

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบ
เชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง
ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1
Development of STEM Education Learning Management by Engineering
Design Process Promoting Career of Force and Equilibrium Force
of the First Year High Vocational Certificate Students

กิติมาภรณ์ สมบัติพล^{1*} และสุริยา ชาปู้²
Kitimaporn Sombatpol^{1*} and Suriya Chapoo²

(Received: Jun 9, 2022; Revised: Aug 1, 2022; Accepted: Sep 1, 2022)

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรงของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ของสถาบันอาชีวศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 25 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกกิจกรรม แบบสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพแบบสามเส้า

ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เน้นให้ผู้เรียนได้สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่พบเจอ สืบค้นข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา ออกแบบวิธีการในการแก้ปัญหาร่วมกันภายในกลุ่ม รวมถึงวางแผนดำเนินการสร้างชิ้นงาน และนำเสนอผลการแก้ปัญหาในงานอาชีพช่างอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะอาชีพเพิ่มขึ้นทุกวงจรปฏิบัติการ โดยส่วนใหญ่มีทักษะอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 70 ขึ้นไป

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก 65000

M.Ed. Student in Science Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

* Corresponding author, e-mail kitimaporn37@gmail.com

² คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก 65000

Faculty of Education Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทักษะอาชีพ แรงและสมดุลของแรง
อาชีพศึกษา

ABSTRACT

This action research aimed to: 1) Study the learning management development by STEM Education using engineering design process under the topic of Forces and Equilibrium of Forces; and 2) Investigate the findings of the study regarding learning management development that promotes career skills. The purposive sampling technique was used to select the participants associated with three cycles of action research. The 25 participants were first-year students of High Vocational Certificate in the Vocational Education Institution in Kamphaeng Phet Province. The research instruments were lesson plans, lesson plans reflection, activity logs, and behavioral observation. Content analysis and triangulation were also employed to examine the credibility of qualitative data.

The results found that the STEM education learning management by engineering design process promoting career emphasizes that students can identify problems from encountered situations in their industrial careers. Search for information to find and design the problem-solving methods with members in the group and plan to create the work pieces for solving the issues of the industrial careers. Moreover, the result also indicates that those learning management can promote students career skills increasing in each cycle, which revealed at high levels; accounted for 70% or more.

Keywords: STEM Education, Engineering design process, Career skills,
Forces and equilibrium of forces, Vocational education

บทนำ

ปัจจุบันเป็นโลกแห่งศตวรรษที่ 21 มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วมีการขยายตัวทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มีการแข่งขันในด้านเศรษฐกิจและความต้องการแรงงาน การจัดการองค์ความรู้และการคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ ผู้ที่ทำงานต้องมีความรู้ทักษะแบบใหม่สามารถปรับตัวเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว สิ่งสำคัญที่สุดของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 คือ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะพื้นฐานที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตแบบใหม่ มีการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ การเสริมสร้าง

องค์ความรู้ ให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นพร้อมที่จะออกไปทำงานและดำรงชีวิตได้ ซึ่งทักษะชีวิต และทักษะอาชีพเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญและจำเป็นอย่างมากในการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียน ได้ออกไปใช้ชีวิตในสังคมโลกศตวรรษที่ 21 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ได้กล่าวถึง ความจำเป็น ในการพัฒนาคุณภาพคนในสังคมไทยให้มีความรอบรู้อย่างเท่ากัน สามารถ ก้าวทันการเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปสู่สังคมฐานความรู้ได้อย่างมั่นคง แนวทางพัฒนาดังกล่าวมุ่งเตรียม ผู้เรียนให้พร้อมพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการ ดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559, น. 68) ทักษะอาชีพเป็นหนึ่งในทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและเป็น ทักษะที่จำเป็นสำหรับอนาคต ซึ่งทักษะอาชีพเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ในการทำงานติดต่อสื่อสาร การทำงานเป็นทีมการแสดงภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ ความขยันในการทำงาน (สุวิธิดา จรุงเกียรติกุล, 2561) ดังนั้น การพัฒนาทักษะอาชีพจึงเป็นการพัฒนาความสามารถของบุคคล เพื่อการประกอบอาชีพ

การศึกษามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างกำลังคนเพื่อการประกอบอาชีพที่มีคุณภาพ รองรับการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะการจัดการศึกษาด้านอาชีวศึกษาเพื่อมุ่งผลิตกำลังคน ด้านวิชาชีพที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนเกิดทักษะอาชีพสามารถไปประกอบอาชีพที่ตอบสนอง ความต้องการของสถานประกอบการ (ชนิษฐา ชัยรัตนาวรรณ, 2561, น. 1-9) โดยสำนักงาน คณะกรรมการ การอาชีวศึกษา มีบทบาทสำคัญในการผลิตและพัฒนาากำลังคนอาชีวศึกษาเป็นแรงงาน วิชาชีพที่มีคุณภาพ (ศศิธารา พิชัยชาญณรงค์, 2554) การจัดการอาชีวศึกษาตามพระราชบัญญัติ การอาชีวศึกษา 2551 มาตรา 6 การจัดการอาชีวศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพ การจัดการศึกษา ระดับอาชีวศึกษาต้องการผลิตกำลังคนในระดับกลางเข้าสู่ตลาดแรงงาน จากนโยบายของประเทศไทย ตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จึงได้นำแนวทางของการพัฒนาประเทศมาเป็นแนวทางในการจัดการศึกษา เพื่อยกระดับคุณภาพ ของการผลิตและพัฒนาากำลังคนอาชีวศึกษาทั้งในระดับฝีมือ ระดับเทคนิคและระดับเทคโนโลยี สามารถตอบสนองต่อความต้องการของแรงงานเพื่อช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศ การจัดการศึกษาตามแนวสะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อประเทศในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เป็น ประชากรที่มีคุณภาพ เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่จะนำพาประเทศออกจากกับดักประเทศรายได้ ปานกลาง (สุทธิดา จำรัส, 2560, น. 13-34) สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวันและประกอบอาชีพ ส่งเสริมพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งทักษะอาชีพ เป็นหนึ่งในทักษะการเรียนรู้ 8Cs ในการพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาและปรับตัว

เข้ากับสังคม เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถเป็นคนเก่ง คนดี และมีความสุขในการเรียนรู้ (วิจารณ์ พานิช, 2556, น. 11-17)

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการจัดการศึกษาในสถานศึกษา พบว่า ผู้เรียนขาดทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ไม่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จากการที่ผู้วิจัยสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ที่ผ่านมา ในรายวิชาวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายใน เนื้อหาในรายวิชานี้จะเป็น เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ส่วนใหญ่ที่ผ่านมาผู้วิจัยจะสอนแบบบรรยาย เน้นการคำนวณเรื่องแรงเพื่อให้ผู้เรียนนำไปประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาก่อสร้าง แต่พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถนำความรู้และการคำนวณในเรื่องแรงสมดุลของแรงที่เป็นพื้นฐานในงานก่อสร้างไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้ เพราะผู้เรียนไม่ได้ฝึกการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินมาตรฐานการศึกษาของสถานศึกษา มาตรฐานที่ 1 คุณลักษณะของผู้สำเร็จการศึกษาอาชีวศึกษาที่พึงประสงค์ ด้านทักษะและการประยุกต์ใช้โดยผู้สำเร็จการศึกษาอาชีวศึกษามีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ทักษะวิชาชีพและทักษะชีวิตเป็นไปตามมาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาแต่ละระดับการศึกษาสามารถประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานและดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีคุณภาพ อยู่ในระดับดี (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2563, น. 70)

ดังนั้น จึงจำเป็นต้องปรับวิธีการสอนโดยเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 สามารถนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในการปฏิบัติงานก่อสร้างได้ ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสนใจที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้ศึกษาวิธีการสอนที่เหมาะสมสอดคล้องกับผู้เรียน พบว่า มีหลากหลายวิธีด้วยกัน เช่น การจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้แบบลงมือทำ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558, น. 201-207) โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ เชื่อมโยงแก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการทักษะที่จำเป็นที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 12-14) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการสอนให้ผู้เรียนนำความรู้มาออกแบบวิธีการ หรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีทักษะการทำงานในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ทำหาย และมีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาปรับใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้เกิด

ประสิทธิภาพสูงสุดกับผู้เรียนที่จะเป็นบุคลากรที่ดีมีคุณภาพในอนาคตต่อไป (ธารทิพย์ ช้วนนา, 2562, น. 1-12) และการเรียนการสอนแบบสะเต็มยังเป็นการปูพื้นฐานงานบุคลากรในอนาคต ให้พร้อมกับการแข่งขันที่ตอบสนองความท้าทายของภาคธุรกิจ รัฐบาล และที่สำคัญที่สุด คือ การศึกษาสำหรับประเทศไทย ควรมีการปรับเปลี่ยนทักษะของผู้เรียนให้สามารถคิดได้ วิเคราะห์และสังเคราะห์ปัญหา พร้อมรับมือกับการทำงานจริงได้ทันที เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับตลาดแรงงาน สำหรับประเทศไทยการจัดการศึกษาแบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกัน จึงเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่เตรียมพร้อมผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดีและมีคุณภาพในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจการพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในประเทศ (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556, น. 49-59)

จากเหตุผลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในเรื่อง แรงและสมดุลของแรง ในการส่งเสริมทักษะอาชีพของผู้เรียนซึ่งเป็นการยกระดับการจัดการอาชีวศึกษาที่มีคุณภาพเพื่อเตรียมความพร้อมที่เข้าสู่โลกของการทำงาน

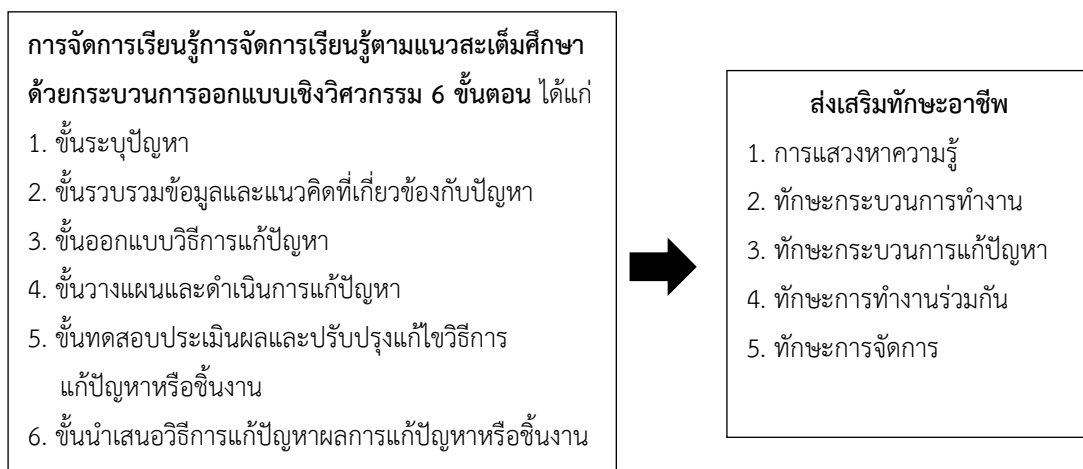
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
2. เพื่อศึกษาการส่งเสริมทักษะอาชีพ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เรื่อง แรงและสมดุลของแรง

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงแก้ปัญหาออกแบบและสร้างชิ้นงานที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างได้ ผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมี 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหา

หรือชิ้นงาน (NRC, 2012 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 16-19) ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะอาชีพในศตวรรษที่ 21 ซึ่งทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ Career and learning skills เป็นหนึ่งในทักษะ 8Cs ในศตวรรษที่ 21 (วิจารณ์ พานิช, 2556, น. 17) จากการศึกษาองค์ประกอบทักษะอาชีพที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ การแสวงหาความรู้ ทักษะกระบวนการทำงาน ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการจัดการ (จันทร์เพ็ญ สุวรรณคร, 2558, น. 141) โดยสามารถกำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยทำการวิจัยปฏิบัติการ ตามแนวคิดของ Kemmis, 1998; Schmuck, 2008 อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-152) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ช้้นวางแผน (Plan) ช้้นปฏิบัติ (Act) ช้้นสังเกต (Observe) และช้้นสะท้อนผล (Reflect)

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนักระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 แผนกสาขาช่างก่อสร้าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของสถาบันอาชีวศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 25 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ตัวอย่าง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 สถานการณ์ที่ใช้ เช่น วิศวกรได้รับมอบหมายต้องไปรับผิดชอบโครงการคอนกรีตสูง 60 ชั้น จึงจำเป็นต้องหาวิธีที่จะสร้างบันจันหอสูงที่มีความแข็งแรงและช่วยในการลำเลียงขนส่งวัสดุที่มีน้ำหนักมาก ที่ใช้ในการก่อสร้างตึกสูง ขึ้นงานที่มอบหมาย คือ สร้างบันจันในทุกแผนการจัดการเรียนรู้มีการบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงลัพธ์ สมดุลแรง โมเมนต์ เทคโนโลยีโดยการใช้ความรู้การสืบค้นข้อมูลในการแก้ปัญหา วิศวกรรมใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม คณิตศาสตร์ การวัดขนาดและการคำนวณหาอัตราส่วนตรีโกณมิติ แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับดี

2.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในขณะดำเนินการ กิจกรรม ผู้วิจัยและครูที่สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์บันทึกเหตุการณ์โดยเขียนบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ว่าเป็นอย่างไร มีความเหมาะสมหรือไม่ ช่วยส่งเสริมทักษะอาชีพได้หรือไม่อย่างไร มีปัญหาและอุปสรรค รวมถึงข้อเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการครั้งต่อไป โดยแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับดี

2.3 แบบบันทึกกิจกรรม ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับทักษะอาชีพของผู้เรียน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแบบบันทึกกิจกรรมของผู้เรียนเป็นการทำงานของกลุ่ม ผู้วิจัยจะกำหนดสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในงานช่างก่อสร้างไว้ในแต่ละใบกิจกรรม แล้วผู้เรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์และระบุปัญหา เงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด ออกแบบภาพร่างชิ้นงาน วางแผนการดำเนินงาน ทดสอบประเมินผลชิ้นงาน แก้ไขปรับปรุงชิ้นงาน และนำเสนอผลงานพร้อมการปรับปรุงชิ้นงาน มีข้อคำถามและกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะอาชีพ โดยแบบบันทึกกิจกรรมดังกล่าวได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน อยู่ในระดับดี

2.4 แบบสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงการมีทักษะอาชีพที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ลักษณะของแบบประเมินจะมีรายการพฤติกรรมทักษะอาชีพ ซึ่งผู้เรียนจะแสดงออกผ่านแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน ที่มีลักษณะข้อคำถามที่ทำให้ผู้เรียนแสดงออกถึงทักษะอาชีพ ประกอบกับมีเกณฑ์การประเมินทั้ง 3 ระดับ แบ่งเป็น ระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวงจร PAOR ทั้งหมด 3 วงจร ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 ขั้นวางแผน ผู้วิจัยทำการศึกษาสภาพปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาในชั้นเรียน ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบ

เชิงวิศวกรรมช่วยส่งเสริมทักษะอาชีพของผู้เรียนได้ ผู้วิจัยจึงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2 ขั้นปฏิบัติการ และขั้นสังเกตการณ์ ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง โครงสร้างเสาเข็ม วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง โครงสร้างสะพาน วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง โครงสร้างบันจัน ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบบันทึกกิจกรรม และการสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพของผู้เรียน โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

3.3 ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกกิจกรรม แบบประเมินพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ สะท้อนผลและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป จนครบ 3 วงจรปฏิบัติการ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยใช้แหล่งข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา จัดระเบียบข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ เช่น การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพควรมีการจัดการเรียนรู้อย่างไร ปัญหาอุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ให้อยู่หมวดหมู่เดียวกัน กำหนดรหัสและตีความข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มาเขียนรายงานข้อสรุปเพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

4.2 การวิเคราะห์ผลการส่งเสริมทักษะอาชีพ โดยใช้แหล่งข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้และแบบสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการใช้แบบประเมินทักษะอาชีพ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลตามลักษณะพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในเกณฑ์การประเมินทักษะอาชีพ ที่ผู้เรียนแสดงออกระหว่างการจัดการเรียนรู้และการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกกิจกรรมด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อดูพฤติกรรมตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นจำแนกระดับของพฤติกรรมที่แสดงออกถึงทักษะอาชีพของผู้เรียน สรุปภาพรวมทั้งหมดว่าผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะอาชีพในแต่ละองค์ประกอบของผู้เรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการในรูปของร้อยละ และแสดงพัฒนาการตามองค์ประกอบของทักษะอาชีพ โดยจัดหมวดหมู่ระดับทักษะอาชีพ ของผู้เรียนเป็น 3 กลุ่ม คือระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำของแต่ละองค์ประกอบ เป็นการแจ่มแจ้งในลักษณะรูปคัสกอร์และนำไปหาค่าร้อยละ

ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง

ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพของผู้เรียน ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน 1) ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหา รวมถึงทำการวิเคราะห์และระบุปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนด ดังนั้นผู้สอนควรเน้นสถานการณ์ปัญหาที่พบเจอได้ในอาชีพช่างอุตสาหกรรม 2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำการสืบค้นเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้น ผู้สอนควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนมีการวางแผนการสืบค้นข้อมูลและพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลที่เหมาะสมต่อการแก้ปัญหาพร้อมทั้งระบุแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่เชื่อถือได้ 3) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้และแนวคิดที่เกี่ยวข้องที่ผ่านการวิเคราะห์สรุปร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อวางแผนออกแบบวิธีการในการแก้ปัญหา ดังนั้น ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้ทำการออกแบบชิ้นงานโดยการวาดภาพโครงสร้างชิ้นงานที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ โดยแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากการสรุปหาวิธีแก้ปัญหาและรวบรวมข้อมูล มาใช้ในการร่างแบบจำลองที่จะสร้างชิ้นงานเพื่อให้ได้แบบร่างที่สามารถแก้ปัญหาได้ดีที่สุด 4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และสร้างชิ้นงานตามแบบร่างที่ร่างไว้เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด ดังนั้น ผู้สอนควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนมีแบ่งหน้าที่การทำงานให้เหมาะสมกับความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม พร้อมทั้งเขียนอธิบายวางแผนการทำงานทุกขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนที่กลุ่มได้ออกแบบและวางแผนไว้ 5) ขั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงาน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้นำชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปทำการทดสอบและประเมินผลว่าชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ ดังนั้นผู้สอนควรกำหนดเกณฑ์ในการทดสอบเพื่อให้ไปในทิศทางเดียวกัน และให้ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันประเมินความสำเร็จของชิ้นงานที่เป็นไปได้และหาวิธีปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 6) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานผลการทดสอบและการประเมินวิธีการแก้ปัญหาของชิ้นงาน ดังนั้นผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอประเด็นหัวข้อปัญหาหรือเงื่อนไขของสถานการณ์แนวการสร้างชิ้นงานและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงชิ้นงานและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันหลังจากที่มีการนำเสนอเสร็จสิ้น เพื่อช่วยให้กลุ่มที่นำเสนอได้แนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานในครั้งต่อไป

2. ผลของการส่งเสริมทักษะอาชีพ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ในรายวิชา วิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายใน โดยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นวงจรการปฏิบัติการ จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะอาชีพ ใบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะอาชีพ พบว่าทักษะอาชีพ ทักษะการแสวงหาความรู้ ทักษะย่อยที่ผู้เรียนมีการพัฒนาได้มากที่สุด คือ การกำหนดปัญหาวางแผนในการสืบค้นข้อมูล ทักษะกระบวนการทำงาน ทักษะย่อยที่ผู้เรียนมีการพัฒนาได้มากที่สุด การลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้ ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ทักษะย่อยที่ผู้เรียนมีการพัฒนาได้มากที่สุด การสังเกต วิเคราะห์ เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาส่วนทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะย่อยที่ผู้เรียนมีการพัฒนาได้มากที่สุด รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่มและทักษะการจัดการ ผู้เรียนมีการพัฒนาได้มากที่สุด ซึ่งในทุกทักษะอยู่ในระดับสูงมีการเพิ่มขึ้นตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เมื่อพิจารณาทุกทักษะย่อยพบว่าวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะอาชีพทุกทักษะย่อยอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 70 ขึ้นไป แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินทักษะอาชีพของผู้เรียนในแต่ละทักษะย่อย

องค์ประกอบทักษะอาชีพ	ระดับทักษะอาชีพ (ร้อยละ)								
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ
1. ทักษะการแสวงหาความรู้									
- การกำหนดปัญหาวางแผนในการสืบค้นข้อมูล	44	56	0	80	20	0	88	12	0
- การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้	48	52	0	76	24	0	84	16	0
2. ทักษะกระบวนการทำงาน									
- การวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน	36	52	12	68	28	4	76	24	0
- การลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้	36	48	16	72	28	0	80	20	0
- ตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผลความสำเร็จของงาน	44	56	0	72	28	0	76	24	0
3. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา									
- การสังเกต วิเคราะห์ เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา	44	56	0	68	32	0	76	24	0
- การประเมินผลการดำเนินงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง	40	60	0	68	32	0	72	28	0

ตารางที่ 1 (ต่อ)

องค์ประกอบทักษะอาชีพ	ระดับทักษะอาชีพ (ร้อยละ)								
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ
4. ทักษะการทำงานร่วมกัน									
- รับฟังและยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่น									
พร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน	56	44	0	80	20	0	88	12	0
- รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงาน									
ภายในกลุ่ม	44	56	0	84	16	0	92	8	0
5. ทักษะการจัดการ									
- การจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลา									
และงานให้เป็นระบบ	40	60	0	76	24	0	84	16	0

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง มีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพของผู้เรียนดังนี้ ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหา รวมถึงทำการวิเคราะห์และระบุปัญหาที่พบเจอในอาชีพช่างอุตสาหกรรมได้ ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำการสืบค้นเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อมาใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งระบุแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่เชื่อถือได้ ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้และแนวคิดที่เกี่ยวข้องที่ผ่านการวิเคราะห์สรุปร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อวางแผนออกแบบวิธีการในการแก้ปัญหาได้ ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และสร้างชิ้นงานตามแบบร่างที่ร่างไว้ เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด ผู้เรียนมีแบ่งหน้าที่การทำงานให้เหมาะสมกับความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม ขั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงาน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้นำชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปทำการทดสอบ และประเมินผลว่าชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานผลการทดสอบและการประเมินวิธีการแก้ปัญหาของชิ้นงาน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันหลังจากที่มีการนำเสนอเสร็จสิ้น เพื่อช่วยให้กลุ่มที่นำเสนอได้แนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานในครั้งต่อไป จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถส่งเสริมทักษะอาชีพของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนมีทักษะอาชีพ ทั้ง 5 ทักษะย่อย ได้แก่ การแสวงหาความรู้ ทักษะกระบวนการทำงาน ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการจัดการในแต่ละด้านเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ในวงจรปฏิบัติการ 1 2 และ 3 โดยผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะอาชีพทุกทักษะอยู่ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 70

อภิปรายผล

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ควรมีการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ขั้นระบุปัญหา ผู้เรียนได้ศึกษาสถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์และระบุประเด็นปัญหา ที่สถานการณ์กำหนด โดยผู้สอนต้องสร้างความตระหนักและแรงจูงใจที่ทำให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญของปัญหาในสถานการณ์ที่พบเจอในอาชีพช่างอุตสาหกรรม มีการกำหนดเงื่อนไขในการสร้างความท้าทายให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์และสร้างแนวคิดเพื่อนำไปสู่การบรรลุเป้าหมาย สอดคล้องกับ จรูญพงษ์ ชลสินธุ์ (2561, น. 32-46) ที่กล่าวว่า ในการระบุปัญหาต้องสร้างจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียนและสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาซึ่งสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นนั้นจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายและแนวทางการแก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งสถานการณ์ที่กำหนดจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนในกลุ่มต้องร่วมกันระบุมุมมองที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยอาศัยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกใช้แหล่งสืบค้นข้อมูลที่หลากหลาย และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในการสืบค้นที่น่าเชื่อถือ สอดคล้องกับ ไตรรงค์ เมธีผาติกุล (2561, น. 141) ที่กล่าวว่า การเปิดกว้างให้ผู้เรียนได้สืบค้นเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆช่วยให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจเลือกนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา และผู้สอนอาจจะมีแหล่งการเรียนรู้เบื้องต้นให้กับผู้เรียนเพื่อเป็นแนวทางหรือตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้หามา ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนได้ออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยเป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล ทำการออกแบบวาดภาพโครงร่างชิ้นงานที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไขของสถานการณ์กำหนด พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการสร้างแบบจำลองระบบขนาดวัตถุที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองโครงสร้างให้ชัดเจน ขึ้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องวางแผนลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ และลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่กลุ่มได้วางแผนไว้มีการแบ่งหน้าที่การทำงานเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนในกลุ่มมีการอภิปรายลงข้อสรุปร่วมกันในการเลือกแนวทางในการดำเนินงานและสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Householder and Hailey (2012) กล่าวว่า การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดอย่างมีประสิทธิภาพนั้นควรมาจากแนวคิดและการตัดสินใจของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทำงานและทักษะการจัดการขั้นตอนประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน ผู้เรียนต้องเลือกวิธีทดสอบชิ้นงานที่มีความเหมาะสม ทำการ

ประเมินผลชิ้นงาน และนำไปสู่การปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น โดยผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันประเมินความสำเร็จของชิ้นงานที่เป็นไปได้ และหาวิธีปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้อง วิจารณ์ พานิช (2556, น. 31-33) กล่าวว่า การเปิดใจยอมรับและตอบสนองต่อมุมมองใหม่ๆ ทำได้โดยฟังข้อคิดเห็นจากกลุ่ม รวมทั้งการประเมินผลงานจากกลุ่มเพื่อนำไปปรับปรุง ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ชื่นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานผลการทดสอบ และการประเมินวิธีการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงชิ้นงาน โดยมีการนำเสนองานในรูปแบบโปสเตอร์ หลังการนำเสนอให้ผู้เรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันกับกลุ่มๆอื่น เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สอดคล้องกับ National Research Council (2012, p. 92) กล่าวว่า นักเรียนควรมีโอกาสที่จะมีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับการสังเกตและอธิบายเพื่อนำเสนอผลงานด้วยวาจาเกี่ยวกับผลลัพธ์และข้อสรุปของตนเอง รวมถึงการมีส่วนร่วมในการสนทนาที่เหมาะสมกับนักเรียนคนอื่นๆ โดยการถามคำถามและอภิปรายประเด็นต่างๆ

2. ผลของการส่งเสริมทักษะอาชีพ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

จากผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะอาชีพ ในแต่ละด้านเพิ่มขึ้นตามลำดับในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้ ทักษะการแสวงหาความรู้ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางด้านทักษะการแสวงหาความรู้ อยู่ในระดับสูง โดยทักษะย่อยที่ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้มากที่สุด คือ ทักษะการกำหนดปัญหาวางแผนในการสืบค้นข้อมูล พบว่า ผู้เรียนผู้เรียนสามารถกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูลสามารถระบุแหล่งข้อมูลได้หลายแหล่ง รวมไปถึงวิเคราะห์และสรุปผลการสืบค้นที่ถูกต้อง สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับงานอาชีพช่างก่อสร้าง สอดคล้องกับ นัญชนก กองแก้ว (2562, น. 48-49) ในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ มีการวางแผนการสืบค้นข้อมูล เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทำงาน ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางด้านทักษะกระบวนการทำงาน อยู่ในระดับสูง โดยทักษะย่อยที่ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้มากที่สุด คือ การลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้ พบว่าผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้ทุกขั้นตอน ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะเน้นให้ผู้เรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในงานช่างอุตสาหกรรมอย่างเป็นระบบผ่านกระบวนการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับสรเดช เลิศวัฒนาวณิช (2560) การเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงาน เป็นการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ วางแผนการทำงาน และแสดงความคิดเห็นร่วมกันของกลุ่ม รวมถึงการลงมือปฏิบัติจริง ดังนั้น กระบวนการทำงาน ถือเป็นสิ่งสำคัญ

ในการทำงานทุกประเภทรวมถึงการประกอบอาชีพ ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ผู้เรียนส่วนใหญ่ มีพัฒนาการทางด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหา อยู่ในระดับสูง โดยทักษะย่อยที่ผู้เรียนสามารถ พัฒนาได้มากที่สุด คือ การสังเกตวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา พบว่าผู้เรียนสามารถ วิเคราะห์และระบุปัญหาเงื่อนไขจากสถานการณ์ มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มเพื่อให้ ได้ข้อสรุปของกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นปัญหา นำไปสู่การตัดสินใจในการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับกวิน เชื้อมกลาง และสุธิดา บุญทวี (2559, น. 17-22) พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษาเป็นการเรียนรู้จากสถานการณ์จริงที่ท้าทาย มีการสร้างองค์ความรู้มาใช้ประกอบการคิดค้นหา ทางเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการทำงาน ส่วนทักษะย่อยการประเมินผลการทำงาน เพื่อพิจารณาปรับปรุง มีการพัฒนาน้อยที่สุดในทุกทักษะ พบว่า ผู้เรียนบางกลุ่มมีการประเมิน ตรวจสอบปรับปรุงชิ้นงานเพียงครั้งเดียว ทำให้ชิ้นงานไม่บรรลุผลสำเร็จขาดประสิทธิภาพ ผู้วิจัย ควรกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการทดสอบชิ้นงานเพื่อประเมินปรับปรุงซ้ำเพื่อให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพ ที่ดีในการนำไปใช้จริง หากชิ้นงานขาดประสิทธิภาพในการนำไปใช้แก้ปัญหาได้และมีผลต่อการออกไป ประกอบอาชีพของผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Morgan and Capraro (2013) กล่าวว่า การได้เรียนรู้ จากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการตรวจสอบประเมินผลของชิ้นงานของทั้งกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน และสามารถดำเนินการปรับปรุงหรือทำซ้ำจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาให้มีความ สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทักษะการทำงานร่วมกัน ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางด้าน ทักษะการทำงานร่วมกัน อยู่ในระดับสูง โดยทักษะย่อยที่ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้มากที่สุด คือ รู้จัก บทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม พบว่าผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามบทบาทที่ ของทุกคนได้ตามข้อตกลงของกลุ่มที่ตั้งไว้ได้ทุกข้อ โดยผู้เรียนมีเป้าหมายในการทำงานให้บรรลุผล สำเร็จและทุกคนในกลุ่มให้ความสำคัญของบทบาทหน้าที่ของทุกคนเท่าเทียมกันในการร่วมกัน แก้ปัญหา จึงสามารถปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่มที่ตั้งไว้ได้ทุกข้อ และทักษะการจัดการ ผู้เรียนส่วน ใหญ่มีพัฒนาการทางด้านทักษะการจัดการ อยู่ในระดับสูง พบว่า ผู้เรียนมีทักษะการจัดระบบงาน ที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลาและงานให้เป็นระบบ ซึ่งผู้เรียนสามารถระบุหน้าที่ของตนเองและสมาชิก ในกลุ่มได้ และสามารถแบ่งบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้ตามความเหมาะสมและความถนัด ของแต่ละคน ในการปฏิบัติงานได้ตามเวลาที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับอริศรา อุ่มสิน (2560) ได้กล่าวว่า การทำงานเป็นทีมต้องมีเป้าหมายร่วมกัน การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ มีการพัฒนา ตนเองและทีมงานตลอดเวลา นอกจากมีการแบ่งงานแล้วยังต้องมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบ ของสมาชิกในกลุ่มให้ชัดเจนตามความรู้ความสามารถของแต่ละบุคคล โดยคำนึงถึงความรับผิดชอบ ในเป้าหมายหรือความสำเร็จร่วมกัน นำไปสู่ความสำเร็จในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งนี้

1.1 ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยควรเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับสาขาวิชาของผู้เรียน สถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายจะทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มช่วยกันคิดแก้ปัญหา มีการวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมากขึ้น

1.2 ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผู้วิจัยควรส่งเสริมให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในงานอาชีพช่างอุตสาหกรรม จากแหล่งที่น่าเชื่อถือของข้อมูล

1.3 ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผู้วิจัยควรให้ผู้เรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ในการทำงานร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่ม เนื่องจากในการทำงานหากผู้เรียนมีการวางแผนแบ่งบทบาทหน้าที่ในการทำงานตามความถนัดและความสามารถแต่ละคนจะส่งเสริมให้การทำงานให้ประสบความสำเร็จ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ มีการวัดและประเมินผลการพัฒนาทักษะอาชีพ โดยการตัดสินผลการสังเกตจากผู้สอนเพียงอย่างเดียวทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่ครอบคลุม ควรเพิ่มเติมผู้ประกอบการในอาชีพช่างก่อสร้างร่วมประเมินทักษะอาชีพของผู้เรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากขึ้นและครอบคลุมทักษะอาชีพ

2.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ พบว่า ทักษะอาชีพ ในทักษะย่อยกระบวนการแก้ปัญหา ในด้านประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง อยู่ในระดับน้อยที่สุด ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มแบบประเมินในการทดสอบชิ้นงาน อย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาในงานอาชีพช่างอุตสาหกรรมและบรรลุผลสำเร็จตามเงื่อนไขของสถานการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- กวิน เชื้อมกลาง และสุทธิดา บุญทวี. (2559). นาวาฝ่าวิกฤต: ตัวอย่างการเพิ่มระดับความเข้มข้นทางวิชาการในการออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา. *นิตยสาร สสวท.*, 44(200), น. 17-22.
- ชนิษฐา ชัยรัตนาวรรณ. (2561). แนวทางการขับเคลื่อนและพัฒนาอาชีวศึกษาไทย. *วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง*, 2(2), น. 1-9.

- จันทร์เพ็ญ สุวรรณคร. (2558). กระบวนการจัดการกิจกรรมแนะแนวเพื่อเสริมสร้างการใช้ทักษะชีวิตและอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- จรรยาพงษ์ ชลสินธุ์. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(2), น. 32-46.
- ไทรรงค์ เมธีผาติกุล. (2561). การพัฒนาความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง สภาพสมมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร).
- ธารทิพย์ ช้วนนา. (2562). สะเต็มศึกษาเพื่อการจัดการเรียนรู้สู่ทักษะการทำงานในศตวรรษที่ 21. *วารสารบัณฑิตศึกษา*, 16(73), น. 1-12.
- นัญชนก กองแก้ว. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา เรื่อง การดุดกลืนและการคายความร้อนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสาร นักบริหาร*, 33(2), น. 49-59.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- ศศิธรา พิชัยชาญณรงค์. (2554). ยุทธศาสตร์ "2555" กระทรวงศึกษาธิการด้านการอาชีวศึกษา. สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2564, จาก <http://www.vec.go.th/Portals/O/Doc/vecit.pdf>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- สรเดช เลิศวัฒนาภิช. (2560). การพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและคุณลักษณะในการประกอบอาชีพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). *สรุปสาระสำคัญแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564)*. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2563). *รายงานการประเมินคุณภาพในสถานศึกษา (SAR)*. กำแพงเพชร: วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.

- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 17(2), น. 201-207.
- สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 10(2), น. 13-34.
- สุวิธิดา จรุงเกียรติ. (2561). ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (*The Twenty-First Century Skills*). สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2564, จาก <https://www.trueplookpanya.com/education/content/66054/-teaartedu-teaart-teaarttea>
- อริศรา อุ่มสิน. (2560). การศึกษาการทำงานเป็นทีมของครูผู้สอนในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17 (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี).
- Householder, D. L. and Hailey, C. E. (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses*. Retrieved February 20, 2022, from http://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/166.
- Morgan, J. R., Capraro, M. M. and Capraro, R. M. (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and Mathematics (STEM) approach*. Rotterdam: Sense.
- National Research Council. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Washington, DC: National Academy of Science.