้าน ทั้งด้านสังคมและทั้งด้านปัญหา ซึ่งแต่ละบุคคลจะมีบทบาทในการแก้ปัญหาร่วมกัน กระบวนการเหล่านี้ไม่สามารถเกิดได้ตามธรรมชาติต้องอาศัยการพัฒนาด้วยการฝึกปฏิบัติ ลงมือกระทำด้วยตนเอง ฝึกเผชิญกับปัญหาเผชิญกับสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน และส่งเสริมให้มีการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น

การส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง ต้องมีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้คิด ลงมือทำ แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และรวมพลังกันในการแก้ปัญหา ซึ่งมีผู้วิจัยหลายท่านได้ทำการส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบรวมพลังในรูปแบบการสอนต่าง ๆ เช่น การเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน การเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐานของการใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้น

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายสามารถส่งผลให้เกิดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังได้ทั้งสิ้น การเรียนโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นการบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้ และใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดย National Research Council: NRC (2009) กล่าวว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นวิธีการแก้ปัญหาในการดำรงชีวิตจากสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี มีแนวทางและขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายรูปแบบ

จากสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังที่ OECD (2017[b]) กล่าวถึงองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง 3 ประการ ได้แก่ 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน 2. การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และ 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ซึ่งในการทำงานของกลุ่มจะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องมีการจัดการของกลุ่มที่ดี การทำงานเป็นทีมจึงมีความสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังที่กรกนก เลิศเดชาภัทร (2559) ได้เสนอข้อมูลที่ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นการปฏิบัติการทดลองหรือกิจกรรมต่าง ๆ นักเรียนต้องทำงานร่วมกันโดยมีการแบ่งบทบาทหน้าที่ในการทำงานอย่างชัดเจน มีความรับผิดชอบในภาระงานที่ได้รับมอบหมาย จึงจะทำให้การทำงานเป็นทีมเกิดประสิทธิภาพ

การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างและพัฒนาการเรียนรู้ของเยาวชน จะช่วยให้เยาวชนได้มีการฝึกทักษะในการคิดอย่างเป็นขั้นตอนซึ่งเป็นการต่อยอดความรู้ที่มีอยู่เดิมให้ขยายไปจนเกิดมุมมองใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหานั้นๆ ได้อย่างครอบคลุม (สุธิดา การีมี, 2560) เพราะเป็นการใช้ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานด้านวิศวกรรมมาบูรณาการเข้ากับการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนที่แตกต่างกันออกไป เช่น มีการระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูลหรือศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ การทดสอบหรือประเมินผลลัพธ์ และการนำเสนอผลงานหรือชิ้นงาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ซึ่งข้อเสนอในการทำวิจัยครั้งต่อไปของ จักรกฤต ภุชงค์ประเวศ (2563) ได้มีการเสนอว่าในการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถปฏิบัติงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ ร่วมกันแก้ปัญหาเป็นขั้นตอน และแก้ปัญหาให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ผู้เรียนต้องมีการวิเคราะห์ ไตร่ตรองการกระทำในการปฏิบัติงานหรือขณะที่มีการแก้ปัญหา มักจะพบในการเรียนรู้โดยมีการสะท้อนคิดของผู้เรียนซึ่ง Dewey (1933) ได้ให้ความหมายของ “Reflection” ไว้ว่าเป็นการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบเกี่ยวกับความเชื่อใด ๆ หรือความรู้บนพื้นฐานของสิ่งที่กำลังพิจารณาในขณะนั้น รวมถึงการพิจารณาข้อสรุปที่เป็นเป้าหมายของการคิดนั้น และ Boyd and Fales (1983) ให้ความหมายการสะท้อนคิดไว้ว่าเป็นกระบวนการตรวจสอบ สำรวจประเด็นปัญหา โดยใช้สถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นเพื่อให้แก้ปัญหาได้

อย่างสมเหตุสมผล ดังนั้น การสะท้อนคิด จึงหมายถึง การคิด พิจารณา ทบทวน ไตร่ตรอง สิ่งที่ได้ลงมือปฏิบัติอย่างพินิจพิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

การจัดการศึกษารายวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีการกำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในหลักสูตรได้มีการเพิ่มเนื้อหาด้านต่าง ๆ ที่มีความทันสมัย สอดคล้องต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคตมากขึ้น ซึ่งสาระเคมีได้มีการเพิ่มเรื่องทักษะและความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี นวัตกรรมและการแก้ปัญหาที่เน้นการบูรณาการ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการที่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ โดยหลักสูตรได้กำหนดผลการเรียนรู้ที่พัฒนานักเรียนให้เกิดความรู้ ทักษะ และการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา ได้แก่เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา ซึ่งบรรจุอยู่ในรายวิชาเคมีเพิ่มเติมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้เกี่ยวกับเคมีไปใช้ในการแก้ปัญหาในทุกด้าน เสริมสร้างให้เกิดนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม ในบทเรียนนี้มีความคาดหวังให้ผู้เรียนนำความรู้ทางเคมีไปแก้ปัญหา โดยอาศัยการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน การบูรณาการความรู้ทางเคมีร่วมกับสาขาวิชาอื่น รวมทั้งใช้ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เน้นการวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือประเด็นที่สนใจ

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาผู้เรียน จึงทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของศูนย์สะเต็มแห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างนวัตกรรมที่สามารถแก้ปัญหาสิ่งที่เกิดขึ้นร่วมกับการสะท้อนคิดที่นำมาเพิ่มเติมในแต่ละขั้นของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ วิเคราะห์การปฏิบัติงานตามขั้นตอนหรือการกระทำในแต่ละขั้นและการทำงานเพื่อให้ประสบความสำเร็จ ส่งผลให้การแก้ปัญหานั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยกระบวนการแต่ละขั้นของการจัดการเรียนการสอนที่นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิดนั้นจะส่งผลต่อสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทางเคมีไปแก้ปัญหาในประเด็นปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้และพัฒนาด้านการแก้ปัญหาของผู้เรียนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของการแก้ปัญหาแบบรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิด

2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบรวมพลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจากที่ได้เรียนวิชาเคมี เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิด

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นแบบการวิจัยเชิงทดลองรูปแบบการทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Research)ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยตามแนวคิด/ทฤษฎี โดยมีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ (Constructionism) ตามแนวคิดของ Papert ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้แบบคิดเองสร้างเอง ผ่านการเรียนรู้โดยการปฏิบัติ (Doing) หรือผลผลิต ชิ้นงานต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง

ทฤษฎีการสร้างความรู้เน้นกระบวนการทางสังคม (Social Constructivism) มีแนวคิดของ Vygotsky เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อมีสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่อ้างอิงกับช่วงพัฒนาทักษะ และความรู้ที่สำคัญ เรียกว่า Zone of Proximal Development นอกจากนี้ ทฤษฎีนี้ยังให้ความสำคัญกับความเข้าใจระหว่างบุคคลที่เกิดขึ้นขณะกำลังสื่อสาร และกระบวนการยอมรับและให้คุณค่าต่อวัฒนธรรมหรือสังคมในบริบทนั้น ๆ

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของศูนย์สะเต็มแห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) โดยมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

การสะท้อนคิดจากวงจรการเรียนรู้ของ Smyth (1989)

เป็นขั้นตอนการไตร่ตรอง สะท้อนคิด การคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ลงมือกระทำ หรือเป็นการอธิบายถึงประสบการณ์ที่ผ่านมา โดยผู้กระทำการสะท้อนคิดจะทบทวนและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ปฏิบัติที่ผ่านมา

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิด

เมื่อนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการสะท้อนคิดเข้าร่วมกันจะได้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา และสะท้อนคิดลักษณะของปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และสะท้อนคิดแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และสะท้อนคิดรูปแบบของการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผน ดำเนินการแก้ปัญหา และสะท้อนคิดการปฏิบัติงาน

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และสะท้อนคิดแนวทางการปรับปรุง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และสะท้อนคิดความสำเร็จของชิ้นงานหรือการแก้ปัญหา

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง

เป็นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือการเผชิญกับปัญหาที่ซับซ้อน โดยการทำงานนั้นต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ร่วมกันคิดและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน
2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบการวิจัยเชิงทดลองรูปแบบการทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Research) มีกลุ่มเป้าหมายในการทดลองเพียง 1 กลุ่ม ที่เรียนโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิดในรายวิชาเคมี ซึ่งเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ มีการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน (One Group pretest-posttest Design)

2. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนในสังกัดอัครสังฆ-มณฑลกรุงเทพฯ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จำนวน 39 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิด รายวิชาเคมี เรื่องเคมีกับการแก้ปัญหา

3.2 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง เป็นการประเมินก่อนเรียนและหลังเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง เคมีกับการแก้ปัญหา โดยใช้รูปแบบวัดสมรรถนะเป็นแบบอัตนัย ประเมินทั้งหมด 2 ครั้ง ได้แก่ ก่อนเรียน และหลังเรียนที่จะมีลักษณะข้อคำถามเหมือนกัน แต่จะกำหนดสถานการณ์ต่างกัน

2. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง เป็นการให้นักเรียนได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของสมาชิกในกลุ่ม ประเมินระหว่างกำลังเรียน โดยใช้เกณฑ์ให้คะแนน 5 ระดับ (Rating scale)

3. แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง เป็นการรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ

4. แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน เป็นเครื่องมือที่ให้นักเรียนบันทึกหลังจากจบการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิดในแต่ละกิจกรรมเพื่อเป็นการบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ สะท้อนคิดการปฏิบัติกิจกรรม รวมถึงเขียนข้อเสนอแนะที่ควรพัฒนาในการปฏิบัติกิจกรรม

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การเตรียมนักเรียนและเก็บข้อมูลก่อนดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยชี้แจงกับนักเรียนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย แนะนำวิธีการเรียนโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิด จากนั้นทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน ด้วยแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง

4.2 ระหว่างการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเคมี กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนขึ้น โดยใช้ระยะเวลา 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวม 36 คาบเรียน

4.3 การสังเกตพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตพฤติกรรมระหว่างการเรียนรู้โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง และผู้วิจัยศึกษาข้อมูลผ่านแบบบันทึกอนุทินของนักเรียนร่วมด้วย

4.4 การเก็บข้อมูลหลังการทดลองสอน เมื่อดำเนินการสอนเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มเป้าหมายด้วยแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์จากแบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังโดยใช้สถิติพื้นฐาน หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง และทำการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน

5.2 การวิเคราะห์จากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบรวมพลังโดยการหาค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของพฤติกรรมที่แสดงออกตามรายการประเมิน

5.3 การวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง และแบบบันทึกอนุทินของนักเรียน วิเคราะห์จากแบบสัมภาษณ์นักเรียนโดยการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) ที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียน และข้อมูลจากการเขียนอนุทินของนักเรียน

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้แสดงผลการวิเคราะห์เป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังของนักเรียน

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ย($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. ของคะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง

กลุ่มเป้าหมาย	N	$\overline{X}$	$\overline{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S.D.
ก่อนเรียน	39	7.41	49.40	2.07
หลังเรียน	39	11.05	73.67	1.45

จากการทดสอบ พบว่า คะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังก่อนเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.41 คะแนน (ร้อยละ 49.40) หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.05 (ร้อยละ 73.67) และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนด้วยสถิติทดสอบที พบว่า คะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังหลังเรียนของนักเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การแก้ปัญหาแบบรวมพลังโดยสังเกตจากแบบสังเกตพฤติกรรม

จากการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบรวมพลังโดยมีการสังเกต 3 ด้าน มีการสังเกตพฤติกรรม 3 ครั้งหลังจากจบแต่ละกิจกรรม โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละของการสังเกต ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยร้อยละจากการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบรวมพลังของนักเรียน

สมรรถนะย่อยที่ 1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน				
หัวข้อ	1.1 ค้นพบมุมมองของสมาชิกที่มีต่อการปฏิบัติงานได้	1.2 ร่วมกันระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์	1.3 แบ่งปันข้อมูลเกี่ยวกับกระบุปัญหาที่ได้ผ่านการสื่อสารภายในกลุ่ม	1.4 รวบรวมข้อมูลและร่วมกันปรับแก้ไขข้อมูลที่มีความเข้าใจไม่ตรงกัน
ร้อยละ	82.85	84.61	84.56	85.04
$\bar{X}_{ร้อยละ}$	84.27			
สมรรถนะย่อยที่ 2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา				
หัวข้อ	2.1 ร่วมกันหาแนวทางในการแก้ปัญหาตามเป้าหมาย	2.2 ระบุหน้าที่รับผิดชอบงานในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด	2.3 ลงมือแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ	2.4 ติดตามการดำเนินงาน และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
ร้อยละ	87.28	82.19	83.09	84.71
$\bar{X}_{ร้อยละ}$	84.32			
สมรรถนะย่อยที่ 3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม				
หัวข้อ	3.1 มีการแบ่งหน้าที่กันตามความถนัดและเหมาะสม	3.2 กำหนดบทบาทการทำงานอย่างชัดเจน	3.3 ทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ	3.4 สื่อสารกันภายในกลุ่ม และแก้ไขข้อผิดพลาดเพื่อไม่ให้เกิดความขัดแย้งภายในกลุ่ม
ร้อยละ	82.41	81.10	87.72	85.76
$\bar{X}_{ร้อยละ}$	84.25			

จากข้อมูลพบว่า สมรรถนะที่ 1 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 84.56 และสมรรถนะย่อยที่มีค่าเฉลี่ยร้อยละสูงที่สุด คือ ข้อ 1.4 รวบรวมข้อมูลและร่วมกันปรับแก้ไขข้อมูลที่มีความเข้าใจไม่ตรงกัน เฉลี่ยร้อยละ 85.04 สมรรถนะที่ 2 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 84.32 และพบว่าสมรรถนะย่อยที่มีค่าเฉลี่ยร้อยละสูงสุดคือ ข้อ 2.1

ร่วมกันหาแนวทางในการแก้ปัญหาตามเป้าหมาย เฉลี่ยร้อยละ 87.28 สมรรถนะที่ 3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 84.25 และสมรรถนะย่อยที่มีค่าเฉลี่ยร้อยละสูงสุดคือ ข้อ 3.3 การทำหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ เฉลี่ยร้อยละ 87.72

ตอนที่ 3 ผลการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่อการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ประเด็นคำตอบที่ได้จากแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง และแบบบันทึกอนุทินหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้วิจัยเริ่มวิเคราะห์จากประเด็นคำถามในแบบสัมภาษณ์นักเรียนดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 การปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบตามความถนัดและความสามารถ ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม แต่กลุ่มมีการสร้างความเข้าใจในการทำงานร่วมกัน ตั้งข้อกำหนด หรือระเบียบในการทำงาน หากพบข้อสงสัยระหว่างการปฏิบัติงานให้เกิดการตั้งคำถามและร่วมกันหาคำตอบ ในการทำเช่นนี้เพื่อให้การทำงานเป็นระบบและการแก้ปัญหาเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ประเด็นที่ 2 กิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมีการส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง นักเรียนได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมที่ได้ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ พบว่า นักเรียนตอบประเด็นคำถามในแนวทางเดียวกัน คือ กิจกรรมที่มอบหมายให้นักเรียนปฏิบัติส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง เพราะสมาชิกในกลุ่มทุกคนมีบทบาทเริ่มตั้งแต่กระบวนการระดมสมอง กระบวนการคิด การวางแผน จนไปถึงการสะท้อนคิดสิ่งที่ได้ปฏิบัติ

ประเด็นที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีต่อสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง ผู้วิจัยใช้ประเด็นคำถามเกี่ยวกับการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหา และให้นักเรียนสะท้อนคิดสิ่งที่ได้ปฏิบัติ รวมถึงคำถามที่เกี่ยวกับความชื่นชอบในการแก้ปัญหาโดยลำพังกับการแก้ปัญหาแบบรวมรวมพลัง พบว่า แนวคำตอบของนักเรียนเป็นไปทางเดียวกัน คือ นักเรียนเห็นด้วยกับการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาประยุกต์ในการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง เพราะ ในการแก้ปัญหาต้องรู้จักการทำงานอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นตอน และเมื่อพูดคุยเกี่ยวกับปัญหาของกลุ่มตนเองแล้ว สมาชิกแต่ละคนยังสามารถลงความเห็นให้ย้อนกลับไปในกระบวนการแต่ละขั้นเพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาของกลุ่มได้

นักเรียนทุกคนที่ตอบแบบสัมภาษณ์จะมีความเข้าใจในการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง และเมื่อมีการสัมภาษณ์โดยการใช้คำถามระหว่างการแก้ปัญหาแบบเพียงลำพังกับแบบรวมพลัง นักเรียนจะชื่นชอบการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง ในการแก้ปัญหาที่ไม่สามารถคิดคนเดียวได้ เพราะจะมีสมาชิกคอยชี้แนะมุมมองของการแก้ปัญหาในลักษณะที่ต่างกัน รวมไปถึงมีความสามารถต่างกัน

ประเด็นที่ 4 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน ครูได้มีการตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนเสนอแนะเพิ่มเติม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบคำถามเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในทางที่ดี เพราะเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง แก้ปัญหาร่วมกัน จนถึงการนำความรู้มาประยุกต์กับการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง

นอกจากการที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผ่านแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับประเด็นคำถามต่าง ๆ แล้วยังได้มีการวิเคราะห์จากการบันทึกอนุทินของนักเรียน ในประเด็นต่าง ๆ ต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 การสอบถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน จากประเด็นคำถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน มีความยากหรือไม่ อย่างไร นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบคำถามนี้คือเป็นเรื่องที่ยาก เพราะบางครั้งตนเองนั้นมองเห็นถึงปัญหาแต่ก็ไม่สามารถหาวิธีที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาได้ หรือหากปัญหาที่มีความซับซ้อนเกินไป ก็จะแก้ยากขึ้น ดังนั้น เมื่อมีการให้บันทึกเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเพียงลำพัง นักเรียนก็จะตอบว่าเคย เนื่องจากทุกคนต้องเริ่มจากการแก้ปัญหาส่วนตัวก่อน จึงพบถึงความแตกต่างระหว่างเพียงลำพังกับการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง นักเรียนจะให้เหตุผลว่าการแก้ปัญหาเพียงลำพังจะทำให้เกิดความล่าช้าไปบ้าง แต่ถ้ามีคนช่วยคิดก็จะทำให้การแก้ปัญหาสำเร็จได้เร็วขึ้น

ประเด็นที่ 2 การแก้ปัญหาแบบรวมพลัง เมื่อวิเคราะห์จากคำถามเกี่ยวกับการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง โดยมีคำถามว่า “นักเรียนเคยแก้ปัญหาโดยมีผู้อื่นร่วมในการแก้ปัญหาหรือไม่ จงยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เคยได้ปฏิบัติ” พบว่า นักเรียนทุกคน เคยมีการแก้ปัญหาที่มีผู้อื่นมาร่วมในการแก้ปัญหาเหล่านั้น ไม่ว่าจะเป็นปัญหาส่วนตัว หรือปัญหาในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์จากการเรียนรู้สู่การแก้ปัญหาโดยทั่วไปในสถานการณ์จริง และในปัญหาต่าง ๆ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้เป็นระบบมากขึ้น

ประเด็นที่ 3 ความรู้สึกหลังจากที่ได้แก้ปัญหาแบบรวมพลัง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จากแบบบันทึกของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีแนวคำตอบที่หลากหลายแต่เป็นไปในทางเดียวกัน ได้แก่ สามารถนำไปใช้ได้ เพราะ สมรรถนะนี้จะช่วยให้นักเรียนมีการทำงานที่เป็นระบบระเบียบ ช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นในขั้นตอนของการระดมความคิดยอมรับฟังความคิดเห็นของสมาชิกที่ร่วมกันปฏิบัติงาน และสามารถนำแนวทางการปฏิบัตินี้ไปใช้ในการเข้าสู่สังคมการศึกษา หรือการทำงาน

ที่กว้างขึ้นได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีความชื่นชอบที่มีการแก้ปัญหาร่วมกัน มีสมาชิกในกลุ่มช่วยกันปฏิบัติงาน ได้ความรู้และแนวความคิดใหม่ ๆ จากการปฏิบัติงานร่วมกัน เห็นมุมมองในการปฏิบัติงานที่หลากหลาย ทำให้งานที่ปฏิบัติเป็นระเบียบแบบแผน สะท้อนคิดการปฏิบัติงานให้งานมีประสิทธิภาพสูงสุด

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของผลการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิดที่มีต่อสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถอภิปรายได้ดังนี้

ประเด็นที่ 1 เปรียบเทียบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง เมื่อผู้วิจัยได้ทำการวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาการรวมพลังของนักเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับหารสะท้อนคิด เป็นรูปแบบการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง สะท้อนผลการปฏิบัติงานของตนเอง รวมไปถึงฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ส่งผลให้นักเรียนมีสมรรถนะการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น นอกจากนี้ในการเรียนรู้ยังฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาร่วมกับผู้อื่นที่เป็นสมาชิกในกลุ่มของตนเอง สร้างให้นักเรียนจัดการทำงานในกลุ่มอย่างมีแบบแผน มีบทบาทของตนเอง มีการมอบหมายหน้าที่ตามความสามารถของตนเอง สะท้อนคิดในแต่ละขั้นก่อนจะลงมือปฏิบัติในขั้นต่อไป ซึ่งสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง มีสมรรถนะที่ต้องพัฒนา 3 สมรรถนะ ได้แก่ สมรรถนะที่ 1 การสร้างและเก็บความเข้าใจที่มีร่วมกัน สมรรถนะที่ 2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และสมรรถนะที่ 3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม ซึ่งพบว่า คะแนนสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังเฉลี่ยของนักเรียน อยู่ในระดับความสามารถระดับสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ สายชล สุกร และสกนธ์ชัย ชะนูนันท์ (2562) ที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้นักเรียนมีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง เมื่อผู้วิจัยพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของสมรรถนะย่อยแต่ละด้าน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนยังคงสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนทุกสมรรถนะย่อย

ประเด็นที่ 2 พฤติกรรมการแก้ปัญหาแบบรวมพลัง และการบันทึกอนุทินของนักเรียน เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรม พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละของแต่ละสมรรถนะย่อยอยู่ในระดับสูง เนื่องจากการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นการฝึกให้นักเรียนทำงานเป็นระบบ และนักเรียนได้ทำงานร่วมกัน มีการแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ จึงทำให้เกิดกระบวนการทำงานกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ ช่วยกันทำทีละขั้นตอนตามแนวทางของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สอดคล้องกับ ชนกกานต์ เนตรรัศมี (2560) ที่กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาควรจะเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนรวมพลังการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งจะทำให้นักเรียนทำงานได้ออกมาเป็นอย่างดี นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำการสะท้อนคิดตามแนวทางของ Smyth (1989)

มาใช้ร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแต่ละขั้น ซึ่งเป็นการฝึกปฏิบัติการสะท้อนคิดจากการลงมือปฏิบัติ และมีการทบทวน ไตร่ตรองการปฏิบัติโดยใช้ประเด็นคำถามที่กระตุ้นการสะท้อนคิด สามารถนำไปปรับปรุง แก้ปัญหา และพัฒนางานได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้การแก้ปัญหาเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด จากการวิเคราะห์แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน ส่วนใหญ่นักเรียนมีความชอบในการแก้ปัญหาแบบรวมพลังเนื่องจากทำให้พบแนวคิดในการแก้ปัญหาหลากหลาย มีความชอบในการสะท้อนคิดการทำงานในกลุ่ม เพื่อให้เห็นถึงแนวทางการแก้ไขงานของตนเองให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เมื่อพิจารณาถึงข้อมูลต่าง ๆ ข้างต้น จึงกล่าวได้ว่า การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิดสามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบรวมพลังของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการสะท้อนคิด ครูผู้สอนจะต้องให้คำแนะนำ และเป็นที่ปรึกษาให้กับนักเรียน ร่วมสะท้อนคิดกระบวนการทำงานของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม เพื่อให้การสะท้อนคิดของนักเรียนนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด และการที่นักเรียนจะต้องทำงานร่วมกันนักเรียนจะต้องสร้างความคุ้นเคยกันให้ดี เพื่อทำให้การทำงานเป็นไปด้วยความราบรื่น สอดคล้องกับงานวิจัยของ หทัยรัตน์ ชุ่มเชื้อ และสกนธ์ชัย ชะนูนันท์ (2563) ที่กล่าวในงานวิจัยว่าครูจะต้องให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยระหว่างสมาชิกในกลุ่มเพื่อกำหนดบทบาทตามความสามารถ แล้วร่วมกันระบุปัญหา และเป้าหมายของ การเรียนรู้จากสถานการณ์ที่ได้รับ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ผู้ที่สนใจสามารถศึกษารูปแบบ หรือแนวทางไปใช้กับการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ เช่น การวิเคราะห์รูปแบบการทำงานกลุ่ม ทักษะการคิดขั้นสูง สมรรถนะด้านนวัตกรรม รวมไปถึงการนำตัวแปรต่าง ๆ มาพัฒนาสมรรถนะย่อยที่ 3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มให้อยู่ในระดับคุณภาพที่สูงยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรกนก เลิศเดชาภัทร. (2559). *ผลของการสืบสอบแบบร่วมมือรวมพลังที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาแบบรวมพลังของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จักรกฤต ภุชงค์ประเวศ. (2563). *ผลของการจัดการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และคุณภาพผลงานเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการ อุดมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชนกกานต์ เนตรรัศมี. (2560). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ในเรื่องเคมีสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.*วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม.* กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม.* กรุงเทพมหานคร:สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สายชล สุกร และสกนธ์ ชัยชะนูนันท์. (2562). การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พอลิเมอร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, *30*(2), 166–181.

สุธิดา การีมี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา. *วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 46(209), 23–27.

Boyd, E. M., & Fales, A. W. (1983). Reflective learning: Key to learning from experience. Journal of Humanistic Psychology, 23(2), 99–117.

Care, E., & Griffin, P. (2015). Collaborative problem solving tasks. In *Assessment and teaching of 21st century skills*. (pp. 85–104). Springer, Dordrecht.

Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Lexington: D.C. Heath and company.

National Research Council (NRC). (2009). *Engineering in K–12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington DC : National Academies Press.

OECD (2017[a]), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework*. Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, revised edition, PISA, OECD Publishing, Paris.

OECD. (2017[b]). *PISA COLLABORATIVE PROBLEM–SOLVING FRAMEWORK*. Paris: OECD.

Smyth, J. (1989). Developing and sustaining critical reflection in teacher education. *Journal of teacher education*, 40(2), 2–9.