



การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1



กิติมาภรณ์ สมบัติพล

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนครสวรรค์

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบ
เชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1"

ของ กิติมาภรณ์ สมบัติพล

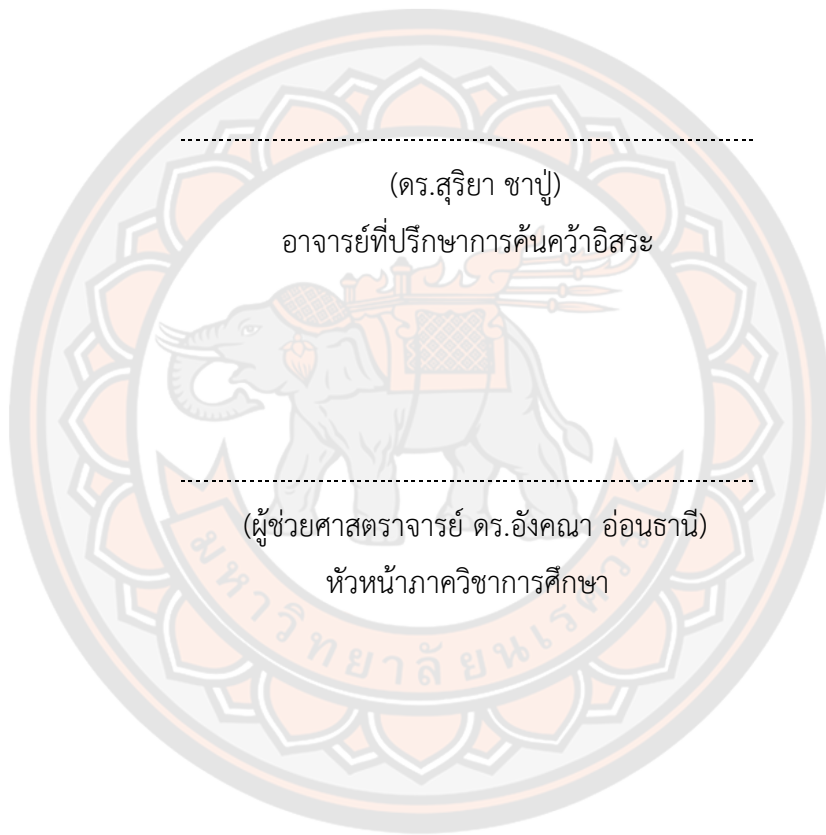
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

(ดร.สุรียา ชาปุ)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1
ผู้วิจัย	กิติมาภรณ์ สมบัติพล
ประธานที่ปรึกษา	ดร.สุรียา ชาปู้
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2564
คำสำคัญ	สะเต็มศึกษา, กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม, ทักษะอาชีพ, แรง และสมดุลของแรง

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง และผลการศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ของสถาบันอาชีวศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 25 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง ดำเนินการโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกกิจกรรม แบบสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ควรเน้นให้ผู้เรียนได้ระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่พบในงานอาชีพช่างอุตสาหกรรม ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติหรือสืบค้นข้อมูลหาแนวทางในการแก้ปัญหาพร้อมกับสมาชิกภายในกลุ่ม วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อดำเนินการสร้างชิ้นงานในการแก้ปัญหาทางานอาชีพช่างอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะอาชีพเพิ่มขึ้นทุกวงจรปฏิบัติการ โดยส่วนใหญ่ทุกทักษะอยู่ในระดับสูง

Title	THE 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
Author	KITIMAPORN SOMBATPOL
Advisor	Suriya Chapoo, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Science Education, Naresuan University, 2021
Keywords	STEM Education, Engineering Design Process, Force and equilibrium force, Career Skills

ABSTRACT

This action research was aimed to study learning management development by STEM Education using Engineering design process under the topic of Forces and Equilibrium of Forces and to investigate the findings of the study regarding learning management development that promotes career skills for the first year High Vocational Certificate Students. The purposive sampling technique was used to select the participants associated with three cycles of action research. The participants were 25 first-year students of High Vocational Certificate in the Vocational Education Institution in Kamphaeng Phet. 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 findings revealed that learning management development by STEM Education using Engineering design process should emphasize students to identify problems from working circumstances found in industrial technicians, allow students to complete and explore the solutions collaborating with group members, as well as planning, and developing solutions. Moreover, the result also indicates

that learning management development by STEM Education using Engineering design process can promote students career skill increasing in each cycle, which revealed at high levels.



ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร.สุรียา ชาปุ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา แนะนำให้ข้อคิดเห็น ตลอดจนเสนอแนะแนวทางในการวิจัยด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา ทำให้ผู้วิจัยสามารถ ดำเนินการวิจัยบรรลุตามวัตถุประสงค์ และท่านยังเป็นผู้ตรวจสอบความบกพร่องต่างๆ จนการศึกษา ค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกันธ์ชัย ชะนูนันท์ อาจารย์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ นางชลธิชา เหล็กกล้า ครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ และนางพชรพร บุษาบุญ ครูชำนาญการวิทยาลัยเทคนิค กำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร ที่ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยให้ข้อเสนอแนะเพื่อ เป็นแนวทางในการปรับเครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณคณะผู้บริหารวิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร คณะครู ที่ให้ความอนุเคราะห์ และ อำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาของการเก็บข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าอิสระ และนักศึกษาที่มีส่วน เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลการศึกษาค้นคว้าอิสระเป็นอย่างดี

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญในการ ช่วยเหลือสนับสนุนในทุกๆด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่าน และขอบใจเพื่อนนิสิต ปริญญาที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

คุณประโยชน์จากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และ สถาบันการศึกษาที่ได้ให้การศึกษาที่ดีแก่ผู้วิจัยตลอดมา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

กิติมาภรณ์ สมบัติพล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
ประกาศคุณูปการ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
คำถามวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างก่อสร้าง.....	10
สะเต็มศึกษา.....	13
ทักษะอาชีพในศตวรรษที่ 21.....	21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	37
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	42

ผู้มีส่วนร่วมวิจัย	42
บริบทของการวิจัย	42
รูปแบบการวิจัย	43
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	44
การสร้างเครื่องมือ.....	45
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	53
การวิเคราะห์ข้อมูล	56
บทที่ 4 ผลการวิจัย	62
คำถามวิจัยข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ตามแนวสะเต็มศึกษา ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ควรมีการ จัดการเรียนรู้อย่างไร	62
คำถามวิจัยข้อที่ 2 ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วย กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง มีทักษะอาชีพเป็น อย่างไร.....	96
บทที่ 5 บทสรุป	115
สรุปผลการวิจัย.....	115
อภิปรายผลการวิจัย.....	118
ข้อเสนอแนะ	126
บรรณานุกรม.....	128
ประวัติผู้วิจัย	189

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 การสังเคราะห์ห้องค์ประกอบพฤติกรรมทักษะอาชีพและตัวชี้วัดเพื่อการวัดประเมินผลผู้เรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้.....	36
ตาราง 2 แสดงโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง.....	46
ตาราง 3 แสดงรายการพฤติกรรมของผู้เรียนที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	51
ตาราง 4 แสดงการเก็บข้อมูลตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวตามแนวสะเต็มด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง.....	54
ตาราง 5 แสดงการเก็บข้อมูลเพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.....	55
ตาราง 6 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทักษะอาชีพ.....	58
ตาราง 7 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติการที่ 1.....	69
ตาราง 8 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติการที่ 2.....	77
ตาราง 9 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติการที่ 3.....	86
ตาราง 10 แสดงสรุปปัญหาที่พบและแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ.....	88
ตาราง 11 แสดงผลการประเมินทักษะอาชีพของผู้เรียนในแต่ละทักษะย่อย.....	97

สารบัญภาพ

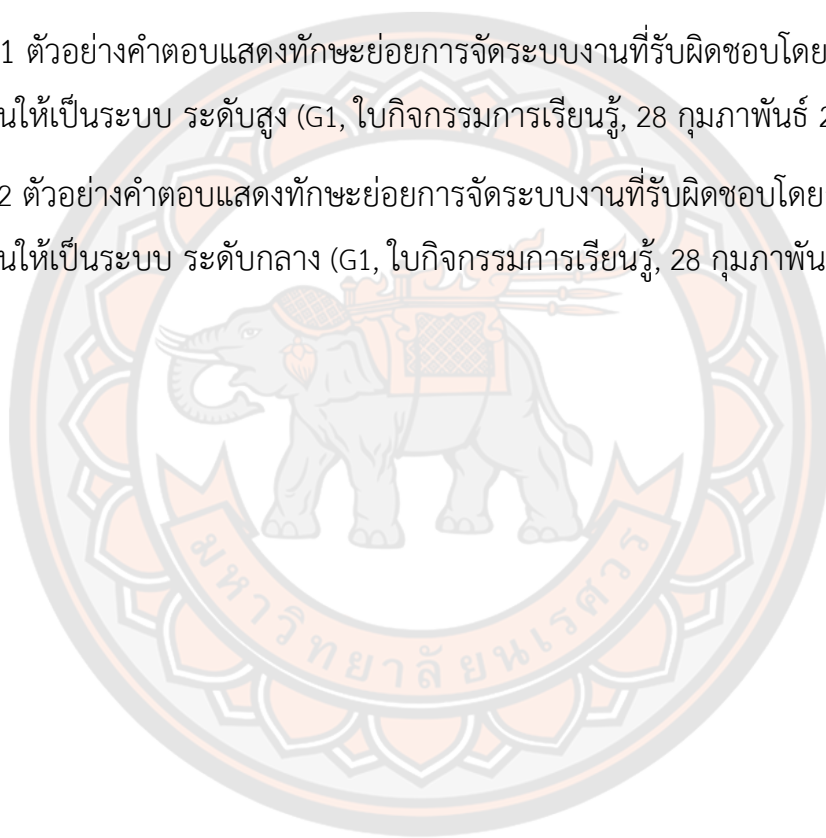
หน้า

ภาพ 1 นักศึกษาทำการรวบรวมข้อมูลแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโครงสร้าง เสาเข็มของผู้เรียน (G1) ในวงจรปฏิบัติที่ 1	65
ภาพ 2 นักศึกษาทำการออกแบบโครงสร้างเสาเข็มของผู้เรียน (G1) ในวงจรปฏิบัติที่ 1...	66
ภาพ 3 นักศึกษาทำการสร้างแบบจำลองโครงสร้างเสาเข็มของผู้เรียน (G4) ในวงจรปฏิบัติที่ 1	67
ภาพ 4 ตัวอย่างการระบุปัญหาและเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กลุ่มผู้เรียนบันทึกลงใบ กิจกรรม (G1) ในวงจรปฏิบัติที่ 2	72
ภาพ 5 ตัวอย่างแบบร่างโครงสร้างสะพานที่กลุ่มผู้เรียนบันทึกลงใบกิจกรรม (G1) ในวงจรปฏิบัติที่ 2	74
ภาพ 6 แสดงผู้เรียนทำการสร้างแบบจำลองโครงสร้างสะพานของผู้เรียน (G5) ในวงจรปฏิบัติที่ 2	75
ภาพ 7 ตัวอย่างโปสเตอร์นำเสนอ เรื่อง โครงสร้างสะพานของกลุ่มผู้เรียน (G3) ในวงจรปฏิบัติที่ 2	76
ภาพ 8 ตัวอย่างการระบุปัญหาและเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กลุ่มผู้เรียนบันทึกลงใบ กิจกรรม (G4) ในวงจรปฏิบัติที่ 3	80
ภาพ 9 ตัวอย่างการรวบรวมข้อมูลและแนวทางแก้ปัญหาที่กลุ่มผู้เรียนบันทึกลงใบกิจกรรม (G1) ในวงจรปฏิบัติที่ 3	81
ภาพ 10 ตัวอย่างแบบร่างโครงสร้างปั้นจั่นที่กลุ่มผู้เรียนบันทึกลงใบกิจกรรม (G4) ในวงจรปฏิบัติที่ 3	82
ภาพ 11 ตัวอย่างแบบร่างโครงสร้างปั้นจั่นที่กลุ่มผู้เรียนบันทึกลงใบกิจกรรม (G1) ในวงจรปฏิบัติที่ 3	82

ภาพ 12 ตัวอย่างภาพการสร้างแบบจำลองโครงสร้างปั้นจั่นของผู้เรียน (G3) ในวงจรปฏิบัติที่ 3	83
ภาพ 13 ตัวอย่างภาพการทำการทดสอบโครงสร้างปั้นจั่นของผู้เรียน (G4) ในวงจรปฏิบัติที่ 3	84
ภาพ 14 ตัวอย่างโปสเตอร์นำเสนอ เรื่อง โครงสร้างปั้นจั่นของผู้เรียน (G1) ในวงจรปฏิบัติที่ 3	85
ภาพ 15 แสดงทักษะย่อยการกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูล	99
ภาพ 16 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูล ระดับสูง (G4, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)	100
ภาพ 17 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูล ระดับกลาง (G5, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2564).....	100
ภาพ 18 แสดงทักษะย่อยการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้.....	101
ภาพ 19 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้น ความรู้ ระดับสูง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565).....	101
ภาพ 20 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้น ความรู้ ระดับกลาง (G3, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2564).....	102
ภาพ 21 แสดงทักษะย่อยการวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน	102
ภาพ 22 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการวิเคราะห์และวางแผนในการทำงานระดับสูง (G4, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565).....	103
ภาพ 23 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน ระดับกลาง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2564).....	103
ภาพ 24 แสดงทักษะย่อยการลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้.....	104
ภาพ 25 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้ระดับสูง (G5, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565).....	104

ภาพ 26 แสดงทักษะย่อยการตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผลความสำเร็จของงาน.....	105
ภาพ 27 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผลความสำเร็จของงาน ระดับสูง (G2, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565).....	105
ภาพ 28 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผลความสำเร็จของงาน ระดับกลาง (G5, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2564).....	106
ภาพ 29 แสดงทักษะย่อยการสังเกตวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา.....	106
ภาพ 30 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการสังเกตวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา ระดับสูง (G4, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565).....	107
ภาพ 31 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการสังเกตวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา ระดับกลาง (G2, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2564).....	107
ภาพ 32 แสดงทักษะย่อยการประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง.....	108
ภาพ 33 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง ระดับสูง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565).....	108
ภาพ 34 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง ระดับกลาง (G5, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2564).....	109
ภาพ 35 แสดงทักษะย่อยรับฟังและยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่นพร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน.....	109
ภาพ 36 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการรับฟังและยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่นพร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ระดับสูง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565).....	110
ภาพ 37 แสดงทักษะย่อยการรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม.....	110

- ภาพ 38 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการ
ดำเนินงานภายในกลุ่ม ระดับสูง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)..... 111
- ภาพ 39 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการ
ดำเนินงานภายในกลุ่ม ระดับกลาง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)... 112
- ภาพ 40 แสดงทักษะย่อยการจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลาและงานให้เป็น
ระบบ 112
- ภาพ 41 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลา
และงานให้เป็นระบบ ระดับสูง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)..... 113
- ภาพ 42 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลา
และงานให้เป็นระบบ ระดับกลาง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565) 114



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันเป็นโลกแห่งศตวรรษที่ 21 มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคม การเมืองการปกครอง มีการขยายตัวทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมีการแข่งขันในด้านเศรษฐกิจและมีความต้องการแรงงานและการจัดองค์กรที่มีความรู้และการคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ ผู้ที่ทำงานต้องมีความรู้ทักษะแบบใหม่สามารถปรับตัวเรียนรู้งานได้อย่างรวดเร็ว สิ่งสำคัญที่สุดของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 คือการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะพื้นฐานที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตแบบใหม่ มีการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ การเสริมสร้างองค์ความรู้ ให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นพร้อมที่จะออกไปทำงานและดำรงชีวิตได้ ซึ่งทักษะชีวิตและทักษะอาชีพเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญและจำเป็นอย่างมากในการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนได้ออกไปใช้ชีวิตในสังคมโลกศตวรรษที่ 21 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ได้กล่าวถึงความจำเป็นในการพัฒนาคุณภาพคนในสังคมไทยให้มีความรอบรู้อย่างเท่ากัน สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปสู่สังคมฐานความรู้ได้อย่างมั่นคง แนวทางพัฒนาดังกล่าวมุ่งเตรียมผู้เรียนให้พร้อมพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงานและทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ตลอดจนการยกระดับคุณภาพการศึกษาสู่ความเป็นเลิศ อันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559)

ทักษะในศตวรรษที่ 21 ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญในการเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ซึ่งประกอบไปด้วยทักษะสำคัญ 3 กลุ่ม คือ ทักษะชีวิตและการทำงาน ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี นอกจากกลุ่มทักษะที่สำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 ได้รวมไว้ครอบคลุมทุกทักษะที่ผู้เรียนควรพัฒนาและส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนแต่ละคน เป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการพัฒนาทั้งด้านสติปัญญา สังคม อารมณ์ และพฤติกรรม ให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาและปรับตัวเข้ากับสังคม เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถเป็นคนเก่ง คนดี และมีความสุขในการเรียนรู้ จึงทำให้เกิดทักษะการเรียนรู้ 3Rs + 8Cs + 2Ls ซึ่ง 3Rs ได้แก่ Reading , (W) Riting และ (A) Rithmetics 8Cs ได้แก่ 1) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา 2) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม 3) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ 4) ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ 5) ทักษะ

ด้านการสื่อสารสารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ 6) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร 7) ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ และ 8) ทักษะการเปลี่ยนแปลง 2Ls ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้ และภาวะผู้นำ (วิจารณ์ พานิช, 2556)

ทักษะอาชีพ เป็นหนึ่งในทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับอนาคต แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-2579 ที่ได้กล่าวถึง เป้าหมายของ สัดส่วนนักเรียนที่ศึกษาต่อสายอาชีวศึกษา : สายสามัญ 70 : 30 จากแนวโน้มการศึกษาจะเห็นได้ว่าการให้ความสำคัญต่อการศึกษาประเภทสายอาชีวศึกษา ค่อนข้างมีความสำคัญมากขึ้นในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ยังมีการกำหนดแนวทางการดำเนินงานในการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ในการพัฒนา การศึกษาด้านการพัฒนาหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอน ได้กำหนดมาตรฐานหลักสูตรและ มาตรฐานสมรรถนะวิชาชีพ ที่สอดคล้องกับความต้องการของสถานศึกษา และสถานประกอบการ เพื่อจัดกระบวนการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดทักษะอาชีพในการดำรงชีวิตในสังคมโลก เน้นที่ ทักษะในการให้บุคคลสามารถวิเคราะห์ตนเองเลือกอาชีพตามความต้องการของตนเอง วิเคราะห์ อาชีพที่เหมาะสมกับบุคลิกภาพ สิ่งแวดล้อม ค่านิยม และ ภูมิหลัง ดังนั้น หากบุคคลที่มีทักษะอาชีพที่ เหมาะสม บุคคลนั้นจะมีความพึงพอใจ มีความมั่นคง และประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิตใน อนาคตซึ่งมีนักวิชาการกล่าวว่า ทักษะอาชีพและการดำรงชีวิตของบุคคลจะได้รับอิทธิพลจาก พันธกรรมของบุคคลนั้นส่วนหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดาส่วนหนึ่ง ภูมิหลังครอบครัว และ อิทธิพลจากการประกอบอาชีพของบิดามารดาอีกส่วนหนึ่ง (Anne, 1964) ซึ่งทักษะอาชีพเป็นการ ประยุกต์ใช้ความรู้ในการทำงานติดต่อสื่อสาร การทำงานเป็นทีม การแสดงภาวะผู้นำและความ รับผิดชอบ ความขยันในการทำงาน (สุวิธิตา จรุงเกียรติกุล, 2561) ดังนั้นการพัฒนาทักษะอาชีพจึง เป็นการพัฒนาความสามารถของบุคคลเพื่อการประกอบอาชีพ

การศึกษามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างกำลังคนเพื่อการประกอบอาชีพที่มีคุณภาพ รองรับการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะการจัดการศึกษาด้านอาชีวศึกษาเพื่อมุ่งผลิตกำลังคน ด้าน วิชาชีพที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนเกิดทักษะอาชีพสามารถไปประกอบอาชีพที่ตอบสนองความต้องการ ของสถานประกอบการ (ชนิษฐา ชัยรัตน์วารรณ, 2561) การจัดการอาชีวศึกษาตามพระราชบัญญัติ การอาชีวศึกษา พ.ศ.2561 มาตรา 6 ได้กำหนดเป้าหมายการจัดการอาชีวศึกษา เพื่อผลิตและพัฒนา กำลังคนในด้านวิชาชีพระดับฝีมือ เป็นการยกระดับการศึกษาให้สูงขึ้นเพื่อสอดคล้องกับความต้องการ ของตลาดแรงงาน สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษาที่ผลิตกำลังคน ด้านวิชาชีพ เข้าสู่ตลาดแรงงาน ได้กำหนดยุทธศาสตร์การปฏิบัติของสำนักงานคณะกรรมการการ อาชีวศึกษานโยบายยุทธศาสตร์การผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาในระยะ 15 ปี (พ.ศ. 2555 - 2569) อาชีวศึกษาเป็นการจัดการศึกษาเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนด้านวิชาชีพอย่างมีคุณภาพและ เพียงพอกับความต้องการพัฒนาของประเทศ และยังสามารถพัฒนาขีดความสามารถกำลังคนด้าน

วิชาชีพในทุกช่วงวัย เน้นการศึกษาที่ผลิตและพัฒนากำลังคนเข้าสู่ตลาดแรงงานเป็นส่วนใหญ่ทั้งในระดับแรงงานฝีมือ (Skilled Labor) และแรงงานกึ่งฝีมือ (Semi – Skilled Labor) ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติควบคู่กับการศึกษาภาคทฤษฎี ให้ผู้เรียนได้มีความรู้และความเชี่ยวชาญทั้งในด้านทฤษฎีและปฏิบัติเพื่อที่จะได้เข้าสู่ตลาดแรงงานตามความต้องการของสถานประกอบการได้

ปัจจุบันพบว่าการพัฒนากำลังคนด้านอาชีวศึกษา ไม่เป็นไปตามความต้องการของสถานประกอบการ เนื่องจากผู้เรียนสายวิชาชีพมีจำนวนลดลงเพราะเปลี่ยนไปเรียนต่อในระดับปริญญาตรี และขาดคุณลักษณะด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการทำงาน (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2552) และหลักสูตรการศึกษายังไม่ชัดเจนว่าจะให้ผู้สำเร็จการอาชีวศึกษาควรที่จะศึกษาต่อในระดับสูงหรือเข้าทำงาน การจัดการเรียนการสอนยังไม่สามารถสร้างสมรรถนะในการปฏิบัติงานได้จริง (ดวงนภา มกรานุรักษ์, 2554) นอกจากนี้คุณภาพด้านสมรรถนะพื้นฐานและวิชาชีพที่จำเป็นในการทำงานในสถานศึกษาที่จัดการศึกษาอาชีวศึกษาบางแห่งไม่เป็นที่ยอมรับของสถานประกอบการ (สุนันทา สังขทัตน์, 2556) เช่น ขาดทักษะในการปฏิบัติงาน ขาดความเชี่ยวชาญด้านภาษาหรือด้านคอมพิวเตอร์ และปัญหาเกี่ยวกับการเรียนไม่ตรงกับสาขาวิชาที่ตลาดแรงงานต้องการ ด้วยเหตุผลง่าย ๆ คือ ผู้เรียนเลือกเรียนตามกระแสที่ส่วนใหญ่เรียนกัน โดยไม่ได้คำนึงถึงความต้องการกำลังคนของสถานประกอบการ

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการจัดการศึกษาในสถานศึกษา พบว่าครูผู้สอนส่วนใหญ่จะเน้นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการบรรยายที่มีผู้สอนเป็นศูนย์กลาง ทำให้นักเรียนขาดทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ไม่สามารถสังเคราะห์องค์ความรู้ ไม่สามารถนำความรู้ ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือไม่เห็นถึงความสำคัญของสิ่งที่เรียน จากการที่ผู้วิจัยสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ที่ผ่านมา ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานก่อสร้างและตกแต่งภายในเนื้อหาในรายวิชานี้จะเป็นเรื่องของเวกเตอร์ แรงแสมดุลของแรง ส่วนใหญ่ที่ผ่านมาผู้วิจัยจะสอนแบบบรรยายเน้นการคำนวณเรื่องแรง เพื่อให้ผู้เรียนนำไปประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาก่อสร้าง เนื่องจากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างก่อสร้าง จุดประสงค์สาขาวิชา เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในหลักการและกระบวนการทำงานในกลุ่มงานพื้นฐานด้านความแข็งแรงของวัสดุ พฤติกรรมของโครงสร้างที่เกี่ยวข้องสถิตศาสตร์และคำนวณหาแรงในโครงสร้าง สามารถประยุกต์ใช้ความรู้และเทคโนโลยีด้านงานก่อสร้างในการพัฒนาตนเองและวิชาชีพ และสามารถปฏิบัติงานวิเคราะห์แก้ปัญหา สร้างสรรค์และนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนางานพร้อมทั้งการตรวจสอบและควบคุมการก่อสร้างได้ เช่น การนำเอาความรู้เรื่องการคำนวณของแรงไปใช้ในการคำนวณโครงสร้างรับน้ำหนักที่อาจเป็นต้นแบบโครงสร้างในงานก่อสร้างตึก ที่ผู้เรียนจะต้องออกไปประกอบอาชีพในอนาคต แต่พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถนำความรู้และการคำนวณในเรื่องแรงแสมดุลของแรงที่เป็นพื้นฐานในงานก่อสร้างไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้

เพราะผู้เรียนไม่ได้ฝึกการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินมาตรฐานการศึกษาของสถานศึกษา มาตรฐานที่ 1 คุณลักษณะของผู้สำเร็จการศึกษาอาชีวศึกษาที่พึงประสงค์ ด้านทักษะและการประยุกต์ใช้ โดยผู้สำเร็จการศึกษาอาชีวศึกษามีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ ๒๑ ทักษะวิชาชีพและทักษะชีวิตเป็นไปตามมาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาแต่ละระดับการศึกษาสามารถประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานและดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีคุณภาพ คิดเป็นร้อยละ ๖๐ อยู่ในระดับดี (สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2563)

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับวิธีการสอนโดยเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 สามารถนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในการปฏิบัติงาน ก่อสร้างได้ ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานก่อสร้างและตกแต่งภายในมีความสนใจที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้ศึกษาวิธีการสอนที่เหมาะสมสอดคล้องกับผู้เรียน พบว่ามี หลากหลายวิธีด้วยกัน เช่น การจัดการเรียนรู้แบบลงมือทำ (Active Learning) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) และการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Base Learning) จากวิธีการสอนดังกล่าว เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้กระตุ้น เพื่อนำความสนใจอันเกิดจากตัวผู้เรียนหรือเกิดจากปัญหาในชีวิตประจำวัน มาใช้ในการทำกิจกรรม ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตัวเอง ทำให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติการฟัง และการสังเกต โดยนักเรียนจะเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ มีการเขียนขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา การวางแผนการทำงานจนสำเร็จได้ผลงานที่เป็นรูปธรรม (ดุขฎิ โยเหลาและคณะ, 2557) ทั้งนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558) โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ เชื่อมโยงแก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการทักษะที่จำเป็นที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมการสอนให้ผู้เรียนนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหามลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (NRC,

2012 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) การจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาจะช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีทักษะการทำงานในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ ทำทนาย และมีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาปรับใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดกับผู้เรียนที่จะเป็นบุคลากรที่ดีมีคุณภาพในอนาคตต่อไป (ธารทิพย์ ช้วนนา, 2562) และการเรียนการสอนแบบสะเต็มยังเป็นการปูพื้นฐานแรงงานบุคลากรในอนาคต ให้พร้อมกับการแข่งขันที่ตอบสนองความท้าทายของภาคธุรกิจ รัฐบาล และที่สำคัญที่สุดคือ การศึกษาสำหรับ ประเทศไทย ควรมีการปรับเปลี่ยนทักษะของผู้เรียนให้สามารถคิดได้ วิเคราะห์และสังเคราะห์ปัญหา พร้อมรับมือกับการทำงานจริงได้ทันที เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับตลาดแรงงาน (บัญญัติ พูลสวัสดิ์, 2560) สำหรับประเทศไทยการจัดการศึกษาแบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกัน จึงเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่เตรียมพร้อมผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถที่จะ ดำรงชีวิตได้ดีและมีคุณภาพในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญ กับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจการพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในประเทศ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556)

จากเหตุผลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในเรื่อง แรงและสมดุลของแรง ผู้เรียนสามารถ นำความรู้มาใช้ในการออกแบบชิ้นงานและแก้ปัญหาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างได้ และยังช่วยส่งเสริม ทักษะอาชีพของผู้เรียนซึ่งเป็นการยกระดับการจัดการอาชีวศึกษาที่มีคุณภาพเพื่อเตรียมความพร้อมที่ เข้าสู่โลกของการทำงาน รู้จักการวางแผนในการประกอบอาชีพ อันเป็นการสร้างอาชีพให้กับผู้เรียน และส่งเสริมทักษะชีวิตและทักษะอาชีพ อันเป็นหนึ่งในทักษะที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ในการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าอย่างยั่งยืน

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง
2. เพื่อศึกษาการส่งเสริมทักษะอาชีพ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วย กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เรื่อง แรงและ สมดุลของแรง

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ควรมีการจัดการเรียนรู้อย่างไร
2. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง มีทักษะอาชีพเป็นอย่างไร

ขอบเขตการวิจัย

1. ด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ รายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานก่อสร้างและตกแต่งภายใน ได้แก่ เรื่องแรงและสมดุลของแรง โดยเนื้อหาประกอบไปด้วย

- โครงสร้างเสาเข็ม เรื่อง แรง
- โครงสร้างสะพาน เรื่อง สมดุลของแรง
- โครงสร้างบันจัน เรื่อง โมเมนต์

2. ด้านแหล่งข้อมูล

ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.1) ของสถาบันอาชีวศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชรจำนวน 25 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

3. สิ่งที่ศึกษา

3.1 การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

- 3.2 ทักษะอาชีพ

4. ระยะเวลา

ดำเนินการทำการวิจัยเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 เวลาเรียน 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1.การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงแก้ปัญหาออกแบบและสร้างชิ้นงานที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างได้ ผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมี 6 ขั้นตอน (NRC,2012) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา คือ เป็นขั้นที่ต้องทำความเข้าใจกับปัญหาวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาซึ่งจะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงาน

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา คือ เป็นขั้นรวบรวมข้อมูลแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาประเมินความเป็นไปได้ข้อจำกัดในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา คือ เป็นขั้นประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบวิธีการในการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา คือ เป็นขั้นกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานแล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงาน คือ เป็นขั้นทดสอบและประเมินชิ้นงานโดยผลที่ได้อาจนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา คือ เป็นขั้นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาต่อไป

2. ทักษะอาชีพ หมายถึง ความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพเบื้องต้นประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ (จันทร์เพ็ญ สุวรรณคร, 2558) ดังนี้

1. การแสวงหาความรู้ คือ การค้นคว้าหาความรู้ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาสร้างองค์ความรู้ใหม่และมีการนำเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการแสวงหาความรู้ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการดำเนินงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของงาน ประกอบไปด้วย

1.1 การกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูล โดยกำหนดเป้าหมายว่าจะสืบค้นข้อมูลอะไรจากที่ไหน ด้วยวิธีการอย่างไร

1.2 การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้

2. ทักษะกระบวนการทำงาน คือ การลงมือทำงานอย่างเป็นระบบเพื่อให้ทำงานได้สำเร็จและบรรลุเป้าหมาย ประกอบไปด้วย

2.1 การวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน

2.2 การลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้

2.3 ตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผลความสำเร็จของงาน

3. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา คือ การมุ่งเน้นให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีกระบวนการตามขั้นตอนในแก้ปัญหา เข้าใจปัญหา และคิดแก้ปัญหานั้นได้ ประกอบไปด้วย

- 3.1 การสังเกต วิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา
- 3.2 การประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง
4. ทักษะการทำงานร่วมกัน คือ การสร้างความสัมพันธ์ที่ดีในการทำงาน และมีความร่วมมือในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างราบรื่น ประกอบด้วย
 - 4.1 รับฟัง และยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่นพร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน
 - 4.2 รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม
5. ทักษะการจัดการ คือ เป็นการจัดระบบงานและระบบคนให้เหมาะสมกับงาน มีบรรยากาศในการทำงาน เพื่อสร้างทีมในการทำงานร่วมกันจนสำเร็จ และบรรลุงานตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ในเรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผู้วิจัยได้ตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างก่อสร้าง

1.1 หลักการของหลักสูตร

1.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1.3 โครงสร้างหลักสูตร

1.4 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 : หมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง วิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานก่อสร้างและตกแต่งภายใน รหัส 30000-1306

2. สะเต็มศึกษา

2.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

2.2 ความหมายของสะเต็มศึกษา

2.3 ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา

2.4 แนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2.5 การวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3. ทักษะอาชีพในศตวรรษที่ 21

3.1 ทักษะในศตวรรษที่ 21

3.2 กระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

3.3 ทักษะอาชีพ

3.4 การประเมินทักษะอาชีพ

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างก่อสร้าง

1. หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมีหลักการที่สำคัญดังนี้

1.1 เป็นหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงเพื่อพัฒนากำลังคนระดับเทคนิคให้มีสมรรถนะ มีคุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณวิชาชีพ สามารถประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานและการประกอบอาชีพอิสระสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติเป็นไปตามกรอบคุณวุฒิแห่งชาติมาตรฐานการศึกษาของชาติและกรอบคุณวุฒิอาชีวศึกษาแห่งชาติ

1.2 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนได้อย่างกว้างขวางเน้นสมรรถนะเฉพาะด้านด้วยการปฏิบัติจริงสามารถเลือกวิธีการเรียนตามศักยภาพและโอกาสของผู้เรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเทียบโอนผลการเรียนสะสมผลการเรียนเทียบโอนความรู้และประสบการณ์จากแหล่งวิทยากร สถานประกอบการและ สถานประกอบอาชีพอิสระ

1.3 เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นให้ผู้สำเร็จการศึกษามีสมรรถนะในการประกอบอาชีพมีความรู้เต็ม ภูมิปฏิบัติได้จริงมีความเป็นผู้นำและสามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี

1.4 เป็นหลักสูตรที่สนับสนุนการประสานความร่วมมือในการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างหน่วยงานและองค์กร ที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชน

1.5 เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษา สถานประกอบการ ชุมชนและท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร ให้ตรงตามความต้องการและสอดคล้องกับสภาพยุทธศาสตร์ของภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถ ในการแข่งขันของประเทศ

2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2.1 เพื่อให้มีความรู้ทางทฤษฎีและเทคนิคเชิงลึกภายใต้ขอบเขตของงานอาชีพ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตและงานอาชีพ สามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมหรือศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

2.2 เพื่อให้มีทักษะและสมรรถนะในงานอาชีพตามมาตรฐานวิชาชีพ สามารถบูรณาการความรู้ ทักษะจากศาสตร์ต่างๆ ประยุกต์ใช้ในงานอาชีพสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

2.3 เพื่อให้มีปัญญา มีความคิดสร้างสรรค์มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วางแผน บริหารจัดการตัดสินใจ แก้ปัญหา ประสานงานและประเมินผลการปฏิบัติงานอาชีพมีทักษะการเรียนรู้ แสวงหาความรู้และแนวทางใหม่ๆ มาพัฒนาตนเองและประยุกต์ใช้ในการสร้างงานให้สอดคล้องกับวิชาชีพและการพัฒนางานอาชีพอย่างต่อเนื่อง

2.4 เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีความมั่นใจและภาคภูมิใจในงานอาชีพ รักงาน รักหน่วยงาน สามารถทำงานเป็นหมู่คณะได้ดี โดยมีความเคารพในสิทธิและหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น

2.5 เพื่อให้เป็นผู้มีพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ต่อต้านความรุนแรงและสารเสพติด ทั้งในการทำงาน การอยู่ร่วมกัน มีความรับผิดชอบต่อครอบครัวองค์กร ท้องถิ่นและประเทศชาติอุทิศตนเพื่อสังคม เข้าใจและเห็นคุณค่าของศิลปวัฒนธรรมไทย ภูมิปัญญาท้องถิ่น ตระหนักในปัญหาและความสำคัญของสิ่งแวดล้อม

2.6 เพื่อให้มีบุคลิกภาพที่ดี มีคุณธรรมจริยธรรม ซื่อสัตย์ มีวินัย มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง ทั้งร่างกายและจิตใจเหมาะสมกับการปฏิบัติงานในอาชีพนั้นๆ

2.7 เพื่อให้ตระหนักและมีส่วนร่วมในการพัฒนาและแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจของประเทศโดยเป็นกำลังสำคัญในด้านการผลิตและให้บริการ

2.8 เพื่อให้เห็นคุณค่าและดำรงไว้ซึ่งสถาบันชาติศาสนาและพระมหากษัตริย์ ปฏิบัติตนในฐานะพลเมืองดี ตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

3. โครงสร้างหลักสูตร

โครงสร้างของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 แบ่งเป็น 3 หมวดวิชา และกิจกรรมเสริมหลักสูตร ดังนี้

3.1 หมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง

- 3.1.1 กลุ่มวิชาภาษาไทย
- 3.1.2 กลุ่มวิชาภาษาต่างประเทศ
- 3.1.3 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์
- 3.1.4 กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์
- 3.1.5 กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์
- 3.1.6 กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์

3.2 หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ

- 3.2.1 กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐาน
- 3.2.2 กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ
- 3.2.3 กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเลือก
- 3.2.4 ฝึกประสบการณ์สมรรถนะวิชาชีพ
- 3.2.5 โครงการพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพ

3.3 หมวดวิชาเลือกเสรี

3.4 กิจกรรมเสริมหลักสูตร

จำนวนหน่วยกิตของแต่ละหมวดวิชาและกลุ่มวิชาในหลักสูตรให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างของแต่ละประเภทวิชาและสาขาวิชา การพัฒนารายวิชาในกลุ่มสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐานและกลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะจะเป็นรายวิชาบังคับ ที่สะท้อนความเป็นสาขาวิชาตามมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพ ด้านสมรรถนะวิชาชีพของสาขาวิชา ซึ่งยึดโยงกับมาตรฐานอาชีพ จึงต้องพัฒนากรูปรายวิชาให้ครบจำนวนหน่วยกิตที่กำหนด และผู้เรียนต้องเรียนทุกรายวิชา สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันสามารถจัดรายวิชาเลือกตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือพัฒนาเพิ่มตามความต้องการเฉพาะด้านของสถานประกอบการหรือตามยุทธศาสตร์ภูมิภาค เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขและมาตรฐานการศึกษาวิชาชีพที่ประเภทวิชาสาขาวิชาและสาขางานกำหนด

4. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 : หมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง วิทยาศาสตร์เพื่องานก่อสร้างและตกแต่งภายใน รหัส 30000-1306

โครงสร้างหลักสูตรได้กำหนดให้นักเรียนเรียนกลุ่มวิชา วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 หน่วยกิต วิชาวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายใน เป็นวิชาที่สถาบันอาชีวศึกษาแห่งหนึ่งได้เลือกสำหรับการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 1 โดยมีรายละเอียดรายวิชา ดังนี้

จุดประสงค์รายวิชา

1. เข้าใจหลักการและการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ในงานก่อสร้างและตกแต่งภายใน
2. สามารถคำนวณ ทดลอง แก้ปัญหา วางแผน ตรวจสอบ และประยุกต์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในงานอาชีพที่เกี่ยวข้อง
3. มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายใน และกิจนิสัยที่ดีในงานอาชีพ

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์แรงและสมมูลของแรง การเคลื่อนที่ งานและพลังงาน โมเมนตัม สมบัติของแข็ง ของเหลวและแก๊ส ความร้อน และการถ่ายโอนความร้อน ปริมาณสารสัมพันธ์ สารละลายพอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์
2. คำนวณข้อมูลเกี่ยวกับเวกเตอร์แรงและสมมูลของแรง การเคลื่อนที่ งานและพลังงาน โมเมนตัม สมบัติของแข็ง ของเหลวและแก๊ส การถ่ายโอนความร้อน ปริมาณสารสัมพันธ์สารละลายตามหลักการและทฤษฎี
3. ทดลองตรวจสอบและแก้ปัญหาเกี่ยวกับ เวกเตอร์แรงและสมมูลของแรง การเคลื่อนที่ งานและพลังงาน โมเมนตัม สมบัติของแข็ง ของเหลวและแก๊ส ความร้อน และการถ่ายโอนความร้อน ปริมาณสารสัมพันธ์ สารละลาย พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์ ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายในในงานอาชีพ เข้าใจหลักการและการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ในงานก่อสร้างและตกแต่งภายใน

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติวิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายในเกี่ยวกับเวกเตอร์แรงและสมมูลของแรง การเคลื่อนที่ งานและพลังงาน โมเมนตัม สมบัติของแข็ง ของเหลวและแก๊ส ความร้อนและการถ่ายโอน ความร้อน ปริมาณสารสัมพันธ์ สารละลาย พอลิเมอร์และผลิตภัณฑ์และการประยุกต์ใช้ในงานอาชีพที่เกี่ยวข้อง

สะเต็มศึกษา

1. ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

การพัฒนาประเทศในศตวรรษที่ 21 เป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับประเทศทั่วโลก โดยเป้าหมายคือ การพัฒนาให้เยาวชนมีความรู้ความสามารถทางเทคโนโลยีควบคู่ไปกับการมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม การมีความรู้และทักษะในวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี อาจยังไม่เพียงพอสำหรับประเทศที่กำลังขาดแคลนแรงงานคุณภาพดีหรือแรงงานที่สามารถนำความรู้ทั้งหลายมาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องใช้ต่างๆสำหรับการดำรงชีวิตในปัจจุบันและอนาคต

แนวคิดสะเต็มศึกษามีจุดเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นประเทศหนึ่งที่กำลังประสบปัญหาการขาดแคลนแรงงานคุณภาพ เยาวชนไม่สนใจการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งเมื่อสำเร็จการศึกษา ผู้เรียน ไม่สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้เพื่อการประกอบอาชีพโดยเฉพาะอาชีพวิศวกร ซึ่งกำลังเป็นอาชีพที่ขาดแคลนมากในประเทศสหรัฐอเมริกา (Koehler, Faraclas, Giblin, Moss and Kazerounian, 2013) ดังนั้น รัฐบาลสหรัฐอเมริกาจึงได้ดำเนินการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ โดยตั้งเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ว่า ต้องพัฒนาให้ ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับความรู้และทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์

นอกจากประเทศสหรัฐอเมริกาแล้วในประเทศอื่นๆ ต่างก็ตื่นตัวและให้ความสนใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เช่น ในประเทศจีน โดยในปี พ.ศ. 2558 ประเทศจีนจะผลิตบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ STEM Degree ประมาณ 3.5 ล้านคน ซึ่งไม่รวมในระดับปริญญาโทและปริญญาเอก ซึ่งแสดงถึงความสำคัญของสถานการณ์และความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในอนาคต (พรทิพย์ศิริภัทรราชย์, 2556, น. 51)

ส่วนในประเทศไทยในช่วงหลายปีที่ผ่านมาพบว่า อัตรากำลังคนของบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ในช่วงศตวรรษที่ 20 มีแนวโน้มลดลงและนักเรียนที่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีความสนใจในการศึกษาต่อด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ลดลง อีกทั้งผลการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีแนวโน้มลดลง ปรากฏการณ์ดังกล่าวข้างต้น สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาในการจัดการเรียนรู้ซึ่งอาจทำให้นักเรียนขาดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อีกทั้งขาดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ดังกล่าวกับชีวิตประจำวันรวมถึงการประกอบอาชีพในอนาคต เพื่อสร้างแรงบันดาลใจและช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย ทั้งเป็นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 อันเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตเพื่อสร้างอาชีพให้แก่เยาวชน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education: STEM Education) ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ และประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ นอกจากนี้ ในระหว่างการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้เรียนยังได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

2. ความหมายของสะเต็มศึกษา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่ามี การให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้มากมาย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ให้ความหมายสะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต โดยการจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และได้นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556) สะเต็มศึกษา คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาขาวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัวเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงวิชามาใช้ในการแก้ปัญหาและพัฒนา

สิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนต่างๆ นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557) ได้ให้ความหมายสะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการของ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยมีการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดกับผู้เรียนเข้ากับการเรียนรู้ด้านเนื้อหา รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ และทักษะของการเรียนรู้ หรือการทำงานแบบร่วมมือ

Maryland State Board of Education (2012) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ สะเต็มศึกษา คือ วิธีการสอนและการเรียนรู้ที่รวมเนื้อหาและทักษะของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยมาตรฐานของการเรียนการสอนแบบสะเต็มได้กำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ผสมผสานกับเนื้อหาวิชาซึ่งคาดหวังว่าให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนที่เชี่ยวชาญทางด้านสะเต็ม โดยพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจะรวมไปถึงการใช้ตรรกะเหตุผล การทำงานร่วมกัน และการตรวจสอบหาความจริงต่างๆ และที่สำคัญเป้าหมายของสะเต็มศึกษาคือการเตรียมความพร้อมสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา และพร้อมสำหรับแรงงานในศตวรรษที่ 21

จากความหมายของสะเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหา ในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

3. ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีความมุ่งหมายที่สอดคล้องกับนิยามของสะเต็ม โดยออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ใช้ฐานแนวคิดที่สอดคล้องและต่อยอดจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางโดยออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ใช้ฐานแนวคิดที่สอดคล้องและต่อยอดจากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) และอาจจะมีการเชื่อมโยงระหว่างมาตรฐานหรือ

ตัวชี้วัด ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์หรือต่างกลุ่มสาระหรือต่างวิชา ซึ่งสอดคล้องกับระดับการบูรณาการ ขั้นสูงคือข้ามสาขาวิชา โดยรูปแบบของกิจกรรมจะเน้นการออกแบบกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา (มนตรี จุฬาวัฒนทล, 2556; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้และทักษะไปใช้อย่างมีความหมายจากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยและประสบการณ์วิชาการรับใช้สังคมของผู้เขียน จึงนำเสนอกรอบในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ซึ่งมีลักษณะสำคัญที่จำเป็น (Key features) ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 6 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. มีการบูรณาการความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์อย่างชัดเจนตามบริบทเนื้อหาและระดับความรู้ในแต่ละขั้นของผู้เรียน (สะเต็มศึกษา ประเทศไทย, 2558) โดยมุ่งเน้นการรู้เรื่องสะเต็ม (STEM Literacy) เป็นเป้าหมายหลัก (สุธีระ ประเสริฐสุสรณ์, 2558; Zollman, 2012)

2. การออกแบบกิจกรรม อ้างอิงตามกรอบการพัฒนาแนวคิดแบบ"ความก้าวหน้าในการเรียนรู้" (learning progression) (ลือชา ลดาชาติ, 2555; 2559; Duschl & Bismack, 2016) ทั้งในมิติเนื้อหาและกระบวนการรวมทั้งใช้หลักการของการจัดหลักสูตรแบบเกลียว (spiral curriculum) โดยผู้เรียนจะเพิ่มพูนความรู้จากระดับพื้นฐานไปสูงระดับ สูงตามลำดับพัฒนาการทางสติปัญญาของแต่ละช่วงวัย

3. การเรียนรู้ต้องเชื่อมโยงกับผู้เรียน บริบทที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน และเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายโดยอาจจะยึดกรอบแนวคิดบริบทตาม PISA OECD รวมทั้ง ประเด็นที่ผู้สอนต้องการเน้น ซึ่งอาจจะเป็นนโยบายของสถานศึกษา หรือเป็นประเด็นเร่งด่วน เช่น นโยบายดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ หรือความเข้าใจเรื่องพลังงานในภาพรวมของประเทศ

4. ผู้เรียนผ่านประสบการณ์การเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Learning, 2011) ที่เน้นการพัฒนาทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ควบคู่ไปกับ การเรียนรู้เนื้อหาและทักษะของวิชาแกน

5. กิจกรรมเน้นการออกแบบและแก้ปัญหา โดยการลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การรังสรรค์ชิ้นงาน/โครงการตามแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project-based Learning) ที่เน้นกระบวนการออกแบบ หรือ แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา

6. เน้นการวัดผลตามสภาพจริง (Authentic assessment) และการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน (Formative assessment) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมสะเต็มคือโครงการหรือชิ้นงาน (Project/artifact) หรือ การแก้ปัญหา

4. แนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify and challenge) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้เรียนแก้ปัญหาจะนึกถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุประกอบไปด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาจึงต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้น เพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) ขั้นตอนนี้จะทำการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการในขั้นตอนนี้โดยควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา แล้วจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นสำเร็จแล้วจึงทำการประเมินแนวคิดเหล่านั้นโดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา (Plan and develop) ในการวางแผนการดำเนินงานผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน ในขั้นตอนของการพัฒนาผู้แก้ปัญหาต้องวาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (Test and evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดลองและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

National Research Council หรือ NRC ได้นำเสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน (NRC, 2012 อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)เป็นการทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นได้เข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์บอสตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา (Museum of Science,Boston) ได้มีการคิดค้นโครงการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering and Technological literacy) หรือเรียกว่า Engineering is Elementary (EiE) เพื่อวิจัยและพัฒนาหลักสูตรมาตรฐาน และนำหลักสูตรนี้ไปใช้ในชั้นเรียนโดยกำหนดให้มีการบูรณาการแนวความคิดด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี และทักษะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจะใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ค้นหาปัญหา (Ask) ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องระบุว่าปัญหาคืออะไร มีวิธีการอย่างไร และมีข้อจำกัดอะไร

ขั้นที่ 2 สร้างแนวคิด (Imagine) ผู้เรียนจะร่วมกันระดมความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมดหลังจากนั้นจึงเลือกแนวทางที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 3 วางแผนลงมือปฏิบัติ (Plan) ในขั้นนี้จะให้ผู้เรียนวาดแผนภาพรวมถึงทำรายการสิ่งที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 สร้างชิ้นงาน (Create) ขั้นนี้ผู้เรียนจะได้ลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงานตามที่ได้วางแผนไว้ จากนั้นจึงนำไปทดสอบเพื่อดูประสิทธิภาพของชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบ (Improve) สำหรับในขั้นนี้จะเป็นการตรวจสอบดูว่าชิ้นงานของผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จหรือไม่ หากชิ้นงานของผู้เรียนไม่ประสบผลสำเร็จผู้เรียนจะต้องนำชิ้นงานไปปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของ National Research Council (NRC) ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ชิ้นงานและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เนื่องจากเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานก่อสร้างและตกแต่งภายใน เรื่อง แรงและสมดุลของแรง เพื่อให้ผู้เรียนได้วางแผนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน สามารถแก้ปัญหา คิดค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหอย่างเหมาะสม และสามารถกำหนดบทบาทของตนเองภายในกลุ่ม ได้นำเสนอแนวคิดของตนเองให้แก่ผู้อื่นสมาชิกอื่นในกลุ่ม ทำให้ได้มีโอกาสในการพัฒนาแนวคิดและปรับปรุงชิ้นงานที่ผู้เรียนได้สร้างขึ้นอีกด้วย

4. การวัดและประเมินผลตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ควบคู่กันกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นกระบวนการที่จะได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน ทำให้ได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้ตามศักยภาพ การประเมินผลเป็นหนึ่งใน การประกันคุณภาพการศึกษาทั้งภายในและภายนอก พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้ระบุถึงวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สถานศึกษาจัดการประเมินผล โดยพิจารณาจากการพัฒนาการของผู้เรียน การสังเกตพฤติกรรมการเรียน ความประพฤติ การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติฉบับดังกล่าวทำให้เห็นแนวทางการวัดผลและประเมินผลตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. การวัดผลและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้จะต้องดำเนินการควบคู่กันไปอย่างสอดคล้องและต่อเนื่อง
2. ในการจัดการเรียนรู้มุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ และเจตคติการประเมินพัฒนาการของผู้เรียนจึงต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกด้าน

3. เพื่อให้การประเมินครอบคลุมทุกด้านและได้ข้อมูลเพียงพอที่จะประเมินพัฒนาการ ความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน จะต้องใช้กระบวนการและวิธีการประเมินผลหลากหลาย วิธี และต่อเนื่องทั้งการสังเกตพฤติกรรมการเรียนและการเข้าร่วมกิจกรรมการวัดผลและประเมินผล ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและที่ผู้เรียนแสดงออกขณะ ทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติ และความสามารถที่แท้จริง ของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและตัว ผู้สอน ที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ใน ระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดอ่อนใดที่ควรจะได้รับ การแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการ จัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องเช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความถนัด และความสนใจของแต่ละบุคคล ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังนี้

3.1 การประเมินจากสภาพจริง(authentic assessment)คือ การประเมินความสามารถที่ แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิด ระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมิน จากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้านโดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธี ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มาก พอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้ ลักษณะสำคัญของการประเมิน จากสภาพจริง

3.1.1 การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลาย ๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

3.1.2 สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียน สามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง

3.1.3 เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้าน ต่างๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

3.1.4 เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการ ประเมินหลายๆ ด้าน และหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้

การส่งเสริมและวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความสนใจและความสามารถของแต่ละบุคคล

3.1.5 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนและการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป

3.1.6 เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเองเชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้

3.1.7 เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

3.2 การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)

3.2.1 ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง หรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

3.2.2 การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออกกระบวนการทำงานและผลผลิตของงานจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

3.2.3 ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน

สรุปการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเน้นการประเมินตามสภาพจริง และประเมินการพัฒนาของนักเรียน

ทักษะอาชีพในศตวรรษที่ 21

1. ทักษะในศตวรรษที่ 21

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง มีกรอบแนวคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 การศึกษาต้องยึดผลลัพธ์ในแง่ของความรู้ ทักษะแห่งศตวรรษใหม่และวิชาแกน ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่โรงเรียน สถานที่ทำงานและชุมชนต่างเห็นคุณค่าว่าจำเป็นอย่างยิ่งต่อโลกของ

การทำงานและการศึกษาขั้นสูง ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 คือ เครื่องมือที่ต้องใช้เพื่อเป็นบันไดทาง เศรษฐกิจและสังคมในระดับสูง ผู้เรียนต้องมีความรู้ในเนื้อหาและทักษะที่จะประยุกต์ใช้และปรับเปลี่ยนความรู้เหล่านั้นให้เข้ากับเป้าหมายที่ยังเป็นประโยชน์และสร้างสรรค์ รวมถึงการเรียนรู้ อย่างต่อเนื่องตามเนื้อหาและสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปกรอบความคิดนี้ถูกพัฒนาร่วมกันองค์กรเกือบ 40 องค์กรที่เป็นสมาชิก ซึ่งรวมถึงสมาคมการศึกษาแห่งชาติ (National Education Association) กรอบ ความคิดนี้ถูกนำเสนอแก่ผู้กำหนดนโยบาย นักการศึกษา นักธุรกิจ องค์กรชุมชน และผู้ปกครอง นักเรียนที่เห็นด้วยเป็นอย่างยิ่งว่าทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นสิ่งจำเป็นต่อความสำเร็จในปัจจุบัน (Kay, 2010, p. 25 อ้างถึงโดย พิษญา ตีมี, 2559) กรอบแนวคิดการเรียนรู้ทักษะในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย

1. วิชาแกน (core subject) ได้แก่ ภาษาอังกฤษ การอ่าน ศิลปะการใช้ภาษา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาต่างประเทศ หน้าที่พลเมือง การปกครอง เศรษฐศาสตร์ ศิลปะ ประวัติศาสตร์และ ภูมิศาสตร์

2. เนื้อหาสำหรับศตวรรษที่ 21 เนื้อหาในสาขาใหม่ๆ ที่สำคัญต่อความสำเร็จในที่ทำงาน และชุมชนแต่ไม่ได้เน้นในโรงเรียนทุกวันนี้ ได้แก่ จิตสำนึกต่อโลก ความรู้ พื้นฐานด้านการเงิน เศรษฐกิจธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ ความรู้พื้นฐานด้านพลเมือง และความตระหนักในสุขภาพ และสวัสดิภาพ

3. ทักษะการเรียนรู้ และการคิด นอกจากการเรียนรู้ เนื้อหาทางวิชาการแล้ว นักเรียน จำเป็นต้องรู้จักวิธีเรียนรู้ อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต รู้จักใช้สิ่งที่เรียนมาอย่างมีประสิทธิภาพและ สร้างสรรค์ ทักษะการเรียนรู้และการคิด ประกอบด้วย การคิดเชิงวิพากษ์และทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสารทักษะการสร้างสรรค์และการผลิตนวัตกรรม ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการ เรียนรู้ตามบริบทและทักษะพื้นฐานด้านข้อมูลและสื่อ

4. ความรู้พื้นฐานไอซีทีความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คือ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความรู้และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยใช้บริบทของ การเรียนรู้วิชาแกน ซึ่งผู้เรียนต้องใช้เทคโนโลยีให้เป็นเพื่อเรียนรู้เนื้อหาและทักษะจะได้รู้จักวิธีการ เรียนรู้แก้ปัญหา การคิดเชิงวิพากษ์ การใช้ข้อมูลข่าวสาร การสื่อสาร การผลิตนวัตกรรม และการ ร่วมมือทำงาน

5. ทักษะชีวิต ครูที่ดีต้องรู้จักการสอดแทรกทักษะชีวิตลงไปในบทเรียนเพื่อเพิ่มความทำ ทายในการเรียนปัจจุบัน เป็นการผสมผสานทักษะที่จำเป็นเหล่านี้ในโรงเรียนอย่างจงใจและรอบด้าน ทักษะชีวิตได้แก่ความเป็นผู้นำ ความมีจริยธรรม การรู้ จักรับผิดชอบ ความสามารถในการปรับตัว

การรู้จักเพิ่มพูนประสิทธิผลของตนเองความรับผิดชอบต่อตนเอง ทักษะในการเข้าถึงคน ความสามารถในการชี้นำตนเอง และความรับผิดชอบต่อสังคม

6. การประเมินในศตวรรษที่ 21 เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการศึกษาในศตวรรษที่ 21 การประเมินผล โดยมีการวัดประเมินผลที่สำคัญอยู่ 5 ประการ คือ ทักษะการเรียนรู้และความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไอซีที เนื้อหาในศตวรรษที่ 21 วิชาแกน และทักษะชีวิต ดังนั้นการประเมิน ควรทำไปพร้อมกับการประเมินวิชาแกน เพราะการประเมินที่แยกขาดกัน จะส่งผลให้เป้าหมายในการรวมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้ากับวิชาแกนทำให้การประเมินมีประสิทธิภาพ และเสียค่าใช้จ่ายน้อยลง ซึ่งแบบทดสอบมาตรฐานเพียงอย่างเดียวใช้วัดทักษะการรู้ ที่เรียนได้ไม่ก็อย่าง การประเมินต้องผสมผสานให้สมดุลระหว่างแบบทดสอบมาตรฐานที่มีคุณภาพ กับการประเมินในชั้นเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ จึงจะเกิดเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพสำหรับครูและนักเรียนในการเรียนรู้เนื้อหาและทักษะที่จำเป็นต่อความสำเร็จรอบความคิดเพื่อการเรียนรู้ ได้แสดงให้เห็นถึงการบูรณาการระหว่าง 3 องค์ประกอบ คือ วิชาแกน แนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยทักษะ 3 กลุ่ม ได้แก่

1.1 การสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) คือ การที่ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่นได้ และเกิดนวัตกรรมที่ประสบความสำเร็จ ประกอบด้วย

1.1.1 การคิดสร้างสรรค์ (Think Creativity) เป็นการใช้ความคิดที่อิสระในการออกแบบเทคนิค มาจากหลายวิธีการ เช่น การระดมสมอง (brainstorming) สร้างสิ่งใหม่ซึ่งเป็นแนวคิดที่มีคุณค่า สร้างขึ้นจากการวิเคราะห์และประเมินเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.1.2 การทำงานกับคนอื่น ๆ อย่างสร้างสรรค์ (Work Creativity with Others) เป็นการสร้างและสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ให้ผู้อื่นทราบอย่างมีประสิทธิภาพ แสดงออกโดยปฏิบัติอย่างริเริ่มสร้างสรรค์และเข้าใจข้อจำกัดที่เป็นจริง มองเห็นว่าแม้จะล้มเหลวแต่ได้มีโอกาสเรียนรู้และเข้าใจว่าความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมต้องใช้เวลายาวนาน

1.1.3 การนำนวัตกรรมไปใช้ (Implement Innovations) คือ การนำความคิดริเริ่มไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่องาน ทำให้ผลงานนั้นเป็นนวัตกรรม

1.2 การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา (Critical thinking and Problem solving) ความสามารถของแต่ละบุคคลที่ให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถตอบคำถามและแก้ปัญหาได้ วิเคราะห์และประเมินทางเลือกที่ชัดเจน และสะท้อนการวิเคราะห์ในการตัดสินใจและกระบวนการประกอบด้วย

1.2.1 การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ (Reason Effectively) คือ การใช้วิธีหาเหตุผลจากหลากหลายวิธี เช่น การอุปมา อุปไมย

1.2.2 การคิดอย่างเป็นระบบ (Use Systems Thinking) คือ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ส่วนย่อยและจึงมองเป็นภาพรวม

1.2.3 การพิจารณาและตัดสินใจ (Make Judgments and Decisions) คือ การวิเคราะห์และประเมินข้อมูล แนวคิดอย่างมีประสิทธิภาพ สังเคราะห์และเห็นความเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศและข้อถกเถียง ตีความข้อมูลและลงข้อสรุป สะท้อนสิ่งที่เรียนรู้ อย่างมีวิจรรย์ญาณ

1.2.4 การแก้ปัญหา (Solve Problem) คือ การแก้ปัญหาในรูปแบบต่างๆ โดยใช้วิธีปกติและวิธีใหม่ๆ วิเคราะห์คำถามสำคัญเพื่อให้ความคิดชัดเจนขึ้นและนำไปสู่การลงข้อสรุป

1.3 การสื่อสารและความร่วมมือ (Communication and Collaboration) คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลที่สื่อสารได้อย่างชัดเจน ในการพูด การเขียน และที่ไม่ใช้ภาษาการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพและมีความรับผิดชอบ ประกอบด้วย

1.3.1 การสื่อสารอย่างชัดเจน (Communicate clearly) คือ การแยกแยะแนวคิดอย่างมีเหตุผลโดยใช้การสนทนา การเขียนและทักษะการสื่อสารต่างๆ ในหลายรูปแบบและในหลายบริบทฟังอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเข้าใจความหมาย ความรู้ ค่านิยม ทศนคติ และจุดมุ่งหมาย ใช้การสื่อสารหลายๆ วิธีที่จะสนองต่อจุดประสงค์ ใช้สื่อและเทคโนโลยีและสามารถประเมินผลกระทบสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพในหลากหลายบรรยากาศ

1.3.2 การร่วมมือทำงาน (Collaboration) หมายถึง แสดงออกถึงความสามารถที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้รับการยอมรับในทีมที่ทำงานด้วย มีความยืดหยุ่นและเต็มใจที่จะทุ่มเทในการทำงานให้สำเร็จเพื่อให้สู่เป้าหมายของงาน มีความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกับผู้อื่นและเห็นคุณค่าของความคิดที่มาจากสมาชิกกลุ่ม

2. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media and Technology Skills) คือ การแสดงความสามารถได้หลากหลาย และมีความคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณผ่านการใช้สื่อและเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้น การเข้าถึงข้อมูลอย่างอิสระ การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในเครื่องมือเทคโนโลยีและความสามารถในการช่วยเหลือ คนในยุคนี้จึงควรมีความสามารถหลักๆ เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ได้แก่ เข้าถึงข้อมูลอันมหาศาลได้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและเครื่องมือ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและแบ่งปันข้อมูลกับผู้อื่น ซึ่งทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ประกอบด้วย

2.1 การรู้สารสนเทศ (Information Literacy) คือ ความสามารถในการจำแนกประเมินและใช้อย่างมีประสิทธิภาพในข้อมูลที่จำเป็น ประกอบด้วย การเข้าถึงและประเมินข้อมูลและการใช้และจัดการสารสนเทศ (Use and manage information)

2.2 การรู้ทันสื่อ (Media Literacy) คือ ความสามารถของบุคคลในการออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพ วิเคราะห์สื่อ (Analyze Media) และการสร้างชิ้นงานที่เป็นสื่อ (Create media products)

2.3 ความรู้เกี่ยวกับสารสนเทศ การสื่อสารและเทคโนโลยี (Information, Communication and Technology Literacy) คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ และใช้เครือข่ายทางสังคมในการสื่อสารและจัดการกับข้อมูลอย่างสร้างสรรค์

3. ทักษะชีวิตและการทำงาน (Life and Career Skills) คือ ความสามารถในการประเมิน ชี้นำแนวทางการดำรงชีวิตที่ซับซ้อนและการทำงานในโลกที่มีการแข่งขันสูง ความสามารถของแต่ละบุคคลที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพกับทีมที่หลากหลาย การเปิดใจยอมรับความคิดที่หลากหลาย แสดงการปฏิบัติตามหลักจริยธรรมและรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม สิ่งแวดล้อมในการทำงาน และชีวิต มีความสามารถในการอยู่ได้ท่ามกลางชีวิตที่สับสนและสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่มีการแข่งขันกันในระดับโลก จึงจำเป็นต้องสร้างให้ผู้เรียนมีทักษะชีวิตและอาชีพ ดังต่อไปนี้

3.1 ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว (Flexibility and Adaptability) คือ ความสามารถในการปรับบทบาทไปสู่การเปลี่ยนแปลงได้ และให้ผลสะท้อนกลับอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย การปรับเปลี่ยนได้ (adapt to change) และมีความยืดหยุ่น (be flexible)

3.2 การคิดริเริ่มและการชี้นำตนเอง (Initiative and self-direction) คือ ความสามารถในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการตั้งเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถทำงานได้อย่างอิสระ ประกอบด้วย จัดการเรื่องเป้าหมายและวางแผนการทำงาน ทำงานได้อย่างอิสระและผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้

4. ทักษะทางสังคมและการเรียนรู้ด้านวัฒนธรรม (social and Cross-culture skill) คือ การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เคารพและยอมรับความแตกต่างทางสังคมและวัฒนธรรม ประกอบด้วย การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และการทำงานกับทีมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1 การเพิ่มผลผลิตและการรู้รับผิดชอบ (productivity and accountability) คือ การจัดการและเผชิญเป้าหมาย ความจำเป็นที่มาก่อน การจัดการเวลาทำงาน ประกอบด้วย จัดการกับโครงการได้ และสร้างผลผลิตได้

4.2 ความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบต่อสังคม (Leadership and responsibility) คือ ความสามารถของบุคคลในการทำงานและการเอาใจใส่สังคม ประเมินจุดแข็งของผู้อื่นไปยังเป้าหมายที่

บรรลุผล ประกอบด้วย การชี้แนะและนำคนอื่นได้ และมีความรับผิดชอบต่อผู้อื่นกรอบความคิดหลักสำหรับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

วิจารณ์ พานิช (2556) ได้เสนอกรอบแนวคิดในศตวรรษที่ 21 ว่าการเรียนรู้ต้องไม่ใช่แค่เพื่อให้ได้ความรู้ แต่ต้องได้ทักษะ การเรียนให้ได้ทักษะเพื่อนำไปใช้โดยเฉพาะทักษะในการสร้างแรงบันดาลใจและทักษะการเรียนรู้ อ่านออกเขียนได้ไม่พอ ต้องกล่อมเกลาศึกฝึกฝนสำนึกความเป็นคนดี เป็นมนุษย์ที่แท้ Learning Skills ต้องประกอบด้วย 3 ส่วน เพื่อให้เข้าใจได้ง่าย และสามารถแจกแจงทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 เพื่อที่จะเป็นแนวทางนำไปพัฒนานักศึกษาในศตวรรษนี้ได้ และสามารถจำได้ง่ายคือ 3Rs 8Cs 2Ls ดังนี้

3 Rs ได้แก่

1) Reading (การอ่าน) 2) (W) Riting การเขียน และ 3) (A) Rithmetic คณิตศาสตร์ ทั้งหมดไม่ได้หมายความว่า อ่านออก เขียนได้ คิดเลขเป็นเท่านั้น แต่หมายรวมถึง การเกิดนิสัยรักการอ่าน อ่านแล้วเกิดสุนทรีย์ เกิดความสุข อ่านแล้วจับใจความเป็น สำหรับการเขียนต้องเขียนสื่อสารได้ ย่อความเป็นสรุปใจความสำคัญได้ รู้วิธีการเขียนหลาย ๆ แบบ ส่วนการคิดนั้น ควรเน้นให้เกิดทักษะการคิดแบบนามธรรม

8 Cs ได้แก่

ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา Critical Thinking & Problem Solving

ทักษะการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม Creativity & Innovation

ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ Collaboration Teamwork and Leadership

ทักษะความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ Cross-Cultural Understanding

ทักษะด้านการสื่อสารสนเทศ Communication Information & Media Literacy และรู้เท่าทันสื่อ

ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร Computer & ICT Literacy

ทักษะชีวิตและอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ Career & Learning Skill

ทักษะการเรียนรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงและเป็นผู้สร้างการเปลี่ยนแปลงได้ด้วย Change

2Ls ได้แก่

ทักษะการเรียนรู้ Learning

ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ Leadership

2. กระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

กระบวนการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีคุณภาพ ซึ่งทักษะสำหรับการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญที่สุด คือ ทักษะการเรียนรู้ (Learning Skill โดยอ้างอิงรูปแบบ (Model) ที่มาจากเครือข่ายองค์กรความร่วมมือ เพื่อทักษะแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership For 21st Century Skills) ซึ่ง การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องก้าวข้ามสาระวิชาไปสู่การเรียนรู้ ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 วิจารย์ พานิช (2555, น. 16) ที่ครูสอนไม่สามารถสอนได้ นักเรียนต้องเรียนรู้เอง หรือการเรียนรู้ที่ครูต้องไม่สอนเพียงอย่างเดียวแต่ต้องออกแบบการเรียนรู้ และอำนวยความสะดวก (facilitate) ในการเรียนรู้ ให้นักเรียนเรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือทำ เพื่อให้การเรียนรู้เกิดจากภายในใจและองค์ความรู้ของผู้เรียน การเรียนรู้แบบนี้เรียกว่า PBL (Project-Based Learning) ครูต้องเรียนรู้ทักษะในการออกแบบการเรียนรู้แบบ PBL ให้ เหมาะแก่วัยหรือพัฒนาการของผู้เรียน สาระวิชาที่มีความสำคัญ แต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้เพื่อมีชีวิต ในโลกยุคศตวรรษที่ 21 ปัจจุบันการเรียนรู้สาระวิชา (content หรือ subject matter) ควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าเองของผู้เรียนโดยครูช่วยแนะนำ และช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถ ประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้ รูปแบบการเรียนรู้ที่สำคัญ เช่น การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PBL) การเรียนรู้แบบใช้เทคโนโลยีเป็นฐาน (Technology-Based Learning: TBL) การเรียนรู้แบบใช้สะเต็มศึกษา (STEM Education) การเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน(Flipped Classroom) เป็นต้น

เยาวเรศ ภัคดีจิตร (2557) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงนั้นอยู่ในโลกของความเป็นจริง อยู่ในชีวิตจริง เป็นลักษณะรูปธรรม แต่การเรียนในรายวิชาต่างๆ ในห้องเรียนนั้นเป็นการเรียนแบบสมมติ เป็นการเรียนในลักษณะนามธรรม ดังนั้น การออกแบบการเรียนรู้ในชั้นเรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้การเรียนในลักษณะนามธรรมนั้นสามารถนำไปใช้ในสภาพที่ใกล้เคียงชีวิตจริงที่สุด เพื่อให้เห็นในลักษณะรูปธรรม ครูต้องเปลี่ยนเป้าหมายการเรียนรู้จากเน้นเรียนวิชาเพื่อได้ความรู้ ไปสู่การพัฒนาทักษะที่สำคัญต่อชีวิตในยุคใหม่ โดยจะต้องจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 จากการลงมือปฏิบัติ (learning by doing) กระบวนการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ เป็นแนวคิดที่สนับสนุนให้ลงมือปฏิบัติสิ่งต่างๆ ด้วยตนเองตามความสนใจ ตามความถนัดและศักยภาพ รวมถึงการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ

เพราะจะทำให้เกิดความเชื่อมั่นเป็นแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ ใฝ่เรียน เกิดความสนุกสนานและมีความสุขในการเรียน ซึ่งสามารถจัดการเรียนรู้ในลักษณะดังนี้

1. การเรียนรู้ผ่านการทำงาน (Work-based Learning) การจัดการเรียนรู้แบบนี้ เป็นการส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดพัฒนาการทุกด้าน ผ่านการฝึกปฏิบัติจริง ฝึกฝนทักษะทางสังคม ทักษะชีวิต ทักษะวิชาชีพการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง โดยสถานศึกษาอาจจะการจัดการเรียนการสอนร่วมกัน และสถานประกอบการในชุมชนตั้งแต่การกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดเนื้อหากิจกรรม และวิธีการวัดและประเมินผล

2. การเรียนรู้ผ่านโครงงาน (Project-based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยการศึกษา สืบค้น ค้นคว้า ทดลอง และสรุปผลจากการศึกษา โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (guide) ทำหน้าที่ออกแบบกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม และให้คำปรึกษา เพื่อให้โครงการบรรลุตามวัตถุประสงค์ของแต่ละกลุ่มที่ตั้งไว้ ดังนั้น สิ่ง que ผู้เรียนจะได้รับจากการเรียนรู้ด้วย PBL จึงไม่ได้มีเพียงองค์ความรู้ (knowledge) เท่านั้น แต่เป็นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (learning and innovation skills) ทักษะชีวิตและประกอบอาชีพ (Life and Career skills) ทักษะด้านข้อมูลข่าวสาร การสื่อสารและเทคโนโลยี (Information Media and Technology Skills) การออกแบบโครงงานที่ติดกระตุ้นให้เกิดการค้นคว้าอย่างกระตือรือร้นและผู้เรียนจะได้ฝึกการใช้ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และแก้ปัญหา (critical thinking problem solving) ทักษะการสื่อสาร (communicating) และทักษะการสร้างความร่วมมือ (collaboration)

3. ทักษะอาชีพ

ทักษะอาชีพ เป็นทักษะที่สามารถตอบสนองความต้องการของมนุษย์ เป็นกิจกรรมที่เสริมสร้างให้บุคคลมีความเข้าใจในตนเองมากขึ้นพร้อมสำหรับการประกอบอาชีพที่ดีในอนาคต การพัฒนาทักษะอาชีพ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้บุคคลมีความรู้ ความเข้าใจ มีความสนใจและความถนัดที่สอดคล้องกับงาน รวมถึงช่วยในเรื่องของการวางแผนสำหรับอาชีพในอนาคต (จันทร์เพ็ญ สุวรรณคร 2558, น. 126) นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงการพัฒนาการใช้ทักษะอาชีพสำหรับผู้เรียนในสถานศึกษา โดยเริ่มต้นจากการสำรวจความต้องการของผู้เรียน ความสอดคล้องเหมาะสมกับชุมชน บริบทและสภาพแวดล้อมของผู้เรียน จากนั้นทำการพัฒนาหลักสูตรเพื่อพัฒนาทักษะอาชีพให้กับผู้เรียน โดยคำนึงถึงความสามารถ ความถนัด ความสนใจ แหล่งประกอบการรอบตัวผู้เรียนที่สนับสนุนการฝึกทักษะอาชีพ ทั้งนี้กระบวนการพัฒนาผู้เรียนมีกระบวนการควรจัดให้เป็นระบบและต่อเนื่อง โดยสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

วิจารณ์ พานิช (2555, น. 48-58) ยังได้กล่าวถึงทักษะด้านชีวิตและอาชีพ ในการดำรงชีวิต และทำงานในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จ โดยผู้เรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. ความยืดหยุ่นและการปรับตัว (Flexibility and Adaptability) เป็นการรับมือกับการปรับเปลี่ยนอะไรในการทำงานอย่างไม่คาดคิด ทำให้การวางแผนการทำงานแบบตายตัวใช้ไม่ได้ผล ซึ่งต้องอาศัยการปรับตัวและการยืดหยุ่นในการเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงนี้ ซึ่งการใช้วิกฤติที่มีอยู่ให้เป็นโอกาส ใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นให้เป็นโอกาสหาทางออกอย่างสร้างสรรค์ ถือเป็น การปรับตัวที่สุดยอด ในการบรรลุเป้าหมายของงาน โดยครูจะต้องออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดทักษะ ดังนี้

1.1 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง เป็นการปรับตัวเข้ากับบทบาทที่แตกต่าง งานที่ได้รับมอบหมาย กำหนดการที่เปลี่ยนไป และบริบทที่เปลี่ยนไป โดยสามารถทำงานได้ผลดีในสภาพของความไม่ชัดเจน ไม่แน่นอน และในสภาพที่ลำดับความสำคัญของงานเปลี่ยนไป

1.2 มีความยืดหยุ่น เป็นการนำผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น มาใช้ประโยชน์อย่างได้ผล มีการจัดการเชิงบวกต่อคำชม คำตำหนิ และความผิดพลาดที่เกิดขึ้น สามารถนำเอาความเห็นและความเชื่อที่แตกต่างหลากหลายของทีมงานจากหลากหลายวัฒนธรรม มาทำความเข้าใจ ทำให้งานลุล่วง

2. การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง (Initiative and Self-Direction) เป็นการเน้นการพึ่งพาตนเองในการทำงาน เนื่องจากในการทำงานร่วมกัน ที่อาศัยความร่วมมือสูง ในขณะที่เดียวกัน ก็ต้องการการพึ่งตนเองด้วย โดยการจะพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะนี้คือการจัดการเรียนรู้แบบ PBL : Project Based Learning โดยครูจะต้องออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดทักษะ ดังนี้

2.1 การจัดการเป้าหมายและเวลา โดยจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายเชิงยุทธวิธีระยะสั้น (Tactical) และเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ระยะยาว (Strategic) และเวลาในการจัดการภาระงานอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 การทำงานได้ด้วยตนเอง เป็นการกำหนดตัวเอง คอยติดตามผลงานเอง และกำหนดลำดับความสำคัญของงานด้วยตนเอง

2.3 สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Self-directed learner) เป็นการขยายความเชี่ยวชาญของตนเอง เพื่อพัฒนาทักษะไปสู่ระดับมืออาชีพ สามารถทบทวน ใคร่ครวญ ประสบการณ์ในอดีต เพื่อใช้คิดหาทางพัฒนาในอนาคต และที่สำคัญคือเอาจริงเอาจังต่อการเรียนรู้ว่าเป็นกระบวนการที่ต้องทำตลอดชีวิต

3. ทักษะสังคมและสังคมข้ามวัฒนธรรม (Social and Cross-Cultural Skills) เป็นการ ทำงานร่วมกันและดำรงชีวิตร่วมกันในสภาพแวดล้อมที่ผู้คนมีความหลากหลายโดยไม่รู้สึกรังเกียจ และสามารถทำงานให้บรรลุเป้าหมายได้ โดยครูจะต้องออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดทักษะ ดังนี้

3.1 การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นอย่างเกิดผลดี เป็นการแสดงพฤติกรรมในเชิงบวก รู้ว่าเมื่อไหร่ควรจะเป็นผู้ฟัง รู้ว่าเมื่อไหร่ควรจะเป็นผู้พูด

3.2 การทำงานในทีมที่แตกต่างหลากหลายอย่างได้ผลดี เป็นการเคารพ และร่วมกันทำงานบนพื้นฐานความแตกต่างทางวัฒนธรรม เป็นการยกระดับความแตกต่างทั้งวัฒนธรรมไปสู่การสร้างแนวความคิดใหม่ วิธีการทำงานแบบใหม่ หรือคุณภาพของผลงาน

4. การมีผลงานและความรับผิดชอบตรวจสอบได้ (Productivity and Accountability) เป็นการใช้เครื่องมือด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นตัวช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ มีการเก็บข้อมูลเพื่อความโปร่งใสตรวจสอบได้ โดยอาศัยทักษะในการกำหนดเป้าหมายและบรรลุเป้าหมาย โดยจะต้องมีการวางแผน การลงมือปฏิบัติ และการประเมินผลว่าผลงานที่ได้นั้นมีคุณภาพดีหรือไม่ กระบวนการทำงานเหมาะสมหรือไม่อย่างไร โดยครูจะต้องออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดทักษะ ดังนี้

4.1 การจัดการโครงการ เป็นการกำหนดเป้าหมายและดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายถึงแม้จะเจออุปสรรค หรือปัญหาต่างๆ ก็ตามก็สามารถจัดการบริหารโครงการให้บรรลุเป้าหมายได้โดยคำนึงถึงการลำดับความสำคัญ การวางแผน และการบริหารจัดการ

4.2 การผลิตผลงาน เป็นการแสดงความสามารถในการสร้างผลงานให้มีคุณภาพที่ดีได้แก่ 1) ความสามารถด้านการทำงานอย่างมีจริยธรรม และด้วยท่าทีเชิงบวก 2) การจัดการเวลาและโครงการอย่างมีประสิทธิภาพ 3) การทำงานหลายอย่างในเวลาเดียวกัน (multitasking) 4) ร่วมงานอย่างจริงจัง เชื่อถือได้ และตรงต่อเวลา 5) นำเสนอตนเองอย่างมีอาชีพ และมีมารยาท 6) ทำงานร่วม และร่วมมือเป็นทีมอย่างได้ผลดี 7) เคารพและเห็นคุณค่าของความแตกต่างหลากหลายในทีมงาน และ 8) รับผิดชอบต่อผลงานที่เกิดขึ้น

5. ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ (Leadership and Responsibility) มี 3 ระดับ คือ 1) รับผิดชอบต่อตนเอง 2) รับผิดชอบต่อการทำงานประสานสอดคล้องกันภายในทีม และ 3) ความร่วมมือกันภายในทีมเพื่อไปสู่เป้าหมายที่ยิ่งใหญ่ร่วมกัน โดยครูจะต้องออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดทักษะ ดังนี้

5.1 สามารถชี้แนะและเป็นผู้นำแกผู้อื่น เป็นการใช้ทักษะมนุษยสัมพันธ์และทักษะแก้ปัญหาในการชักนำผู้อื่นไปสู่เป้าหมาย ทำให้ผู้อื่นเกิดพลังในการทำงาน หรือสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้อื่นได้ใช้ศักยภาพหรือความสามารถออกมาสูงสุด เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จร่วมกัน โดยใช้อำนาจอย่างมีจริยธรรมและคุณธรรม

5.2 มีความรับผิดชอบต่อผู้อื่น เป็นการถือเอาประโยชน์ส่วนรวมเป็นที่ตั้งมาก่อนประโยชน์ส่วนตัว

รัตนศรี พรหมใจรักษ์ (2555, น. 8) ได้กล่าวถึงทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพว่าเป็นความสามารถพื้นฐานที่ผู้ประกอบอาชีพต้องมีไว้ ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทำงาน เป็นกระบวนการทำงานทั้งรายบุคคล และการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ทำงานได้สำเร็จและบรรลุตามเป้าหมาย
2. ทักษะการทำงานร่วมกัน เป็นการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีกระบวนการตามขั้นตอนการทำงาน และทำงานร่วมกันกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข
3. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้มีกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบ
4. ทักษะแสวงหาความรู้ เป็นการเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียนรู้
5. ทักษะการจัดการ เป็นการจัดการระบบงาน (ทำงานเป็นรายบุคคล) และระบบคน (ทำงานเป็นกลุ่ม) ให้สามารถดำเนินงานได้บรรลุตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรเดช เลิศวัฒนาวิช (2560, น. 70-72) ได้กล่าวถึงทักษะอาชีพ เป็นทักษะพื้นฐานจำเป็นที่ใช้ในการประกอบอาชีพเบื้องต้น โดยประกอบด้วยทักษะต่างๆ ดังนี้

1. ทักษะการสื่อสารและมนุษยสัมพันธ์ (Communication and Human Skill) เป็นการสร้างความสัมพันธ์ภาพที่ดีต่อกันในการทำงาน สร้างสร้างความรักใคร่ ความนับถือ ความจงรักภักดี และความร่วมมือในการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อสร้างบรรยากาศที่ดีในการทำงานระหว่างกัน การประสานงานกับบุคคลอื่นๆ รู้จักบทบาทหน้าที่ในกลุ่ม มีทักษะในการฟัง พูด มีภาวะผู้นำและผู้ตามในการทำงาน เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และประสบความสำเร็จ ประกอบด้วย

- 1.1 รู้จักบทบาทหน้าที่ในกลุ่ม โดยการฝึกฝนในการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม รู้จักหน้าที่และความรับผิดชอบของตนเอง

- 1.2 มีทักษะในการฟัง พูด โดยการฝึกฝนให้รู้จักการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และฝึกฝนการพูดให้เหมาะสม

- 1.3 มีความเป็นผู้นำ และผู้ตาม โดยการฝึกฝนให้รู้จักการเป็นผู้นำที่ดี สามารถนำพากลุ่มให้บรรลุตามเป้าหมายของงานได้ ในขณะเดียวกันก็สามารถเป็นผู้ตามที่ดี เพื่อให้การปฏิบัติงานบรรลุตามเป้าหมายของงานได้

2. ทักษะกระบวนการทำงาน (Process skill) เป็นการลงมือทำงานอย่างเป็นระบบ ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม โดยการวิเคราะห์งาน เพื่อกำหนดเป้าหมายของงาน จากนั้นร่วมกันวางแผนในการทำงานกลุ่ม กำหนดบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละคน วางแผนวิธีการดำเนินงานระยะเวลา งบประมาณ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของงาน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

- 2.1 การกำหนดเป้าหมาย เป็นการร่วมกันวิเคราะห์ภาพรวมของงานเมื่อได้รับมอบหมาย โดยมีการกำหนดเป้าหมายในการทำงาน เพื่อเป็นแนวทางในการทำงานของกลุ่ม

2.2 การวางแผนในการทำงาน เป็นการร่วมกันวางแผนในการทำงานกลุ่ม กำหนดบทบาทหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละคน วางแผนวิธีการดำเนินงาน ระยะเวลา งบประมาณ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่มที่ได้วางไว้ในขั้นต้น

2.3 การดำเนินงาน เป็นการดำเนินงานตามที่ได้วางแผนกันไว้ ด้วยความรับผิดชอบต่อความมุ่งมั่นต่องานที่ได้รับมอบหมาย รู้จักหน้าที่ของตนเอง เพื่อให้งานกลุ่มดำเนินการต่อไปได้ และบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้

2.4 การประเมินผลการทำงาน เป็นการตรวจสอบกระบวนการทำงาน ว่าเป็นไปตามแผนที่ได้วางไว้หรือไม่ อย่างไร รวมถึงประเมินผลชิ้นงานที่ออกมาว่าตรงตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ อย่างไร ควรข้อปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องอย่างไร

3. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skill) เป็นความสามารถในการจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ ด้วยการสังเกต วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เพื่อหาวิธีการในการแก้ปัญหา และประเมินการดำเนินการแก้ไขปัญหาว่าสามารถแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่ อย่างไร เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาเดิมอีกครั้ง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 การสังเกต โดยการฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนที่เป็นคนช่างสังเกต

3.2 การวิเคราะห์ เป็นการนำปัญหาที่ได้มาจากการสังเกตมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

3.3 หาวิธีการแก้ไข นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นมาสร้างทางเลือกวิธีการแก้ไข

3.4 เลือกวิธีการและประเมิน เป็นการเลือกวิธีการแก้ไขปัญหามาใช้ในการแก้ปัญหาจากนั้นประเมิน ว่าสามารถแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่ อย่างไร เพื่อหาทางเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

4. ทักษะแสวงหาความรู้ (Inquiry Skill) เป็นการค้นคว้าหาความรู้ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยอาจมาจากการคิด การศึกษา การทดลอง หรือจากประสบการณ์ตรง โดยปฏิบัติ จากผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญ และการนำเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการแสวงหาความรู้ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการดำเนินงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของงาน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

4.1 กำหนดปัญหา ตั้งหัวข้อหรือประเด็นในการศึกษาค้นคว้า

4.2 การวางแผนในการสืบค้นข้อมูล โดยการกำหนดเป้าหมายว่าจะสืบค้นข้อมูลอะไร จากที่ไหน ด้วยวิธีการอย่างไร

4.3 การดำเนินการ เป็นการดำเนินการสืบค้นข้อมูลตามแผนที่ได้วางไว้ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น โดยการนำข้อมูลมาพิจารณาถึงองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูล

4.5 การสรุปผลและนำไปใช้ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสรุปผลและนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหา

5. ทักษะการจัดการ (Management Skill) เป็นการจัดสรรเวลาและงานให้เป็นระบบจัดสรรคนให้เหมาะสมกับงาน มีบรรยากาศในการทำงาน เพื่อสร้างทีมในการทำงานร่วมกันจนสำเร็จให้สามารถดำเนินงานได้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดอย่างมีประสิทธิภาพ โดยแบ่งออกเป็น

5.1 การจัดการระบบงาน (การทำงานเดี่ยว)

5.2 การจัดการระบบคน (การทำงานกลุ่ม)

จันทรเพ็ญ สุวรรณคร (2558, น. 135) ได้กล่าวถึงทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการประกอบอาชีพ ซึ่งประกอบด้วย

1. การแสวงหาความรู้ เป็นการค้นคว้าหาความรู้ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยอาจมาจากการคิด การศึกษา การทดลอง หรือจากประสบการณ์ตรง โดยปฏิบัติ ดังนี้

1.1 กำหนดปัญหา ตั้งหัวข้อหรือประเด็นในการศึกษาค้นคว้า

1.2 การวางแผนในการสืบค้นข้อมูล โดยการกำหนดเป้าหมายว่าจะสืบค้นข้อมูลอะไร จากที่ไหน ด้วยวิธีการอย่างไร

1.3 การดำเนินการ เป็นการดำเนินการสืบค้นข้อมูลตามแผนที่ได้วางไว้ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้

1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น โดยการนำข้อมูลมาพิจารณาถึงองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูล

1.5 การสรุปผลจากการสืบค้นและจดบันทึก เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสรุปผลและจดบันทึกเก็บไว้ เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา

2. ทักษะกระบวนการทำงาน เป็นการลงมือทำงานด้วยตนเอง ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มโดยเน้นการฝึกฝนวิธีการทำงานอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ทำงานได้สำเร็จและบรรลุตามเป้าหมาย โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 การวิเคราะห์งาน เป็นการมองภาพรวมของงานเมื่อได้รับมอบหมายว่าเป้าหมายของงานคืออะไร จะมีวิธีการอย่างไรให้บรรลุเป้าหมาย

2.2 การวางแผนในการทำงาน เป็นการกำหนดเป้าหมายของงาน วางแผนระยะเวลาดำเนินงาน กำลังคนที่ใช้ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

2.3 การลงมือทำงาน เป็นการดำเนินงานตามที่ได้วางแผนไว้ ด้วยความมุ่งมั่นอดทนและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

2.4 การประเมินผลการทำงาน เป็นกระบวนการตรวจสอบว่าการวางแผนการดำเนินงานและการดำเนินงานสามารถปฏิบัติได้ตามแผนหรือไม่ รวมถึงงานที่ออกมาคุณภาพ

หรือไม่

3. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหาตามขั้นตอน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 การสังเกต โดยการฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนที่เป็นคนช่างสังเกต

3.2. วิเคราะห์ เป็นการนำปัญหาที่เกิดขึ้นมาวิเคราะห์และลำดับความสำคัญ รวมถึงวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

3.3 สร้างทางเลือก นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญ และสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นมาสร้างทางเลือก

3.4 ประเมินทางเลือก เป็นการประเมินเพื่อเลือกทางเลือกที่ได้สร้างไว้ โดยเลือกทางเลือกที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

4. ทักษะการทำงานร่วมกัน เป็นการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างราบรื่น มีความสุข ปราศจากความขัดแย้ง เน้นการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ โดยมีหลักการ ดังนี้

4.1 รู้จักบทบาทหน้าที่ในกลุ่ม โดยการฝึกฝนในการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม รู้จักหน้าที่และความรับผิดชอบของตนเอง

4.2 มีทักษะในการฟัง พูด โดยการฝึกฝนให้รู้จักการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และฝึกฝนการพูดให้เหมาะสม

4.3 มีคุณธรรมในการทำงานร่วมกัน โดยการฝึกให้มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย เพื่อให้การทำงานเกิดความราบรื่น ไม่มีอุปสรรคในการทำงาน

4.4 สรุปผลโดยการทำรายงาน โดยการสรุปผลออกมาให้เป็นรูปธรรมในรูปแบบของการจัดทำรายงาน

4.5 นำเสนอรายงาน โดยการฝึกฝนทักษะในการนำเสนอรายงานการปฏิบัติงานของกลุ่มในรูปแบบต่างๆ

5. ทักษะการจัดการ เป็นการจัดการระบบงานและระบบคนให้สามารถดำเนินงานได้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

5.1 การจัดการระบบงาน (การทำงานเดี่ยว) เป็นการจัดการงานที่รับผิดชอบ โดยการจัดสรรเวลาและงานให้เป็นระบบ

5.2 การจัดการระบบคน (การทำงานกลุ่ม) โดยนำมาใช้ในการคัดเลือกคนเข้ามาทำงาน จัดสรรคนให้เหมาะสมกับงาน มีบรรยากาศในการทำงาน เพื่อสร้างทีมในการทำงานร่วมกันจนสำเร็จ

สรุปแนวคิดเกี่ยวกับทักษะอาชีพ เป็นความสามารถพื้นฐานสำหรับการประกอบอาชีพ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ได้พิจารณาทักษะอาชีพประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้ 1)การแสวงหาความรู้ 2) ทักษะ

กระบวนการทำงาน 3) ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา 4) ทักษะการทำงานร่วมกัน และ 5) ทักษะการจัดการ

4. การประเมินทักษะอาชีพ

พัฒนาทักษะอาชีพแก่ผู้เรียนต้องคำนึงถึงความสามารถ ความถนัด ความสนใจ แหล่งประกอบการรอบตัวและสถานประกอบการอื่น ๆ ที่สนับสนุนข้อมูลการฝึกทักษะอาชีพ ทั้งนี้ กระบวนการพัฒนาผู้เรียนมีกระบวนการและแนวทางสำหรับการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ทักษะอาชีพอย่างเป็นระบบและสามารถนำความรู้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับตนเอง ได้แก่ บรรยากาศการเรียนรู้ร่วมกัน การร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้การฝึกทักษะอาชีพ ประชุมร่วมกันเพื่อวางแผนการฝึกปฏิบัติ ดำเนินการฝึกทักษะอาชีพตามความต้องการของตนเอง ประเมินความก้าวหน้าและวางแผนการเรียนรู้ในขั้นต่อไป ฝึกทักษะอาชีพตามกระบวนการเดิม และจัดทำเอกสารเพื่อสรุปกระบวนการเรียนรู้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป ซึ่ง อนาคต (จันทร์เพ็ญ สุวรรณคร, 2558, น. 141) ได้สังเคราะห์องค์ประกอบพฤติกรรมการใช้ทักษะอาชีพและตัวชี้วัดเพื่อการวัด ประเมินผลทักษะอาชีพของผู้เรียน สรุปพฤติกรรมองค์ประกอบของการใช้ทักษะอาชีพ และตัวชี้วัดที่ คาดหวังให้เกิดกับผู้เรียนประกอบด้วย 12 ทักษะ ดังนี้ 1. ทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสืบค้น ความรู้และงาน ที่สนใจ 2. ทักษะการกำหนดปัญหาในการสืบค้นข้อมูลความรู้ 3. ทักษะการวางแผน ในการสืบค้นข้อมูลความรู้และการทำงาน 4. ทักษะการวิเคราะห์และวางแผนในการทำงานที่สนใจ 5. ทักษะการลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้โดยการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย 6. ทักษะการสังเกต วิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหางานที่สนใจ 7. ทักษะการประเมินผลการทำงานเพื่อ พิจารณาปรับปรุง 8. ทักษะการฟัง พูด แสดงความคิดเห็นและอภิปรายในกลุ่ม 9. ทักษะการทำงาน อย่างมีคุณธรรม ไม่เอาเปรียบบุคคลอื่น 10. ทักษะการจัดการระบบงาน (การทำงานเดี่ยว) 11. ทักษะ การจัดการระบบคน(การทำงานกลุ่ม) 12. ทักษะการสรุปผลความรู้และงานโดยการทำรายงานและ การนำเสนอชิ้นงาน/ผลผลิต แสดงดังตารางที่ 1

ตาราง 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบพฤติกรรมทักษะอาชีพและตัวชี้วัดเพื่อการวัดประเมินผลผู้เรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้

องค์ประกอบ พฤติกรรมการใช้ ทักษะอาชีพ	พฤติกรรมปฏิบัติ/ตัวชี้วัดเพื่อ การวัดประเมินผลผู้เรียน	การสังเคราะห์พฤติกรรม ปฏิบัติ/ตัวชี้วัดเพื่อการวัด ประเมินผลผู้เรียน
1. การแสวงหา ความรู้	1. กำหนดปัญหาในการสืบค้น ข้อมูลความรู้ 2. การวางแผนในการสืบค้นข้อมูล ความรู้ 3. การดำเนินการสืบค้นข้อมูล ความรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ 4. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสืบค้น ความรู้ 5. การสรุปผลจากการสืบค้นความรู้ และจดบันทึกจัดเก็บ	1.1 ทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล จากการสืบค้นความรู้และงานที่ สนใจ 1.2 ทักษะการกำหนดปัญหาใน การสืบค้นข้อมูลความรู้ 1.3 ทักษะการวางแผนในการ สืบค้นข้อมูลและการทำงาน
2. กระบวนการ ทำงาน	1. การวิเคราะห์งาน 2. การวางแผนในการทำงาน 3. การลงมือทำงานและการใช้ เทคโนโลยี 4. การประเมินผลการทำงาน	2.1 ทักษะการวิเคราะห์และ วางแผนในการทำงานที่สนใจ 2.2 ทักษะการลงมือทำงานตาม แผนที่กำหนดไว้โดยการใช้ เทคโนโลยีที่ทันสมัย 2.3 ทักษะการประเมินผลการทำงาน เพื่อพิจารณาปรับปรุง
3. กระบวนการ แก้ปัญหา	1. สังเกต 2. วิเคราะห์ 3. สร้างทางเลือก 4. ประเมินทางเลือก	3.1 ทักษะการสังเกต วิเคราะห์ เพื่อสร้างทางเลือกในการ แก้ปัญหางานที่สนใจ 3.2 ทักษะการประเมินผลการทำงาน เพื่อพิจารณาปรับปรุง

ที่มา: จันทรเพ็ญ สุวรรณคร (2558 : 141)

ตาราง 1 (ต่อ)

องค์ประกอบ พฤติกรรมการใช้ ทักษะอาชีพ	พฤติกรรมกรปฏิบัติ/ตัวชี้วัดเพื่อ การวัดประเมินผลผู้เรียน	การสังเคราะห์พฤติกรรมกร ปฏิบัติ/ตัวชี้วัดเพื่อการวัด ประเมินผลผู้เรียน
4. การทำงาน ร่วมกัน	1. รู้จักบทบาทหน้าที่ภายในกลุ่ม 2. มีทักษะในการฟัง พูด แสดงความ คิดเห็นและอภิปรายในกลุ่ม 3. มีคุณธรรมในการทำงานร่วมกัน 4. สรุปลผลโดยการทำรายงาน 5. นำเสนอรายงาน	4.1 ทักษะการฟัง พูด แสดงความ คิดเห็นและอภิปรายในกลุ่ม 4.2 ทักษะการทำงานอย่างมี คุณธรรมไม่เอาเปรียบบุคคลอื่น
5. การจัดการ	1. การจัดการระบบงาน (การทำงาน เดี่ยว) 2. การจัดการระบบคน(ระบบการ ทำงานกลุ่ม)	5.1 ทักษะการจัดการระบบงาน 5.2 ทักษะการจัดการระบบคน 5.3 ทักษะการสรุปลผลความรู้และ งานโดยการทำงานและการ นำเสนอ ขึ้นงาน/ผลผลิต

ที่มา: จันทรเพ็ญ สุวรรณคร (2558 : 141)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ไตรรงค์ เมธีผาดิกุล (2561) ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ช่วยพัฒนาความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่อง สภาพสมดุลของนักเรียน และผลการพัฒนาความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมในเรื่อง สภาพสมดุล การวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก เครื่องมือวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ใบกิจกรรม ชิ้นงานของนักเรียน โปสเตอร์และแบบสังเกตพฤติกรรมที่แสดงถึงความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน มีลักษณะดังนี้ ชั้นระบุปัญหา ขึ้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขึ้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขึ้นวางแผน

และดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ส่วนผลการพัฒนาความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมในด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมได้มากที่สุดรองลงมาคือการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ และ การคิดอย่างสร้างสรรค์ ตามลำดับ

ศุภชัย เจริญสุข (2562) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง ปราบปรามการฉ้อโกงทางธรณีวิทยา การวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน รวม 12 ชั่วโมง แบบบันทึกสะท้อนผล แบบสังเกตพฤติกรรม การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ จำนวน 12 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ต้องให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อภิปรายร่วมกันในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ให้มากที่สุด ประกอบไปด้วยการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน คือ ขั้นค้นหาและระบุปัญหา ขั้นสร้างความคิด ขั้นวางแผน ขั้นสร้างสรรค์ชิ้นงาน ขั้นทดสอบ ขั้นนำเสนอและอภิปราย และขั้นสะท้อนผล ส่วนผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูง

พัชรี สร้อยสกุล (2559) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 สำหรับนักศึกษาอาชีวศึกษาเอกชน ในเขตพัฒนาอุตสาหกรรมชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยมี วัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และหาประสิทธิภาพของคู่มือโดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้ประกอบการจำนวน 367 คน ครูอาชีวศึกษาเอกชนจำนวน 307 คนและนักศึกษาอาชีวศึกษาเอกชนจำนวน 361 คน ผลการวิจัยพบว่า ความต้องการจำเป็นในการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มากที่สุดโดยเรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ยได้ ดังนี้ 1) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม 2) ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ 3) ทักษะด้านความร่วมมือการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ 4) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 5) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา 6) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ 7) ทักษะอาชีพ และ 8) ทักษะการเรียนรู้ ประสิทธิภาพของคู่มือการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์แห่งศตวรรษที่ 21 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.18 / 84.60 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 80 / 80 และผลการฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรเดช เลิศวัฒนาวิช (2560) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียน โดยใช้โครงการเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและคุณลักษณะในการประกอบอาชีพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (R&D) ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ The One-Shot Case Study โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โรงเรียนวัดหลักสี่พัฒนาราษฎร์อุปลัมภ์ จำนวน 30 คน จาก การอาสาสมัคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน 2) แบบประเมินทักษะอาชีพ 3) แบบประเมินคุณลักษณะในการประกอบอาชีพ และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน การวิเคราะห์ ข้อมูลใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ของนักเรียนและผู้ที่เกี่ยวข้อง ต้องการให้การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับ มะพร้าว ของดีประจำอำเภอบ้านแพ้ว มาสร้างอาชีพและสร้างรายได้ให้กับนักเรียน โดยมีการศึกษา จากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น มีการนำผู้รู้ท้องถิ่น ประชาชนชาวบ้านมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ ด้วย กระบวนการกลุ่ม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน การอภิปราย โดยมีครู นักเรียน เพื่อนนักเรียน และ ประชาชนชาวบ้านเป็นผู้วัดและประเมินผล 2. ผลการพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียน เรื่อง ของดีบ้านแพ้ว แผนการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน จำนวน 5 แผน แต่ละแผนจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ เพื่อส่งเสริม ทักษะอาชีพ และคุณลักษณะในการประกอบอาชีพ 3. ผลการทดลองจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน เรื่อง ของดีบ้านแพ้ว จัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ พบว่า นักเรียนสนใจ และตั้งใจในการสร้างสรรค์เป็น ผลงานโครงการอาชีพ และ 4. ผลการประเมินและปรับปรุงกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน เรื่อง ของดีบ้านแพ้ว พบว่า 1) นักเรียนมีทักษะอาชีพ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี 2) นักเรียนมีคุณลักษณะในการ ประกอบอาชีพ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมพัฒนา ผู้เรียน เรื่อง ของดีบ้านแพ้ว โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เห็นควรให้มีการปรับปรุงกิจกรรมให้มีการ จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Pacific Policy Research Center (2010) การพัฒนาด้านอาชีพในศตวรรษที่ 21 นักเรียน อาจไม่มีความเชี่ยวชาญทักษะศตวรรษที่ 21 ถ้าไม่ได้รับการสนับสนุนจากครูผู้สอนที่ดี การได้รับการ ฝึกฝนและสนับสนุนในการเรียนการสอน การพัฒนาวิชาชีพในศตวรรษที่ 21 การเตรียมนักรการศึกษา เพื่อร่วมทักษะศตวรรษที่ 21 เข้ากับมาตรฐานการเรียนรู้และการเรียนการสอนในชั้นเรียนความคิด ริเริ่ม ดังนี้ 1) มีการจัดสรรเงินทุนเพื่อการพัฒนาทักษะและการจัดตั้งศตวรรษที่ 21 อย่างมืออาชีพ ของโรงเรียนสอนทักษะศตวรรษที่ 21 2) สถาบันอุดมศึกษาได้รับการสนับสนุนในการระบุและ เผยแพร่สิ่งที่ดีที่สุดฝึกการสอนและการประเมินทักษะในศตวรรษที่ 21 3) สถาบันการศึกษาที่สูงขึ้น

ได้รับการสนับสนุนเพื่อให้แน่ใจว่า ครูผู้สอนก่อนการบริการผู้สำเร็จการศึกษาพร้อมที่จะใช้กลยุทธ์การสอนและการประเมินในศตวรรษที่ 21

Strimel (2014) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา โดยผู้วิจัยได้นำปัญหาและประเด็นที่กำลังเป็นที่สนใจในปัจจุบันมาใช้เป็นหัวข้อหลัก สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานั้นคือการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติมีทั้งหมด 4 เนื้อหาย่อยซึ่งเกี่ยวข้องกับการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติภูมิศาสตร์กระบวนการเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการขุดเจาะ การแยกแก๊สธรรมชาติ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจเนื่องจากประเด็นนี้เกี่ยวข้องกับเศรษฐกิจของประเทศและมีอาชีพหลากหลายสาขาที่มีความเกี่ยวข้องกับการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร นักธรณีวิทยา เป็นต้น และยังถือว่าเป็นปัญหาด้านวิศวกรรมอีกด้วยซึ่งผลจากการการนำประเด็นปัญหาที่กำลังเป็นที่สนใจและมีความเป็นปัจจุบันทั้งยังมีความเกี่ยวข้องต่อผู้เรียนนั้นมาจัดเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่าสามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องอีกทั้งยังเป็นการเชื่อมโยงความรู้ของผู้เรียนเข้ากับชีวิตจริงซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้มากกว่านั้นยังเป็นการสร้างความสนใจในอาชีพในสาขาวิชาต่าง ๆ ตัวอย่างเช่นวิศวกรซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้และแก้ไขปัญหาเชิงวิศวกรรมในบริบทที่มีความสอดคล้องต่อชีวิตจริงและสาขาอาชีพส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการออกแบบสร้างชิ้นงานตลอดจนการแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและวิศวกรรมในด้านองค์ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้หลากหลายสาขาวิชาเข้าใจเนื้อหาวิชาในเชิงลึกได้ดียิ่งขึ้นทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการที่สำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกับงานอาชีพทางสะเต็มและส่งเสริมให้เกิดความตระหนักและเห็นความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมสังคมและโลกอีกด้วย

Edy Hafizan Mohd Shahali, et al. (2017) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนเกี่ยวกับวิชาสะเต็มศึกษา และศึกษาความสนใจในการดำเนินอาชีพเกี่ยวกับสะเต็ม หลังจากผ่านการเข้าร่วมหลักสูตรบูรณาการทางสะเต็มศึกษา โดยหลักสูตรดังกล่าวจะให้นักเรียนได้รับการเรียนรู้การบูรณาการสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐาน ซึ่งใช้ขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 5 ขั้นตอน โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในปีการศึกษา 2557 และ 2558 จำนวน 242 คน เป็นการศึกษาวิจัยกึ่งทดลอง พบว่าโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสำหรับความสนใจต่อวิชาสะเต็มศึกษา และอาชีพหลังจากผ่านการเข้าร่วมหลักสูตร นอกจากนี้ยังพบว่าหลักสูตรนี้มีผลต่อการปรับเปลี่ยนระดับความสนใจของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงในเชิงบวก (ตั้งแต่ระดับปานกลางถึงสูง) สำหรับกลุ่มเป้าหมายทั้งปี 2557 และ 2558 ให้ความสนใจต่ออาชีพ

เกี่ยวกับสะเต็ม คิดเป็น 42.6% และ 69.9% ตามลำดับ และความสนใจต่อ วิชาสะเต็มศึกษา คิดเป็น 45% และ 82% ตามลำดับ



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ในเรื่อง แรงและสมดุลของแรง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผู้มีส่วนร่วมวิจัย
2. บริบทของการวิจัย
3. รูปแบบการวิจัย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างเครื่องมือ
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้มีส่วนร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 จำนวน 25 คน ซึ่งเรียนแผนกสาขาช่างก่อสร้างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของสถาบันอาชีวศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชรซึ่งได้มาจากการเลือกแบบจงใจ (Purposive Sampling)

บริบทของการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้สถาบันอาชีวศึกษาที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการปฏิบัติการสอน เป็นสถานศึกษาสังกัดในอาชีวศึกษา ใช้หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ที่ผลิตและพัฒนากำลังคนให้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน ซึ่งภายในสถาบันจะประกอบไปด้วยแผนกวิชาที่เน้นการประกอบอาชีพทั้งอุตสาหกรรมและพาณิชยกรรม ห้องเรียนสำหรับการจัดการเรียนการสอนนั้นประกอบไปด้วย เครื่องฉายภาพสไลด์ (Projector) อินเทอร์เน็ต กระดานสำหรับเขียน และอุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถทำปฏิบัติการทดลองได้หลากหลาย ห้องเรียนยังมีการจัดโต๊ะเรียนแบบกลุ่มจึงเหมาะกับการจัดการเรียนที่ทำกิจกรรมกลุ่มเป็นอย่างมาก บรรยากาศในห้องเรียนเป็นห้องเรียนพัดลมสามารถเปิดหน้าต่างออกได้ 2 ทิศทาง มีแสงสว่างเพียงพอต่อการจัดการเรียนรู้ ลักษณะของผู้เรียน

เป็นนักศึกษาแผนกก่อสร้าง ผู้เรียนจะมีความถนัดด้านวิชาช่าง จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียน การสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานก่อสร้างและตกแต่ภายใน ผู้เรียนจะไม่ค่อยสนใจในการเรียนรู้ เพราะเนื้อหาวิชานี้จะเน้นการคำนวณเรื่องแรงที่เป็นพื้นฐานในงานก่อสร้าง จะเน้นการเรียนการสอนแบบบรรยายไม่ค่อยมีกิจกรรมการเรียนรู้ในการลงมือปฏิบัติ จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในงานอาชีพช่างก่อสร้างได้

รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยทำการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis,1998; Schmuck, 2008 อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 149-152) เป็นแนวทางในการดำเนิน วิจัยเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ ส่งเสริมทักษะอาชีพ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นวางแผน (Plan) เป็นขั้นตอนการสร้างและออกแบบการปฏิบัติว่าจะมีลักษณะใด โดยจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่จะใช้ในการปฏิบัติเนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถคาดเดาสิ่งที่จะเกิดขึ้น ในห้องเรียนได้ ในการวางแผนผู้วิจัยจะต้องสำรวจปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของตนที่ทำให้ การจัดการเรียนการสอนไม่ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ มีแนวทางในการแก้ปัญหาของผู้วิจัย เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ หรือสิ่งที่น่าสนใจแล้ว สามารถแก้ปัญหาในการเรียนรู้ได้

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยผู้วิจัยได้นำแผนหรือแนวคิดที่ตน คิดว่าสามารถแก้ไขปัญหาลงมือปฏิบัติการสอนจริงในห้องเรียน โดยขั้นตอนนี้จะเกิดขึ้นพร้อมกับ ขั้นตอนที่ต่อไป คือ การสังเกตโดยผู้วิจัยจะต้องสังเกตเพื่อรวบรวมข้อมูลหลักฐานที่เกิดขึ้นมาประเมิน การปฏิบัติของตนเอง ซึ่งการปฏิบัติอาจไม่ได้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ก่อนหน้านี้ทั้งหมดเพราะสิ่งที่ เกิดขึ้นในเหตุการณ์เวลาและสถานที่จริงที่อาจไม่เหมือนกับที่คาดการณ์ไว้

3. ขั้นสังเกต (Observe) เป็นการรายงานสิ่งที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการปฏิบัติ ผู้วิจัย ต้องตรวจสอบตนเองขณะปฏิบัติการสอนในขั้นที่ 2 ว่าวิธีการนั้นได้ผลหรือไม่และผู้วิจัยมีความจำเป็น ที่จะต้องเปลี่ยนวิธีนั้นหรือไม่ กล่าวคือผู้วิจัยจะต้องค้นหาข้อบกพร่องของการจัดการเรียนรู้และหา สาเหตุจากนั้นให้ดำเนินการแก้ไขอย่างรวดเร็วนอกจากนี้ผู้วิจัยต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดง ความ คิดเห็นหรือสะท้อนผลว่ารู้สึก หรือได้เรียนรู้อะไรจากการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยบ้าง โดย การสังเกตครอบคลุมไปถึงวิธีการอื่นๆ ที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งนี้การสังเกตจะทำให้ผู้วิจัยสามารถ นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาสะท้อนความคิดที่มีประสิทธิภาพสิ่งที่จำเป็นต่อการสังเกตได้แก่ ความ รอบคอบ การเปิดใจให้กว้าง เพื่อรับสิ่งใหม่ๆที่จะเกิดขึ้น ความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจะต้องพยายามสังเกตและเก็บข้อมูลที่เน้นประเด็นที่ตนสนใจศึกษาจากนั้นให้ผู้วิจัยวิเคราะห์

เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 3 กับเป้าหมายที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยพยายามมองหาหลักฐานข้อมูลที่สนับสนุนและคัดค้านเพื่อนำไปสู่การได้ข้อสรุปว่าวิธีปฏิบัติใดและให้ผลดีที่สุด

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflect) เป็นการย้อนคิดถึงการปฏิบัติของตนโดยมีเป้าหมายเพื่อทำความเข้าใจกับกระบวนการปัญหาและประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ศึกษารวมทั้งเป็นการเสนอแนวทางสำหรับการปฏิบัติต่อไปเพื่อให้เกิดความเข้าใจว่า สิ่งใดช่วยสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยและมีการปรับปรุงและพัฒนาในการสอนครั้งต่อไป การสะท้อนผลนั้นจะเกิดขึ้นเมื่อมีการบันทึกหลังสอนและมีการอภิปรายร่วมกันระหว่างผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญด้วยเพื่อนำไปเป็นพื้นฐานในการปรับปรุง

ในการวิจัย เรื่อง พัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ในเรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีลักษณะเป็นการปฏิบัติซ้ำ เป็นวงจรทั้งหมด 3 วงจร แบ่งได้ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างเสาเข็ม

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างสะพาน

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างบันจัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้ออกแบบเพื่อตอบคำถามวิจัย ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ควรมีการจัดการเรียนรู้อย่างไร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรง และสมดุลของแรง จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง มีทักษะอาชีพเป็นอย่างไร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

2.1 แบบสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ

2.2 ใบบันทึกกิจกรรม

การสร้างเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และแบบสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อนำหลักการมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจุดมุ่งหมาย สมรรถนะการเรียนรู้ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 : หมวดวิชาทักษะชีวิต รายวิชา วิทยาศาสตร์เพื่องานก่อสร้างและตกแต่งภายใน ในสมรรถนะ คำอธิบายรายวิชา ที่สอดคล้องต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะชีวิต

1.3 ศึกษาหลักการและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สำคัญในการนำมาปรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละแผนมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. สาระการเรียนรู้
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. เนื้อหาสาระการเรียนรู้
4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ของ (NRC,2012) ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 ชี้แนะเสนอวิธีการแก้ปัญหา

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้
6. การวัดและประเมินผล
7. บันทึกหลังกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง สำหรับนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	สถานการณ์	สาระเต็มศึกษา	จำนวน ชั่วโมง
1	โครงสร้าง เสาเข็ม (แรง)	สถานการณ์ : วิศวกรรากฐาน ได้รับมอบหมายให้ออกแบบ สร้างส่วนของรากฐานของอาคาร ที่ถล่มขึ้นมาใหม่ให้แข็งแรง โดย ต้องตอกเสาเข็มที่มีลักษณะ เฉพาะกับสภาพพื้นดินที่กำหนด ไว้ จึงจำเป็นต้องออกแบบและ สร้างเสาเข็มที่ความแข็งแรงเพื่อ เป็นรากฐานของบ้าน เงื่อนไข : โครงสร้างของเสาเข็ม ต้องมีหน้าตัดไม่น้อยกว่า 1.5 เซนติเมตร x 1.5 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร โครงสร้างเสา เข็มที่สร้างขึ้นมาต้องใช้งานกับ ปั้นจั่นตอกเสาเข็ม(จำลอง) ที่มี ให้เท่านั้น กำหนดให้ตุ้มตอก เสาเข็มจะให้แรงกระทำเป็นแรง	S : แรงลัพธ์, ผลของ แรงต่อวัตถุ, แรงและกฎ การเคลื่อนที่ของนิวตัน T : การสืบค้นข้อมูลและ การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ E : กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม มี การวางแผนออกแบบ สร้างโครงสร้างเสาเข็ม ในการตอกเสาเข็มลงสู่ พื้นดิน M : การวัดขนาด, รูปทรงเรขาคณิต, การ คำนวณพื้นที่หน้าตัด	4

ตาราง 2 (ต่อ)

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	สถานการณ์	สะเต็มศึกษา	จำนวน ชั่วโมง
		เนื่องจากน้ำหนักขนาด 1 กิโลกรัม โครงสร้างเสาเข็มต้องตอกลงพื้นผิว ให้ลึก 12 เซนติเมตร		
2	โครงสร้าง สะพาน (สมดุลของ แรง)	สถานการณ์ : หมู่บ้านแห่งหนึ่งเกิด ฝนตกหนักทำให้ถนนขาด หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงให้ทีมวิศวกรมา สร้างสะพานชั่วคราวเพื่อให้ ชาวบ้านใช้สัญจรข้ามไปมาได้ ซึ่ง สะพานจะต้องแข็งแรงและรับ น้ำหนักให้ได้มากที่สุด เงื่อนไข : ระยะทางของสะพานที่ ขาดมีความยาว 40 เซนติเมตร โครงสร้างสะพานจะต้องมีความ ยาว 50 เซนติเมตร ความกว้างของ สะพาน 10 เซนติเมตร เลือกใช้ วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นอย่างจำกัดมา สร้างสะพาน โครงสร้างสะพานต้อง ออกแบบสะพานให้มีน้ำหนักน้อย ที่สุดมีประสิทธิภาพในการรับ น้ำหนักได้มากที่สุด โครงสร้าง สะพานต้องสามารถทดสอบ ประสิทธิภาพได้โดยการวางน้ำหนัก ตรงกลางสะพาน	S : แรงลัพธ์, สภาพ สมดุลของวัตถุ T : การสืบค้นข้อมูล คุณสมบัติของวัสดุ และการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ E : กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม การออกแบบ โครงสร้างสะพาน รวมถึงการวางแผน การสร้างชิ้นงาน M : การวัดขนาดและ การคำนวณหาอัตรา ส่วนตรีโกณมิติ	4

ตาราง 2 (ต่อ)

แผนการจัดการ จัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	สถานการณ์	สะเต็มศึกษา	จำนวน ชั่วโมง
3	โครงสร้าง บันจัน (โมเมนต์)	สถานการณ์ : วิศวกรได้รับ มอบหมายต้องไปรับผิดชอบ โครงการคอนกรีตสูง 60 ชั้น จึง จำเป็นต้องหาวิธีที่จะสร้างบันจัน หอสูงที่มีความแข็งแรงและช่วยใน การลำเลียงขนส่งวัสดุที่มีน้ำหนัก มาก ที่ใช้ในการก่อสร้างตึกสูง เงื่อนไข : บันจันเป็นเสาโครงถัก 4 ด้านขนาด ขนาด 5 เซนติเมตร x5 เซนติเมตร มีความสูงจากฐานไม่ น้อยกว่า 45 เซนติเมตร แกนของบันจันเป็นโครงถักมีความ ยาว 40 เซนติเมตร บันจันต้องทำ การทดสอบการรับน้ำหนักให้ ได้มากที่สุด	S : หลักการของ โมเมนต์ T : การสืบค้นข้อมูล คุณสมบัติของวัสดุ และการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ E : กระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม การออกแบบ โครงสร้างบันจัน รวมถึงการวาง แผนการสร้างชิ้นงาน M : การวัดขนาดและ การคำนวณหาอัตรา ส่วนตรีโกณมิติ	4

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความสอดคล้องของเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 1 ท่าน ครูชำนาญการพิเศษ ที่สอนในรายวิชาศาสตร์เพื่องานก่อสร้าง จำนวน 1 ท่าน และครูที่มี

ประสบการณ์สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาและความเหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1.6.1 สถานการณ์ที่เลือกใช้นักศึกษาต้องปฏิบัติ ควรระบุว่าเป็นการศึกษาทดสอบ แนวคิดความเป็นไปได้ โดยให้นักศึกษาร่วมกันทดสอบระบบจำลอง ผ่านวัสดุอุปกรณ์อย่างง่าย เพื่อให้สถานการณ์มีความสมเหตุสมผล

1.6.2 ในขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหาควรให้นักศึกษาทำการร่างแบบของชิ้นงานในการแก้ปัญหาอย่างน้อย 3 แบบ เพื่อให้นักศึกษาได้แนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายและช่วยป้องกันการเกิดข้อผิดพลาดในการสร้างชิ้นงานจริงได้

จากนั้นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาถึงความเห็นตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ซึ่งปรับปรุงจากแบบประเมินงานวิจัย และเกณฑ์การประเมินของ บุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 121) ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

5 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.7 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 - 5.00	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
2.51 - 3.50	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 - 2.50	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์เพื่อตัดสินผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 คะแนน ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2554.หน้า 121)

1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัย

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้วิจัยและครูที่มีประสบการณ์สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี จดบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนว่าวงจรแต่ละวงจรเป็นอย่างไร กิจกรรมที่จัดนั้นส่งเสริมทักษะอาชีพหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.2 กำหนดขอบเขตของการสังเกตว่าการจัดการเรียนตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งเสริมทักษะอาชีพของผู้เรียนได้หรือไม่อย่างไร และในแต่ละขั้นตอนมีปัญหาและอุปสรรค รวมถึงข้อเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ได้อย่างไร

2.3 สร้างแบบบันทึกสะท้อนผลตามขอบเขตที่กำหนดไว้ โดยลักษณะแบบบันทึกจะเป็นการเขียนบรรยายประเด็นตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

2.4 นำแบบบันทึกสะท้อนผลมาปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.6 นำแบบบันทึกสะท้อนผลที่ปรับปรุงแล้วไปใช้เพื่อสะท้อนผลหลังจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง โดยผู้บันทึกแบบบันทึกสะท้อนผล ได้แก่ ผู้วิจัย และครูที่มีประสบการณ์สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี

3. แบบสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ

แบบสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ มีลักษณะเป็นแบบกึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงการมีทักษะอาชีพที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยทำ

การเก็บข้อมูลเป็นกลุ่มในระหว่างที่มีการจัดการเรียนการสอน เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมที่บ่งบอกได้ว่าผู้เรียนเกิดทักษะอาชีพขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของทักษะอาชีพ
2. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการสร้างและการประเมินวัดผล

ทักษะอาชีพ

3. กำหนดกรอบของการวัดทักษะอาชีพ ตามกรอบแนวคิด จันทรเพ็ญ สุวรรณคร. (2558) มาเป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ คือ ทักษะแสวงหาความรู้ ทักษะกระบวนการทำงาน ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการจัดการ

4. สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบสังเกตแบบกึ่งโครงสร้าง คือ มีการกำหนดรายการพฤติกรรมที่จะทำการสังเกตในเบื้องต้น และเขียนบรรยายลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนเพิ่มเติมที่สังเกตพบระหว่างการจัดการเรียนรู้

ตาราง 3 แสดงรายการพฤติกรรมของผู้เรียนที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	รายการพฤติกรรมของผู้เรียน
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา <ul style="list-style-type: none"> - การสังเกต วิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา 2. ทักษะการทำงานร่วมกัน <ul style="list-style-type: none"> - รับฟัง และยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่น พร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน
ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับแก้ปัญหา	<ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการแสวงหาความรู้ <ul style="list-style-type: none"> - การกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูล โดยกำหนดเป้าหมายว่าจะสืบค้นข้อมูลอะไรจากที่ไหน ด้วยวิธีการอย่างไร - การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	รายการพฤติกรรมของผู้เรียน
<p>ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p>	<p>1.ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสังเกต วิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา <p>2.ทักษะการทำงานร่วมกัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - รับฟัง และยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่น พร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน
<p>ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา</p>	<p>1.ทักษะกระบวนการทำงาน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน - การลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้ <p>2.ทักษะการทำงานร่วมกัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - รับฟัง และยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่น พร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน - รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม <p>3.ทักษะการจัดการ</p> <ul style="list-style-type: none"> - การจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลาและงานให้เป็นระบบ และการเลือกคนเข้ามาทำงานให้เหมาะกับงาน
<p>ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน</p>	<p>1.ทักษะกระบวนการทำงาน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผลความสำเร็จของงาน <p>2.ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - การประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง
<p>ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา</p>	<p>1.ทักษะการทำงานร่วมกัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - รับฟัง และยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่น พร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน

5. นำแบบสังเกตประเมินพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบ ประเมินความเหมาะสม และรับคำแนะนำกลับมาปรับปรุง

6. นำแบบสังเกตประเมินพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพที่ได้รับการแก้ไขปรับปรุงแล้วไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับผู้เข้าร่วมวิจัย โดยผู้สังเกตคือผู้วิจัย ซึ่งจะสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ในขณะที่มีการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

4. ไบบันทึกกิจกรรม

ไบบันทึกกิจกรรมของผู้เรียนเป็นไบบันทึกกิจกรรมที่ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นเครื่องมือ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทักษะอาชีพ โดยใบกิจกรรมของผู้เรียนเป็นการทำงานของกลุ่ม โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างไบบันทึกกิจกรรมของผู้เรียน
- 4.2 ศึกษาตัวบ่งชี้ของทักษะอาชีพ
- 4.3 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มด้วยกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมรวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
- 4.4 ศึกษาเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานก่อสร้างและตกแต่ภายใน เรื่อง แรงและ สมดุลของแรง
- 4.5 กำหนดขอบข่ายของการบันทึกข้อมูลของนักเรียน
- 4.6 สร้างไบบันทึกกิจกรรมตามความเหมาะสมตามแผนการจัดการเรียนรู้
- 4.7 นำไบบันทึกกิจกรรมของผู้เรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อได้รับ คำแนะนำ ปรับรูปแบบของใบกิจกรรมและสถานการณ์ที่น่าสนใจเหมาะสมกับผู้เรียน
- 4.8 จัดทำใบกิจกรรมฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มด้วยกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2564 ซึ่งใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดย ดำเนินการเก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์และข้อตกลงในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วย กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ในเรื่อง แรงและสมดุลของแรง ให้ผู้เรียนทราบ

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่องานก่อสร้างและตกแต่งภายใน โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างเสาเข็ม

วงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างสะพาน

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างบันจัน

ตาราง 4 แสดงการเก็บข้อมูลตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวตามแนวสะเต็มด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง

คำถามวิจัย	เครื่องมือ	ผู้ให้ข้อมูล	การเก็บรวบรวมข้อมูล
1. การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ควรมีการจัดการเรียนรู้อย่างไร	1. แผนการจัดการเรียนรู้ 2. แบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	- ผู้วิจัย - ครูมีประสบการณ์สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี	1. ผู้วิจัยและ ทีมประสบการณ์สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี ครูเขียนสะท้อนผลหลังการจัดการเรียนรู้ 2. ผู้วิจัยนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อนำมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

3. ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในแต่ละวงจรปฏิบัติ ผู้วิจัย ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ ดังนี้

3.1 แบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียน เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ โดยบันทึกลงในแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้หลังจากจบการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครูที่มีประสบการณ์สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี จากนั้นนำผลข้อมูลสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มาปรับปรุงแก้ไขเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติถัดไปจนครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ

3.2 แบบสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนขณะที่มีการจัดการเรียนรู้รวมถึงการตรวจใบกิจกรรม แล้วประเมินในแบบสังเกตทักษะอาชีพจากนั้นนำมาจัดกลุ่มพฤติกรรมตามเกณฑ์การประเมินที่แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อศึกษาการพัฒนาทักษะอาชีพของนักเรียนในวงจรมานั้นๆ จนครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการจัดการเรียนรู้

ตาราง 5 แสดงการเก็บข้อมูลเพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

คำถามวิจัย	เครื่องมือ	ผู้ให้ข้อมูล	การเก็บรวบรวมข้อมูล
1. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรง และสมดุลของแรง มีทักษะอาชีพเป็นอย่างไร	1. แบบสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ	- ผู้วิจัย	1. ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2. ผู้วิจัยนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อแบ่งระดับทักษะอาชีพของผู้เรียน

ตาราง 5 (ต่อ)

คำถามวิจัย	เครื่องมือ	ผู้ให้ข้อมูล	การเก็บรวบรวมข้อมูล
	2. ใบบันทึกกิจกรรม	- นักศึกษา	1. ผู้เรียนทำใบกิจกรรม 2. ผู้วิจัยนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อแบ่งระดับทักษะอาชีพของผู้เรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล เน้นข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เพื่อตอบคำถามวิจัย ดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ควรมีการจัดการเรียนรู้อย่างไร

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 177-178) มีขั้นตอนดังนี้

- 1.1 ผู้วิจัยอ่านและตีความข้อมูลที่ได้จากการบันทึกแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
- 1.2 ผู้วิจัยทำการจัดจัดระเบียบข้อมูลตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ เช่น การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ควรมีการจัดการเรียนรู้อย่างไร ปัญหาอุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และแนวทางการปรับปรุงแก้ปัญหาสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป
- 1.3 นำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาจัดกลุ่มข้อมูลให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกันเพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผลทำการสรุปข้อมูลเป็นความเรียงเพื่อรายงานผลการดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยสรุปเป็น 2 ส่วน คือ จุดเด่นและจุดที่ควรพัฒนาในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้

1.4 ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากผู้วิจัยและจากครูครุมีประสบการณ์สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี ด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) แบบ Resource triangulation โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลมาตีความ ข้อมูลและประเมินว่าผลการดำเนินงานให้ข้อมูลในประเด็นที่ตรงกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยวิธีการนี้ถ้าใช้เครื่องมือเดียวกันและผู้เก็บรวบรวมข้อมูลต่างกัน แต่มีผลการประเมินไปในทิศทางเดียวกันจะแสดงให้เห็นว่าข้อมูลนั้นมีความน่าเชื่อถือ (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) โดยการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยมีความสอดคล้องต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สามารถส่งเสริมทักษะอาชีพ และส่งผลให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือ

1.5 ผู้วิจัยทำการสรุปข้อมูล โดยรายงานผลในลักษณะการเขียนรายงานผลการดำเนินปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรต่อไป

2. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง มีทักษะอาชีพเป็นอย่างไร

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ใบบันทึกกิจกรรม และแบบสังเกตพฤติกรรมทักษะอาชีพ ซึ่งทำการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อสิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติ และทำการวิเคราะห์ภาพรวมเมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจร จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งสองแหล่งมาเปรียบเทียบกันเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 เก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือวิจัยทั้งหมด ผู้วิจัยอ่านข้อมูลทั้งหมดและแบ่งหมวดหมู่ข้อมูลออกเป็น 5 ส่วน ตามกรอบการประเมินทักษะอาชีพ

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพของผู้เรียน โดยดูว่าในแต่ละวงจรปฏิบัติการผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะอาชีพอย่างไร จากนั้นสรุปว่าผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะอาชีพนั้นหรือไม่ อย่างไร

2.3 วิเคราะห์ข้อมูลจากใบบันทึกกิจกรรม โดยผู้วิจัยจัดข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ตามกรอบประเมินทักษะอาชีพ

2.4 ผู้วิจัยตีความจากใบกิจกรรมของผู้เรียนว่าตรงกับเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้จัดแบ่งกลุ่มระดับทักษะอาชีพระดับใดบ้าง ซึ่งสามารถจำแนกระดับของพฤติกรรมที่แสดงออกถึงทักษะอาชีพของผู้เรียนได้ ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์องค์ประกอบทักษะอาชีพ

รายการประเมิน พฤติกรรมของผู้เรียน	ระดับ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
1. การแสวงหาความรู้			
1.1 การกำหนดปัญหา และวางแผนในการ สืบค้นข้อมูล โดย กำหนดเป้าหมายว่าจะ สืบค้นข้อมูลอะไรจาก ที่ไหน ด้วยวิธีการ อย่างไร	กำหนดปัญหา วางแผนในการ สืบค้นข้อมูล โดย สามารถระบุ แหล่งข้อมูลที่ใช้ได้ อย่างน้อย 3 แหล่งข้อมูล	กำหนดปัญหา วางแผนในการสืบค้น ข้อมูล โดยสามารถ ระบุแหล่งข้อมูลที่ ใช้ได้อย่างน้อย 2 แหล่งข้อมูล	กำหนดปัญหา วางแผนในการสืบค้น ข้อมูล โดยสามารถ ระบุแหล่งข้อมูลที่ ใช้ได้ 1 แหล่งข้อมูล
1.2 การวิเคราะห์และ สรุปข้อมูลจากการ สืบค้นความรู้	วิเคราะห์และ สรุปผลการ ค้นคว้า ถูกต้อง สอดคล้อง กับเรื่องที่ค้นคว้า สามารถระบุข้อดี ข้อเสียของแนวทาง ในการแก้ปัญหาได้	วิเคราะห์และสรุปผล การ ค้นคว้าถูกต้อง สอดคล้องกับ เรื่องที่ ค้นคว้า ไม่สามารถ ระบุข้อดี ข้อเสียของ แนวทางในการ แก้ปัญหาได้	ไม่สามารถวิเคราะห์ และสรุปผลการ ค้นคว้าที่ สอดคล้อง กับ เรื่องที่ค้นคว้าได้ และไม่สามารถระบุ ข้อดี ข้อเสียของ แนวทางในการ แก้ปัญหาได้
2. ทักษะกระบวนการทำงาน			
2.1 การวิเคราะห์และ วางแผนในการทำงาน	สามารถวิเคราะห์ ขั้นตอนในการ แก้ปัญหา และมี การวางแผนการทำงาน โดยกำหนดกิจกรรม ขั้นตอนการจัดเรียง งานตามลำดับ ความสำคัญในการ ทำงาน	สามารถวิเคราะห์ ขั้นตอนในการ แก้ปัญหา และมี การวางแผนการทำงาน แต่ไม่กำหนดกิจกรรม ขั้นตอนการจัดเรียง งานตามลำดับ ความสำคัญในการ ทำงาน	ไม่สามารถวิเคราะห์ ขั้นตอนในการ แก้ปัญหา ขาดการ วางแผนการทำงาน ไม่กำหนดกิจกรรม ขั้นตอนการจัดเรียง งาน ตามลำดับ ความสำคัญในการ ทำงาน

ตาราง 6 (ต่อ)

รายการประเมิน พฤติกรรมของ ผู้เรียน	ระดับ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
2.2 การลงมือทำงาน ตามแผนที่กำหนดไว้	สามารถลงมือ ปฏิบัติงานตามแผนที่ กำหนดไว้ทุกขั้นตอน	สามารถลงมือ ปฏิบัติงานตามแผนที่ กำหนดไว้บางขั้นตอน	ไม่สามารถลงมือ ปฏิบัติงานตามแผนที่ กำหนดไว้ทุกขั้นตอน
2.3 ตรวจสอบผลการ ดำเนินงานและ ประเมินผลความ สำเร็จของงาน	สามารถตรวจสอบผล การดำเนินงานว่า สอดคล้องกับ เป้าหมายที่ตั้งไว้ และ สามารถประเมิน ความสำเร็จของงาน ได้ว่าตรงตาม เป้าหมายที่ตั้งไว้	สามารถตรวจสอบผล การดำเนินงานว่า สอดคล้องกับ เป้าหมายที่ตั้งไว้ และ ไม่สามารถประเมิน ความสำเร็จของงาน ได้ว่าตรงตาม เป้าหมายที่ตั้งไว้	ไม่สามารถตรวจสอบ ผลการดำเนินงานว่า สอดคล้องกับ เป้าหมายที่ตั้งไว้ และไม่สามารถ ประเมินความสำเร็จ ของงานได้ว่าตรงตาม เป้าหมายที่ตั้งไว้
3.ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา			
3.1 การสังเกต วิเคราะห์เพื่อสร้าง ทางเลือกในการ แก้ปัญหา	สามารถวิเคราะห์และ ระบุปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนด ได้และสร้างทางเลือก ในการแก้ปัญหาได้ อย่างน้อย 3 ทางเลือกมาใช้ในการ แก้ปัญหา	สามารถวิเคราะห์และ ระบุปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนด ได้และสร้างทางเลือก ในการแก้ปัญหาได้ อย่างน้อย 2 ทางเลือกมาใช้ในการ แก้ปัญหา	สามารถวิเคราะห์และ ระบุปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนด ได้และสร้างทางเลือก ในการแก้ปัญหาได้ อย่างน้อย 1 ทางเลือกมาใช้ในการ แก้ปัญหา

ตาราง 6 (ต่อ)

รายการประเมิน พฤติกรรมของ ผู้เรียน	ระดับ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
3.2 การประเมินผล การทำงานเพื่อ พิจารณาปรับปรุง	สามารถตรวจสอบ แก้ไข วิเคราะห์ ประเมินแนวคิดที่ นำมาใช้ในการ ปรับปรุงและพัฒนา งานและชิ้นงานได้ บรรลุผลสำเร็จตาม เงื่อนไขของ สถานการณ์ได้	สามารถตรวจสอบ แก้ไข วิเคราะห์ ประเมินแนวคิดที่ นำมาใช้ในการ ปรับปรุงและพัฒนา งานและชิ้นงานได้แต่ ไม่บรรลุผลสำเร็จตาม เงื่อนไขของ สถานการณ์	ไม่สามารถตรวจสอบ แก้ไข วิเคราะห์ ประเมินแนวคิดที่ นำมาใช้ในการ ปรับปรุงและพัฒนา งานและชิ้นงานได้ และไม่บรรลุผลสำเร็จ ตามเงื่อนไขของ สถานการณ์
4.ทักษะการทำงานร่วมกัน			
4.1 รับฟัง และ ยอมรับความคิดเห็น จากผู้อื่นพร้อมทั้ง สะท้อนผลที่เกี่ยวข้อง กับการทำงาน	สามารถปฏิบัติทำงาน กลุ่มร่วมกับสมาชิกทุก คนในกลุ่มได้และ สามารถพูดคุยสื่อสาร อภิปรายเพื่อ ตรวจสอบความเข้าใจ แก้ปัญหาพร้อมกันเมื่อ เกิดความไม่เข้าใจ ภายในกลุ่ม	สามารถปฏิบัติทำงาน กลุ่มร่วมกับสมาชิกใน กลุ่มได้อย่างน้อย 2 - 3 คน และสามารถ พูดคุยสื่อสารอภิปราย เพื่อตรวจสอบความ เข้าใจแก้ปัญหา ร่วมกันเมื่อเกิดความ ไม่เข้าใจภายในกลุ่ม	ไม่สามารถปฏิบัติ ทำงานกลุ่มร่วมกับ สมาชิกในกลุ่มได้ และ สามารถพูดคุยสื่อสาร อภิปรายเพื่อ ตรวจสอบความเข้าใจ แก้ปัญหาพร้อมกันเมื่อ เกิดความไม่เข้าใจ ภายในกลุ่ม
4.2 รู้จักบทบาท หน้าที่ของตนเองและ การดำเนินงาน ภายในกลุ่ม	สามารถปฏิบัติตาม บทบาทหน้าที่ของทุกคน ได้ตามข้อตกลงของ กลุ่มที่ตั้งไว้ได้ทุกข้อ	สามารถปฏิบัติตาม บทบาทหน้าที่ของทุกคน ได้ตามข้อตกลงของ กลุ่มที่ตั้งไว้ได้บางข้อ	ไม่สามารถปฏิบัติตาม บทบาทหน้าที่ของทุกคน ได้ตามข้อตกลงของ กลุ่มที่ตั้งไว้ได้บางข้อ

ตาราง 6 (ต่อ)

รายการประเมิน พฤติกรรมของ ผู้เรียน	ระดับ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
5. ทักษะการจัดการ			
5.1 การจัดระบบงาน ที่รับผิดชอบโดยการ จัดเวลาและงานให้ เป็นระบบ และการ เลือกคนเข้ามา ทำงานให้เหมาะกับ งาน	สามารถระบุหน้าที่ ของตนเองและสมาชิก ในกลุ่มได้ และ สามารถแบ่งบทบาท หน้าที่ได้รับมอบหมาย ได้ตามความเหมาะสม และความถนัดของแต่ละ คน ในการปฏิบัติ งานได้ตามเวลาที่ กำหนด	สามารถระบุหน้าที่ ของตนเองและ สมาชิกในกลุ่มได้ แต่ ไม่สามารถแบ่ง บทบาทหน้าที่ได้รับ มอบหมายได้ตาม ความเหมาะสมและ ความถนัดของแต่ละ คนในการปฏิบัติงาน ได้ตามเวลาที่กำหนด	ไม่สามารถแบ่ง บทบาทหน้าที่ของ สมาชิกในกลุ่มได้ตาม ความถนัดและความ เหมาะสม และไม่ สมาชิกในกลุ่มไม่ สามารถรับผิดชอบ ปฏิบัติงานตามหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมายได้ ตามเวลาที่กำหนด

2.5 จัดหมวดหมู่ระดับทักษะอาชีพของผู้เรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ระดับสูง
ระดับกลาง และระดับต่ำ ของแต่ละทักษะย่อยและนำไปหาค่าร้อยละ

2.6 สรุปภาพรวมทั้งหมดว่าผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะอาชีพหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้
ได้หรือไม่ อย่างไร

2.7 ตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) แบบ method
triangulation โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมและ การบันทึกผลในใบบันทึกกิจกรรม
มาตีความข้อมูล และประเมินผลว่าผลการดำเนินงานให้ข้อมูลในประเด็นที่ตรงกัน หรือในทิศทางที่
เป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยวิธีการนี้เป็นการใช้
เครื่องมือวิจัยมากกว่า 1 ชนิดเก็บข้อมูลชนิดเดียวกัน เพื่อดูว่าผลสรุปจะไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่
(สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, หน้า 181)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเรื่อง พัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ในเรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 ปีการศึกษา 2564

ผู้วิจัยนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพของผลการวิจัย 2 ส่วน คือ 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 2) ผลการส่งเสริมทักษะอาชีพ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เรื่อง แรงและสมดุลของแรง โดยผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลต่างๆ จากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยนี้ ได้แก่ นักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 จำนวน 25 คน ซึ่งเรียนแผนกสาขาช่างก่อสร้างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของสถาบันอาชีวศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชรซึ่งได้มาจากการเลือกแบบจงใจ (Purposive Sampling) ที่มีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ใช้เครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหลังสอนของผู้วิจัย แบบบันทึกสะท้อนผล แบบประเมินทักษะอาชีพ และแบบบันทึกการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน เพื่อตอบคำถามวิจัย ดังนี้

คำถามวิจัยข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วย

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ควรมีการจัดการเรียนรู้อย่างไร

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้เป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญแล้ว และใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัย เพื่อใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรถวายปฏิบัติที่ 1 เรื่อง โครงสร้างเสาเข็ม

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยทำการศึกษาศาภาพปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาในชั้นเรียน ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทั้ง 3 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างเสาเข็ม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างสะพาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างปั้นจั่น วางแผนและออกแบบเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลอีก 3 เครื่องมือ ได้แก่ แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง โครงสร้างเสาเข็ม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของครูและผู้เชี่ยวชาญ และแบบประเมินทักษะอาชีพ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหา ทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา จำนวน 1 ท่าน ครูชำนาญการพิเศษ ที่สอนในรายวิชาศาสตร์เพื่องานก่อสร้าง จำนวน 1 ท่าน และครูที่มีประสบการณ์สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) และขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างเสาเข็ม ในวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2565 เวลา 8.00 น. – 12.00 น. เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตามขั้นตอนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยแต่ละชั้นมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าครูจะนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้ผู้เรียนได้รับชมวิดีโอเกี่ยวกับเหตุการณ์ข่าว อาคารถล่ม และให้ผู้เรียนตอบคำถามเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้ตึกถล่ม จากนั้นครูแบ่งผู้เรียนออกเป็น กลุ่มละ 5 คน และสมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่ตามความสามารถของแต่ละคน ให้ผู้เรียนศึกษาสถานการณ์ในใบกิจกรรม แล้วให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ ระบุประเด็นปัญหาและเงื่อนไขที่สถานการณ์ที่กำหนดให้

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่าผู้เรียนมีความสนใจในการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยคลิปวิดีโอและการตอบคำถาม แต่ก็มีผู้เรียนบางส่วนที่ไม่ตอบคำถาม เนื่องจากไม่เข้าใจข้อความว่าต้องตอบอย่างไร จากนั้นผู้วิจัยแจกใบกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ศึกษาสถานการณ์ปัญหาพร้อมทั้งระบุประเด็นปัญหาและเงื่อนไขที่สถานการณ์ที่กำหนดให้ พบว่าผู้เรียนมีความสับสนในการระบุปัญหาและเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดไม่ค่อยได้ ซึ่งผู้วิจัยจึงต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถามแคลงเพื่อสามารถนำไปสู่การสร้างชิ้นงานและแก้ไขปัญหาได้ และในการแบ่งหน้าที่ตามเงื่อนไขที่กำหนดพบว่ามีบางกลุ่มไม่ได้คำนึงถึงความสามารถของแต่ละคน ดังนั้นผู้วิจัยจึงชี้แจงให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ให้เหมาะสมกับความสามารถของงานที่ได้รับมอบหมาย ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...ครูควรกระตุ้นผู้เรียนให้ตอบคำถามมากกว่านี้ อาจใช้แอปพลิเคชันมาช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจ ในการตอบคำถาม และควรมีการใช้คำถามที่สอดคล้องกับสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาได้

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 14 กุมภาพันธ์ 2565)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าให้ผู้เรียนทำการวางแผนเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยผู้เรียนแต่ละคนจะต้องช่วยกันสืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลการสืบค้นเพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหานั้น

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่าผู้เรียนมีการวางแผนการสืบค้นข้อมูล แต่ยังมีปัญหาในการมีส่วนร่วมในการทำงาน ไม่สามารถเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ มีการถกเถียงกันของข้อมูลที่สืบค้นสิ่งที่ตนเองหาถูกต้อง และยังพบผู้เรียนบางคนนำโทรศัพท์ขึ้นมาเล่นเกม ไม่ช่วยเพื่อนในการสืบค้นข้อมูล ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการกำหนดแหล่งสืบค้นข้อมูลให้แคบลง โดยกำหนดแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือให้อย่างน้อย 3 แหล่ง และให้แต่ละกลุ่มนำโทรศัพท์มาใช้กลุ่มละ 3 เครื่อง ในการสืบค้นข้อมูล ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...ครูควรให้แนวทางในการสืบค้นข้อมูลไปในทิศทางเดียวกันและกำหนดแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือให้กับผู้เรียน

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 14 กุมภาพันธ์ 2565)



ภาพ 1 นักศึกษาทำการรวบรวมข้อมูลแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโครงสร้าง
เสาเข็มของผู้เรียน (G1) ในวงจรปฏิบัติที่ 1

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าให้ผู้เรียนทำการออกแบบโครงสร้างเสาเข็ม โดยแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากการสรุปหาวิธีแก้ปัญหาและรวบรวมข้อมูลในขั้นที่แล้วมาวางแผน และเลือกแบบโครงสร้างเสาเข็มและร่างแบบลงในแบบบันทึกกิจกรรม พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการสร้างแบบจำลอง

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่าผู้เรียนมีการสื่อสารพูดคุยกันในกลุ่ม ในการสร้างแบบจำลองเสาเข็ม เพื่อรับน้ำหนัก ควรจะมีลักษณะอย่างไรที่จะรับน้ำหนักได้ดี และพบผู้เรียนบางกลุ่มมีการคัดลอกแบบจำลองจากอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง ไม่มีการดัดแปลงหรือปรับเปลี่ยนมาจากตัวอย่างที่ทำการสืบค้น ดังนั้นผู้วิจัยต้องให้ผู้เรียนหาแนวทางในการออกแบบโครงสร้างให้มากขึ้น และกระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดในการสร้างแบบจำลองที่แก้ปัญหาได้จริง ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีความร่วมมือในการออกแบบชิ้นงานมีการวาดภาพ แต่ยังไม่มีการระบุชี้แจงส่วนของโครงสร้าง ครูควรกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและซักถามผู้เรียนมากกว่านี้

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 14 กุมภาพันธ์ 2565)



ภาพ 2 นักศึกษาทำการออกแบบโครงสร้างเสาเข็มของผู้เรียน (G1) ในวงจรปฏิบัติที่ 1

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการ

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ให้ผู้เรียนทำการดำเนินการวางแผนวิธีการสร้างแบบจำลองโครงสร้างเสาเข็มที่ได้ออกแบบไว้ และลงมือสร้างแบบจำลองโครงสร้างเสาเข็มที่มีความแข็งแรงและสามารถรองรับการตอกเข้ากับสภาพพื้นดินได้

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่า เมื่อผู้เรียนเริ่มต้นทำแบบจำลอง ผู้เรียนแต่ละกลุ่มส่งสมาชิกในกลุ่มมารับอุปกรณ์หน้าชั้นเรียนตามที่ผู้เรียนได้จัดบันทึกไว้ในใบกิจกรรม ระหว่างผู้เรียนสร้างแบบจำลองมีผู้เรียนบางกลุ่มไม่สามารถสร้างแบบจำลองตามแบบที่วางไว้ได้ เนื่องจากรูปแบบที่สร้างขึ้นมีขนาดใหญ่กว่าแบบร่างที่กำหนดไว้ บางกลุ่มมีการถกเถียงกันภายในกลุ่มเนื่องจากสมาชิกในกลุ่มมีการปรับรูปแบบโครงสร้างเพิ่มเติม จึงมีการขออุปกรณ์เพิ่ม ซึ่งสะท้อนได้จากบทสนทนาต่อไปนี้

“เราว่าใช้ลวดพันช่วงปลายเสาเข็มแทนเชือกดีไหม น่าจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเสาเข็ม”

(นักเรียน S20, กลุ่ม 5, 14 กุมภาพันธ์ 2565)

ดังนั้นผู้วิจัยเน้นย้ำให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตามแผนที่กลุ่มได้ออกแบบและวางแผนไว้ และผู้เรียนแต่ละกลุ่มควรมีการอภิปรายลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ดำเนินงานได้ตามแผนที่วางไว้ ไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...การสร้างชิ้นงานของผู้เรียนบางกลุ่มไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ ครูควรกระตุ้นเน้นย้ำผู้เรียนให้สร้างชิ้นงานตามแผนที่วางไว้ให้มากกว่านี้

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 14 กุมภาพันธ์ 2565)



ภาพ 3 นักศึกษาทำการสร้างแบบจำลองโครงสร้างเสาเข็มของผู้เรียน (G4)
ในวงจรปฏิบัติที่ 1

ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงาน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าให้ผู้เรียนนำแบบจำลองโครงสร้างเสาเข็มที่สร้างขึ้นมาทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยผู้เรียนจะทำการบันทึกผลการทดสอบลงในใบบันทึกกิจกรรม จากนั้นผู้เรียนหาวิธีปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยครูจะเป็นผู้สังเกตการทดสอบแบบจำลองของผู้เรียนและคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนนำปัญหาที่พบมาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีพัฒนาแบบจำลองต่อไป

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่า เมื่อผู้เรียนแต่ละกลุ่มสร้างแบบจำลองโครงสร้างเสาเข็มขึ้นมา เมื่อนำมาทดสอบปรากฏว่าไม่เป็นไปตามที่สถานการณ์กำหนด ในการทดสอบแบบจำลองของผู้เรียนบางกลุ่ม มีการทดสอบที่ผิดพลาดโดยใช้ตุ้มตอกรโครงสร้างเสาเข็มที่มีน้ำหนักเกินที่เงื่อนไขกำหนด ต้องกลับไปปรับปรุงแบบจำลองใหม่ ดังนั้นผู้วิจัยแนะแนวทางปรับปรุงแบบจำลองที่ไม่สำเร็จ ให้ผู้เรียนเพิ่มเติม ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...ในการปรับปรุงแบบจำลองของผู้เรียนบางกลุ่มที่แบบจำลองไม่เป็นตามที่สถานการณ์กำหนด เพื่อนในห้องและครูควรให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงแบบจำลอง

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 14 กุมภาพันธ์ 2565)

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ทำกรบันทึกเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมลงในใบบันทึกกิจกรรม มาใช้เป็นข้อมูลในการนำเสนอ โดยมีประเด็นหัวข้อการ

นำเสนอ ปัญหาหรือเงื่อนไขของสถานการณ์ แนวการสร้างแบบจำลองโครงสร้างเสาเข็ม และ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงชิ้นงาน จากนั้นจึงให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนองานที่หน้าชั้นเรียน และกำหนดให้ผู้เรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันหลังจากที่มีการนำเสนอเสร็จสิ้น ผู้วิจัยจะร่วมอภิปรายกับผู้เรียนเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมและสรุปความเชื่อมโยงความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่า ผู้เรียนมีการนำเสนองานโดยการเขียนผ่านกระดาษปฐพีและผู้เรียน บางกลุ่มไม่สนใจในการนำเสนอของเพื่อนหน้าชั้นเรียน ผู้เรียนมีการคุยกันในขณะที่เพื่อนนำเสนอ หลังจากที่เพื่อนกลุ่มที่นำเสนอจบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะไม่ค่อยพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ดังนั้นผู้วิจัยให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่จัดเวลาในการทำงานให้ดีกว่านี้ และให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนะความคิดเห็นที่กลุ่มหลังจากจบการนำเสนอ เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้แนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานต่อไป

...ครูควรปรับเปลี่ยนการนำเสนองานรูปแบบอื่นเพื่อดึงดูดความสนใจ ให้ผู้เรียนกลุ่มอื่น รับฟังการนำเสนอทุกคนและอาจให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอเพิ่มขึ้น

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 14 กุมภาพันธ์ 2565)

3. ขั้นสะท้อน (Reflect)

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง โครงสร้างเสาเข็ม ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ คือ แบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียน ของผู้วิจัย และครูผู้ร่วมสังเกต หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการปฏิบัติสามารถสะท้อนปัญหาและอุปสรรค และ ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
วงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
1.ขั้นระบุปัญหา	ผู้เรียนบางส่วนไม่สนใจในการ ตอบคำถาม และพบว่าผู้เรียน ยังระบุปัญหาและเงื่อนไขที่ สถานการณ์กำหนดไม่ค่อยได้ ในการทำงานร่วมกันภายใน กลุ่ม พบว่ามีผู้เรียนทำงานแค่ 1-2 คน เท่านั้น	ผู้วิจัยใช้แอปพลิเคชันมาช่วยให้ ผู้เรียนมีความสนใจ ในการตอบ คำถาม และควรมีการใช้คำถามที่ สอดคล้องกับสถานการณ์เพื่อให้ ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาได้ และ สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปสู่การ สร้างชิ้นงานและแก้ไขปัญหาได้ และ ชี้แจงให้ผู้เรียนมีการแบ่งหน้าที่ใน การทำงานให้เหมาะสมกับความ สามารถของงานที่ได้รับมอบหมาย
2.ขั้นรวบรวมข้อมูล แนวคิดที่เกี่ยวข้อง กับปัญหา	ผู้เรียนมีการสืบค้นข้อมูลที่ หลากหลาย แต่ไม่สามารถเลือก ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการ แก้ปัญหา ขาดการเชื่อมโยง ความสำคัญของเนื้อหา และ ผู้เรียนไม่ค่อยมีการแลกเปลี่ยน องค์ความรู้กันภายในกลุ่ม	ผู้วิจัยแนะนำแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ให้กับผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียน แต่ละกลุ่มระบุปัญหาเพื่อรวบรวม ข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้ได้มากที่สุดแล้ว ร่วมกันสรุปข้อมูลที่เป็นไปได้ใน การเชื่อมโยงเนื้อหาสำคัญที่ช่วยใน การแก้ปัญหา พร้อมทั้งระบุแหล่ง อ้างอิงของข้อมูลอย่างน้อย 3 แหล่ง
3.ขั้นออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา	ผู้เรียนมีการออกแบบวิธีการ แก้ปัญหาโดยนำข้อมูลที่ได้จาก การสืบค้น มาใช้ในการร่าง แบบจำลองเพื่อแก้ปัญหา แต่ ผู้เรียนไม่ได้ระบุรายละเอียด ของวิธีแก้ปัญหา ในการร่าง	ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมในการร่าง แบบจำลองเพื่อแก้ปัญหา จะต้อง ระบุแนวทางแก้ปัญหาให้ชัดเจน สอดคล้องกับแบบร่างที่ใช้แก้ปัญหา และเน้นย้ำให้ผู้เรียนระบุขนาดและ อุปกรณ์ที่ใช้สร้างแบบจำลอง

ตาราง 7 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
	แบบจำลองไม่มีการระบุขนาดหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง และผู้เรียนในกลุ่มมีการทำงานร่วมกันเพียงแค่ 1-2 คน	กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนร่วมกันวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดในการสร้างแบบจำลองที่สามารถนำมาแก้ปัญหาได้จริง
4. ขั้นวางแผนและดำเนินการ	ในการดำเนินการสร้างแบบจำลองผู้เรียนไม่สามารถสร้างตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ มีการปรับรูปแบบโครงสร้างเพิ่มเติม และใช้เวลาในการสร้างชิ้นงานนานมาก เนื่องจากผู้เรียนบางกลุ่มขาดการวางแผนการดำเนินงานแบ่งหน้าที่การทำงานไม่เหมาะสมตามความสามารถ	ผู้วิจัยเน้นย้ำให้ผู้เรียนดำเนินการสร้างชิ้นงานตามแบบที่ร่างไว้ โดยให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ในการทำงานและเขียนอธิบายวางแผนการทำงานทุกขั้นตอน โดยแต่ละกลุ่มควรมีการอภิปรายลงข้อสรุป เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มปฏิบัติตามแผนที่กลุ่มได้วางแผนไว้และสามารถสร้างแบบจำลองตามที่ได้ออกแบบไว้ เสร็จทันเวลา
5. ขั้นทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน	ผู้เรียนบางกลุ่มมีแนวทางการทดสอบไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนด ทำให้แบบจำลองเกิดความเสียหาย ต้องปรับปรุงแบบจำลองใหม่ ทำให้ใช้เวลาในการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองนานมาก	ผู้วิจัยควรชี้แจงรายละเอียดในการทดสอบให้ชัดเจน แสดงเกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงาน เพื่อให้ผู้เรียนสร้างชิ้นงานและทดสอบชิ้นงานได้ตามเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนดและผู้สอนควรเข้าไปติดตามให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงแบบจำลอง

ตาราง 7 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
6. ชี้แนะวิธีการ แก้ปัญหา	ในการนำเสนอชิ้นงานของ ผู้เรียนบางกลุ่ม มีการนำเสนอ ข้อมูลไม่ครบถ้วนตามประเด็น หัวข้อการนำเสนอเช่น แนวทาง ในการปรับปรุงชิ้นงานของ และ ยังขาดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ภายหลังการนำเสนอซึ่งผู้เรียน บางส่วนไม่สนใจในการนำเสนอ ของเพื่อนหน้าชั้นเรียน	ผู้วิจัยให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนการ นำเสนองานรูปแบบอื่นเพื่อดึงดูด ความสนใจ เน้นให้ผู้เรียนระบุหัวข้อ การนำเสนอให้ชัดเจน และให้ผู้เรียน แต่ละกลุ่มมีส่วนร่วมในการ เสนอแนะความคิดเห็นที่แต่ละกลุ่ม หลังจากจบการนำเสนอ เพื่อให้ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้แนวทางในการ ปรับปรุงชิ้นงาน

วงจรถูกปฏิบัติที่ 2 เรื่อง โครงสร้างสะพาน

จากผลการสะท้อนในวงจรถูกปฏิบัติที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างสะพาน ในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2565 เวลา 8.00 น. – 12.00 น. เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ชั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนในวงจรถูกปฏิบัติที่ 1 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างสะพาน ตามปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไขในวงจรถูกปฏิบัติที่ 1 ได้แก่ เลือกสถานการณ์ปัญหา ที่มีความชัดเจน ตรงประเด็นสอดคล้องกับข้อความถาม มีการใช้แอปพลิเคชันให้ผู้เรียนส่วนร่วมในการตอบคำถามทุกคน นอกจากนั้นผู้วิจัยให้ผู้เรียนบอกบทบาทหน้าที่ในการทำงานพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกคนให้เหมาะสมกับความสามารถ และในการรวบรวมข้อมูลให้มีการกำหนดแหล่งสืบค้นข้อมูลให้ครบถ้วน โดยกำหนดแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือให้ผู้เรียนอย่างน้อย 3 แหล่ง มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนร่วมกันวางแผนวิเคราะห์แก้ปัญหาเพื่อหาแนวทางในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน พร้อมทั้งเน้นให้ผู้เรียนระบุขนาดวัสดุที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อให้ดำเนินงานและสร้างแบบจำลองได้ตามแผนที่ว่าไว้ ไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด และผู้เรียนแต่ละกลุ่มควรมีการทดสอบชิ้นงานภายในกลุ่มก่อนนำมาทดสอบจริง ผู้วิจัยให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนการนำเสนอให้น่าสนใจ ทำเป็นโปสเตอร์ผ่าน Canva

เพื่อดึงดูดความสนใจ เน้นให้ผู้เรียนระบุหัวข้อการนำเสนอให้ชัดเจน และให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีส่วนร่วมในการเสนอแนะความคิดเห็นที่ละกลุ่มหลังจากจบการนำเสนอ

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) และขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างสะพาน เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตามขั้นตอนแผนการจัดการเรียนรู้โดยแต่ละขั้นมีรายละเอียด ดังนี้

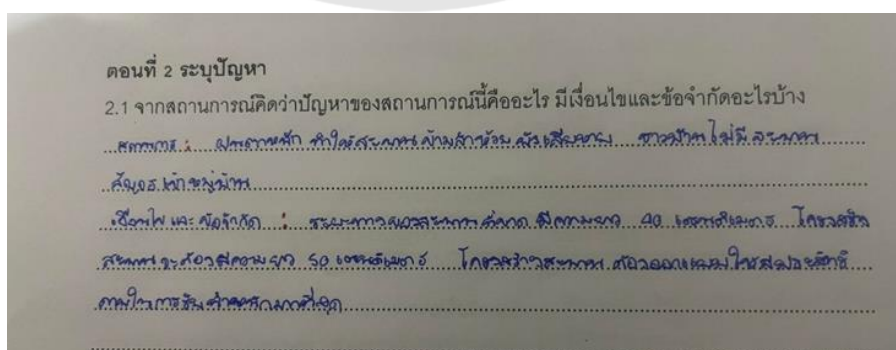
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าครูจะนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้ผู้เรียนได้รับชมวิดีโอเกี่ยวกับเหตุการณ์ข่าวสถานการณ์ปัญหาและให้ผู้เรียนตอบคำถามเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้สะพานพังเสียหาย ผ่านแอปพลิเคชัน Mentimeter จากนั้นครูแบ่งผู้เรียนออกเป็น กลุ่มละ 5 คน และสมาชิกในกลุ่มระบุหน้าที่ตามความสามารถของแต่ละคน ให้ผู้เรียนศึกษาสถานการณ์ในใบกิจกรรม แล้วให้ผู้เรียนร่วมพูดคุยกับเพื่อนในกลุ่ม วิเคราะห์ ระบุประเด็นปัญหาและเงื่อนไขที่สถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อหาข้อสรุปและทำการบันทึกผลลงในใบกิจกรรม

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่าผู้เรียนมีความสนใจในการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยคลิปวิดีโอและการตอบคำถามผ่านแอปพลิเคชัน Mentimeter มากขึ้น ผู้เรียนมีการระบุหน้าที่สมาชิกภายในกลุ่ม หลังจากวงจรปฏิบัติที่ 1 ผู้เรียนจะทราบว่าสมาชิกแต่ละคนมีความถนัดในด้านใด สมาชิกในกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ช่วยกันระบุประเด็นปัญหาและเงื่อนไขที่สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น แต่ยังมีผู้เรียนบางส่วนไม่กล้าเสนอความคิดเห็น ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...มีการนำแอปพลิเคชันมาใช้กระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันตอบคำถามมากขึ้น มีการใช้คำถามที่สอดคล้องกับสถานการณ์ ผู้เรียนมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างเหมาะสม ครูควรกระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนได้แสดงความคิดเห็น

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 21 กุมภาพันธ์ 2565)



ภาพ 4 ตัวอย่างการระบุปัญหาและเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กลุ่มผู้เรียนบันทึกลงในใบกิจกรรม

(G1) ในวงจรปฏิบัติที่ 2

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าให้ผู้เรียนทำการวางแผนเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ครูได้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบต่างๆ ของสะพาน มีการให้ผู้เรียนร่วมตอบคำถาม เพื่อนำสู่การรวบรวมข้อมูลที่ครบลง เป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีการยกตัวอย่างแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการค้นหาข้อมูลที่นำเชื่อถือได้ โดยผู้เรียนแต่ละคนจะต้องช่วยกันสืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลการสืบค้นเพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาพร้อมทั้งระบุแหล่งข้อมูลอ้างอิงได้

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่าผู้เรียนมีการวางแผนการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม โดยผู้เรียนมีการวางแผนว่าจะสืบค้นข้อมูลอะไรบ้าง มีการเขียนบันทึกข้อมูลและแหล่งอ้างอิง จากนั้นผู้เรียนมีการพูดคุยอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุปที่สามารถแก้ปัญหาในการสร้างสะพาน ซึ่งพบว่าผู้เรียนในกลุ่มช่วยกันนำเสนอแนวคิดที่เป็นประโยชน์ให้กับเพื่อนในกลุ่ม สมาชิกทุกคนมีการรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...ผู้เรียนทุกกลุ่มร่วมมือกันสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ มีการพูดคุยสรุปข้อมูลในการแก้ปัญหา มีสมาชิกในกลุ่มบางคนทำหน้าที่จดบันทึกข้อมูล

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 21 กุมภาพันธ์ 2565)

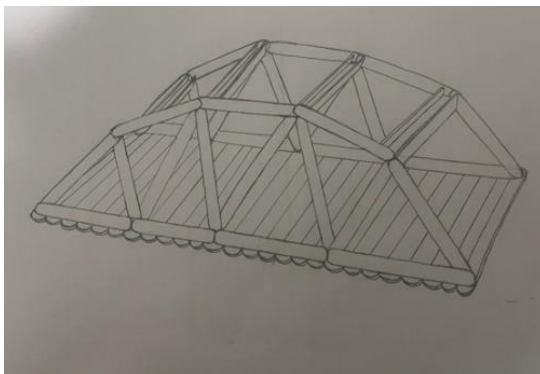
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าให้ผู้เรียนทำการออกแบบโครงสร้างสะพาน โดยแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากการสรุปหาวิธีแก้ปัญหาและรวบรวมข้อมูลในขั้นที่แล้วเพื่อร่างแบบโครงสร้างสะพาน ที่ผ่านการพูดคุยและตัดสินใจภายในกลุ่มร่วมกันว่าเลือกแบบที่จะสร้างชิ้นงานได้เหมาะสมที่สุดที่สามารถการแก้ปัญหาได้ ลงในแบบบันทึกกิจกรรม พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการสร้างแบบจำลอง

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่าผู้เรียนมีการสื่อสารพูดคุยกันในกลุ่ม ร่วมกันเลือกแบบร่างที่เป็นไปได้ในการสร้างชิ้นงาน มีการวางแผนว่าต้องใช้วัสดุอะไรบ้างในการสร้างร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อให้มีประสิทธิภาพของชิ้นงานมากที่สุด แต่ยังมีผู้เรียนบางกลุ่ม ยังพบปัญหาในการร่างแบบที่ไม่ได้ระบุขนาด และอุปกรณ์ที่ใช้ลงใบบันทึกกิจกรรม ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...ผู้เรียนบางกลุ่มไม่มีการระบุวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสร้างชิ้นงาน และขนาดของชิ้นงาน ครูควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญในการระบุองค์ประกอบในแบบร่างเพิ่มเติม

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 21 กุมภาพันธ์ 2565)



ภาพ 5 ตัวอย่างแบบร่างโครงสร้างสะพานที่กลุ่มผู้เรียนบันทึกลงใบกิจกรรม
(G1) ในวงจรปฏิบัติที่ 2

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการ

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ให้ผู้เรียนทำการดำเนินการวางแผนวิธีการสร้างแบบจำลองโครงสร้างสะพานที่ได้ออกแบบไว้ และลงมือสร้างแบบจำลองโครงสร้างสะพานที่มีความแข็งแรงและสามารถรองรับน้ำหนักได้มาก โดยกำหนดให้แต่ละกลุ่มมีเวลาสร้างชิ้นงาน 50 นาที ซึ่งผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า เมื่อผู้เรียนเริ่มต้นทำแบบจำลอง ผู้เรียนแต่ละกลุ่มส่งสมาชิกในกลุ่มมารับอุปกรณ์หน้าชั้นเรียนตามที่ผู้เรียนวางแผนไว้ ระหว่างผู้เรียนสร้างแบบจำลอง ผู้เรียนได้ทำตามแบบร่างที่กำหนดไว้ แต่วงจรปฏิบัติที่ 2 ผู้เรียนมีการสร้างชิ้นงานที่ช้าซ้อนกว่าวงจรปฏิบัติที่ 1 ทำผู้เรียนบางกลุ่มทำงานเสร็จไม่ทัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้เวลาผู้เรียนเพิ่มขึ้นในการทำชิ้นงาน ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...ครูควรจำกัดเวลาในการสร้างชิ้นงานของผู้เรียนให้มากขึ้นตามสถานการณ์ที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติ และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันทำงานมากขึ้น

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 21 กุมภาพันธ์ 2565)



ภาพ 6 แสดงผู้เรียนทำการสร้างแบบจำลองโครงสร้างสะพานของผู้เรียน (G5)

ในวงจรปฏิบัติที่ 2

ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงาน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าให้ผู้เรียนนำแบบจำลองโครงสร้างสะพานที่สร้างขึ้นมาทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยผู้เรียนจะทำการ ทดสอบว่าสะพานของกลุ่มตนเองสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดเท่าไร มีปัญหาใดที่เกิดขึ้น จากนั้นนำไปสู่การปรับปรุงพัฒนาชิ้นงาน และบันทึกผลการทดสอบลงในใบบันทึกกิจกรรม โดยครูจะเป็นผู้สังเกตการทดสอบแบบจำลองของผู้เรียนและคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนนำปัญหาที่พบมาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีพัฒนาแบบจำลองนั้นให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่า เมื่อผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีการทดสอบการรับน้ำหนักของสะพานของกลุ่มตนเอง ทำให้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้นผู้เรียนในกลุ่มมีการปรึกษาและร่วมกันอภิปรายแก้ปัญหาในการปรับปรุงชิ้นงานให้ดีขึ้น ซึ่งสะท้อนได้จากบทสนทนาต่อไปนี้

“เราว่าเพิ่มไม้ไอศกรีมตรงจุดกลางเพื่อเป็นคานาให้รับน้ำหนักได้มากขึ้น”

(นักเรียน S08, กลุ่ม 2, 21 กุมภาพันธ์ 2565)

และยังพบมีผู้เรียนบางกลุ่มสร้างแบบจำลองสะพานมีขนาดความยาวของสะพานน้อยกว่าระยะที่กำหนดในการทดสอบ ซึ่งสะท้อนได้จากบทสนทนาต่อไปนี้

“สะพานที่เราสร้างขึ้นมีขนาดไม่พอกับระยะที่ครูกำหนด เราต้องเพิ่มความยาวของสะพานให้ยาวขึ้นอีก 5 เซนติเมตร

ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...ผู้เรียนทุกกลุ่มหลังจากการทดสอบ สามารถประเมินชิ้นงานของกลุ่มตนเองได้ตามเป้าหมายที่กำหนด มีการปรับปรุงชิ้นงานตามข้อเสนอแนะที่ได้รับ

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 21 กุมภาพันธ์ 2565)

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ทำการบันทึกเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมลงในใบบันทึกกิจกรรม มาใช้เป็นข้อมูลในการนำเสนอออกแบบโปสเตอร์ผ่านแอปพลิเคชัน Canva โดยมีประเด็นหัวข้อการนำเสนอ ปัญหาหรือเงื่อนไขของสถานการณ์ แนวการสร้างแบบจำลองโครงสร้างสะพานและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุง จากนั้นจึงให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนองานที่หน้าชั้นเรียน และกำหนดให้ผู้เรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันหลังจากที่มีการนำเสนอเสร็จสิ้น ผู้วิจัยจะร่วมอภิปรายกับผู้เรียนเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมและสรุปความเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่า ผู้เรียนมีการนำเสนอผ่านโปสเตอร์ของกลุ่มตนเองตามหัวข้อที่กำหนดได้อย่างชัดเจน ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีการเสนอแนะความคิดเห็นที่กลุ่มหลังจากจบการนำเสนอ เพื่อให้ผู้เรียนกลุ่มที่นำเสนอมีแนวคิดที่หลากหลายเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้รับฟังและผู้นำเสนอ ช่วยให้ได้แนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานในครั้งต่อไป

...มีการนำเสนอตามหัวข้อที่กำหนดไว้อย่างชัดเจน ผู้เรียนในกลุ่มอื่น ๆ มีการเสนอแนวคิดไปในทิศทางเดียว ทำให้ได้แนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานและพัฒนาในครั้งต่อไป

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 2, 21 กุมภาพันธ์ 2565)



ภาพ 7 ตัวอย่างโปสเตอร์นำเสนอ เรื่อง โครงสร้างสะพานของกลุ่มผู้เรียน (G3)

ในวงจรปฏิบัติที่ 2

3. ขั้นสะท้อน (Reflect)

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง โครงสร้างสะพาน ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ คือ แบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียน ของผู้วิจัย และครูผู้ร่วมสังเกต หลังจากนั้นทำการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการปฏิบัติสามารถสะท้อนปัญหาและอุปสรรค และ ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
1.ขั้นระบุปัญหา	ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ของสมาชิก ภายในกลุ่มที่ชัดเจนขึ้น สมาชิกแต่ ละกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยกันระบุประเด็นปัญหาและ เงื่อนไขที่สถานการณ์ที่กำหนด ได้ แต่ยังมีผู้เรียนบาง ส่วนไม่ กล้าเสนอความคิดเห็นของ ตนเอง จะเชื่อเพื่อนที่เก่ง	ผู้วิจัยควรกระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่ม ทุกคนได้แสดงความคิดเห็น หรือให้ ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนได้เขียน ปัญหา เงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด จากนั้นให้ทุกคนพูดคุยแลกเปลี่ยน เรียนรู้กันเพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่ม เกี่ยวกับประเด็นปัญหา
2.ขั้นรวบรวมข้อมูล แนวคิดที่เกี่ยวข้อง กับปัญหา	ผู้เรียนมีการวางแผนในการ สืบค้นข้อมูล มีการเขียนบันทึก ข้อมูล แต่มีบางกลุ่มไม่ได้ระบุ แหล่งอ้างอิงของข้อมูล และยัง พบว่าผู้เรียนบางกลุ่มไม่ช่วย เพื่อนในการสืบค้นข้อมูล ทำให้ ได้ข้อมูลในการสืบค้นที่นำมาใช้ ในการสร้างทางเลือกใน แก้ปัญหาได้น้อย	ผู้วิจัยควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนในกลุ่ม ช่วยกันสืบค้นข้อมูลและให้ทุกคน พูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเพื่อให้ ได้ข้อสรุปของกลุ่ม และให้ผู้เรียน ระบุแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้ ซึ่งได้มา ของแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ตาราง 8 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
3. ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	ผู้เรียนบางกลุ่มมีการออกแบบ วิธีการแก้ปัญหาโดยนำข้อมูลที่ ได้จากการสืบค้นมาใช้ในการ ร่างแบบจำลองโครงสร้าง สะพาน พบว่า ผู้เรียนมีการร่าง แบบที่ไม่ได้ระบุขนาด และ อุปกรณ์ที่ใช้ลงใบบันทึก กิจกรรม	ผู้วิจัยควรเน้นย้ำสิ่งสำคัญที่ห้ามขาด ในการเขียนแบบ คือการระบุขนาด วัสดุที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง โครงสร้างให้ชัดเจน
4. ขั้นตอนวางแผนและ ดำเนินการ	ผู้เรียนมีนสร้างแบบจำลอง ตาม แบบร่างที่กำหนดไว้ แต่มีบาง กลุ่มไม่สามารถสร้างชิ้นงานได้ เสร็จตามเวลา เนื่องจากโครง สร้างของงานมีความซับซ้อน	ผู้วิจัยควรจำกัดเวลาในการสร้าง ชิ้นงานของผู้เรียนให้มากขึ้นตาม สถานการณ์ที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติ มีการ ส่งสัญญาณก่อนจะหมดเวลาสัก 10 นาที ให้ผู้เรียนได้ทราบ และเน้นย้ำ ให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันทำงานมาก
5. ขั้นตอนทดสอบและ ปรับปรุงชิ้นงาน	ผู้เรียนบางกลุ่มไม่คำนึงถึง เงื่อนไขของสถานการณ์กำหนด ในการทดสอบชิ้นงานและพบว่า หลังจากการทดสอบชิ้นงาน ผู้เรียนไม่ทำการปรับแก้แบบ ร่างเพิ่มเติม	ผู้วิจัยควรให้คำแนะนำในการ ทดสอบและให้ผู้เรียนได้ทบทวน กติกาในการทดสอบให้ชัดเจนมาก ขึ้น
6. ขั้นตอนนำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา	ผู้เรียนบางกลุ่มมีการนำเสนอ ข้อมูลไม่ครบถ้วนตามประเด็น หัวข้อการนำเสนอ ขาดการ เชื่อมโยงแนวคิด หรือความรู้ที่ ได้จากการสร้างชิ้นงาน	ผู้วิจัยควรเน้นให้ผู้เรียนระบุหัวข้อ การนำเสนอให้ชัดเจนและระบุ แนวคิดหรือความรู้ที่ได้จากการสร้าง ชิ้นงานเกี่ยวกับ STEM เพิ่มเติม

วงจรถวายปฏิบัติที่ 3 เรื่อง โครงสร้างปั้นจั่น

จากผลการสะท้อนในวงจรถวายปฏิบัติที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างปั้นจั่น ในวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2565 เวลา 8.00 น. – 12.00 น. เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนในวงจรถวายปฏิบัติที่ 2 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างปั้นจั่น ตามปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไขในวงจรถวายปฏิบัติที่ 2 โดยผู้วิจัยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทุกคนเขียนปัญหาเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด จากนั้นให้ทุกคนพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นปัญหา นอกจากนี้ผู้วิจัยให้ผู้เรียนบอกบทบาทหน้าที่ในการทำงาน พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกคนให้เหมาะสมกับความสามารถ และในการรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยให้ผู้เรียนในกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูลและให้ทุกคนพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่มและให้ผู้เรียนระบุแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้ มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนร่วมกันวางแผนวิเคราะห์แก้ปัญหาเพื่อหาแนวทางในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน พร้อมทั้งเน้นให้ผู้เรียนระบุขนาดวัสดุที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อให้ดำเนินงานและสร้างแบบจำลองได้ตามแผนที่วางไว้ ไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด และผู้เรียนทบทวนกติกาในการทดสอบให้ชัดเจนมากขึ้น แต่ละกลุ่มควรมีการทดสอบชิ้นงานภายในกลุ่มก่อนนำมาทดสอบจริง และให้ผู้เรียนระบุแนวคิดหรือความรู้ที่ได้จากการสร้างชิ้นงานเกี่ยวกับ STEM เพิ่มเติม

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) และขั้นสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างปั้นจั่น เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตามขั้นตอนแผนการจัดการเรียนรู้โดยแต่ละขั้นมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

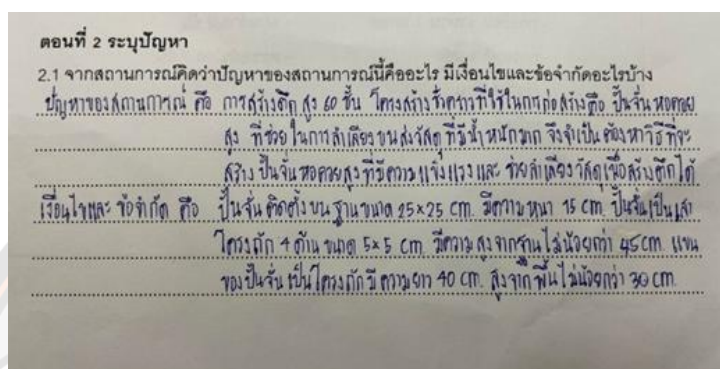
ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าครูจะนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้ผู้เรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ในการสร้างตึกสูง โครงสร้างชั่วคราวที่ใช้ในงานก่อสร้างหรือซ่อมแซมเพื่อเป็นฐานในการทำงานมีอะไรบ้าง ผ่านแอปพลิเคชัน Mentimeter จากนั้นให้ผู้เรียนศึกษาสถานการณ์ในใบกิจกรรม แล้วให้ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มเขียน ปัญหาเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดจากนั้นให้ทุกคนพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นปัญหา เพื่อหาข้อสรุปและสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาได้หลายทางเลือกทำการบันทึกผลลงในใบกิจกรรม

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่าผู้เรียนมีการแบ่งหน้าที่ของสมาชิกภายในกลุ่มตามความเหมาะสมมากขึ้น สมาชิกในกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ช่วยกันระบุประเด็นปัญหาและเงื่อนไขที่สถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ดีขึ้นแม้ว่าสถานการณ์จะมีความซับซ้อนก็ตาม ผู้เรียนจึงร่วมกันทำให้สำเร็จ ผู้เรียนใน

กลุ่มร่วมกันเสนอความคิดเห็นมากขึ้นเพราะผู้เรียนมีความคุ้นเคยกับคนในกลุ่ม ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...ผู้เรียนมีการแสดงความคิดเห็นกันภายในกลุ่มช่วยกันระบุปัญหา มีการแบ่งหน้าที่การทำงานได้อย่างเหมาะสม

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3, 28 กุมภาพันธ์ 2565)



ภาพ 8 ตัวอย่างการระบุปัญหาและเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กลุ่มผู้เรียนบันทึกลงใบกิจกรรม (G4) ในวงจรปฏิบัติที่ 3

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนวางแผนเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และครูให้แนวคิดเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักการใช้โมเมนต์เพื่อนำมาสู่การรวบรวมข้อมูลที่ครบถ้วน เป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีการยกตัวอย่างแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการค้นหาข้อมูลที่นำเชื่อถือได้ โดยผู้เรียนแต่ละคนจะต้องช่วยกันสืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลการสืบค้นเพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาพร้อมทั้งระบุแหล่งข้อมูลอ้างอิงลงไปบนบันทึกกิจกรรม

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่าผู้เรียนมีการวางแผนการสืบค้นข้อมูลอย่างเป็นระบบ ผู้เรียนที่มีหน้าที่ในการสืบค้นสามารถปฏิบัติหน้าที่ได้เป็นอย่างดี มีการแนะนำเพื่อนในการสืบค้น และสมาชิกในกลุ่มช่วยกันการเขียนบันทึกข้อมูลและแหล่งอ้างอิง ทำให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมได้เร็วขึ้น และผู้เรียนในกลุ่มช่วยกันนำเสนอแนวคิดที่เป็นประโยชน์ให้กับเพื่อนในกลุ่ม สมาชิกทุกคนมีการรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...ผู้เรียนตั้งใจทำกิจกรรม ทุกคนในกลุ่มร่วมมือกันสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ มีการพูดคุยสรุปข้อมูลที่สามารถนำมาแก้ปัญหาได้ลงแบบบันทึกกิจกรรมของกลุ่มตนเอง

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 28 กุมภาพันธ์ 2565)

3.2 ทีมวิศวกรมีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้อย่างไร

ข้อมูลที่สืบค้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	แหล่งข้อมูลที่สืบค้น
ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์: รศ.ดร.1166 (วิชาคณิตฯ กข. มศ.ทศ.) (กน.จาม.1166) วิชาเรขาคณิต (1166 พ.ศ.2561 จาก จ.นครราชสีมา) อ.วาท (เสถียรภาพ แนว + ก่อสร้าง) (วิชาคณิตฯ มศ.ทศ.) ม.ร.ค. อ.อ.อ.อ.อ. (E.F. - 100%) ภาควิชาคณิตศาสตร์ (M.A. - Sin/Sout)	(วิศวกรรมศาสตร์ + วิชาคณิตฯ) - วิชาคณิตฯ - PEG 9 - ครูผู้ร่วมสังเกต
ข้อมูลด้านคณิตศาสตร์: ม.ร.ค. อ.อ.อ.อ.อ. (M.A. - Sin/Sout) อ.วาท - วิชาคณิตฯ - วิชาคณิตฯ - วิชาคณิตฯ อ.วาท - วิชาคณิตฯ - วิชาคณิตฯ - วิชาคณิตฯ อ.วาท - วิชาคณิตฯ - วิชาคณิตฯ - วิชาคณิตฯ อ.วาท - วิชาคณิตฯ - วิชาคณิตฯ - วิชาคณิตฯ	- 1166 - 1166 - 1166 - 1166
ข้อมูลด้านเทคโนโลยี: 1166 - 1166 - 1166 1166 - 1166 - 1166 1166 - 1166 - 1166 1166 - 1166 - 1166	rasegemiuschool.com engineersoft.com ce.kmutti.com

ภาพ 9 ตัวอย่างการรวบรวมข้อมูลและแนวทางแก้ปัญหาที่กลุ่มผู้เรียนบันทึกลงใบกิจกรรม (G1) ในวงจรปฏิบัติที่ 3

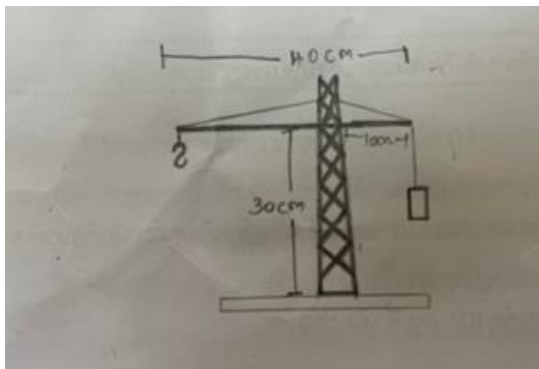
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าให้ผู้เรียนทำการออกแบบโครงสร้างสะพาน โดยแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากการสรุปหาวิธีแก้ปัญหาและรวบรวมข้อมูลในขั้นที่แล้วเพื่อร่างแบบโครงสร้างขึ้นทันที ภายในเวลาที่กำหนด โดยรูปภาพร่างต้องมีการระบุส่วนประกอบต่างๆอย่างชัดเจนว่าแต่ละส่วนคืออะไร ลงในแบบบันทึกกิจกรรม พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการสร้างแบบจำลอง

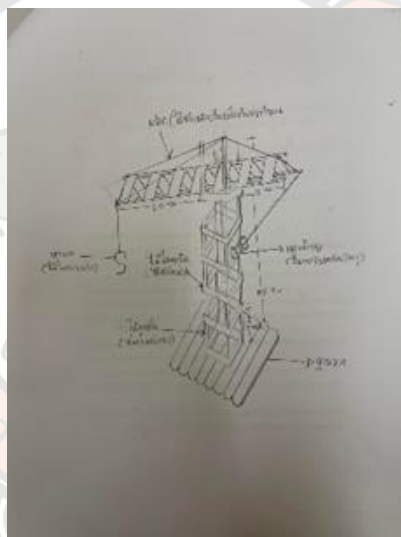
ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่าผู้เรียนมีการนำแนวคิดต่างๆที่วิเคราะห์ร่วมกันในกลุ่มมาใช้ในการร่างแบบที่เป็นไปได้ในการสร้างชิ้นงาน มีการวางแผนว่าต้องใช้วัสดุอะไรบ้างในการสร้างร่วมกันภายในกลุ่ม ยังพบว่าผู้เรียนมีการระบุขนาด และชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ลงใบบันทึกกิจกรรม และยังมีผู้เรียนบางกลุ่มระบุแค่ขนาดของชิ้นงานที่จะทำ แต่ไม่มีการชี้แจงส่วนประกอบอื่นๆเพิ่มเติม ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...ครูควรปรับใบกิจกรรมเพิ่มเติม โดยเพิ่มคำชี้แจงให้ผู้เรียนระบุขนาดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 28 กุมภาพันธ์ 2565)



ภาพ 10 ตัวอย่างแบบร่างโครงสร้างปั้นจั่นที่กลุ่มผู้เรียนบัณฑิตกลางใบกิจกรรม (G4)
ในวงจรปฏิบัติที่ 3



ภาพ 11 ตัวอย่างแบบร่างโครงสร้างปั้นจั่นที่กลุ่มผู้เรียนบัณฑิตกลางใบกิจกรรม (G1)
ในวงจรปฏิบัติที่ 3

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการ

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าให้ผู้เรียนทำการดำเนินการวางแผนวิธีการสร้างแบบจำลองโครงสร้างปั้นจั่นที่ได้ออกแบบไว้ และลงมือสร้างแบบจำลอง ภายใต้เงื่อนไขการออกแบบที่กำหนด และตามภาพร่างที่กลุ่มออกแบบ และต้องเลือกอุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มวางแผนไว้ โดยกำหนดให้แต่ละกลุ่มมีเวลาสร้างชิ้นงาน 60 นาที

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่า เมื่อผู้เรียนเริ่มต้นทำแบบจำลอง ผู้เรียนแต่ละกลุ่มส่งสมาชิกในกลุ่มมารับอุปกรณ์หน้าชั้นเรียนตามที่ผู้เรียนวางแผนไว้ ระหว่างผู้เรียนสร้างแบบจำลอง ผู้เรียนได้ทำตาม

แบบร่างที่กำหนดไว้ ผู้เรียนมีการช่วยกันดำเนินการสร้างชิ้นงานตามหน้าที่กันมากขึ้น ผู้เรียนบางกลุ่มทำงานเสร็จทันตามเวลาที่กำหนด แต่จะมีแค่ 1 กลุ่ม ที่ทำชิ้นงานยังไม่เรียบร้อย ดังนั้นผู้วิจัยควรให้ผู้เรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการดำเนินงานและให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มให้ร่วมมือกันทำงานมากขึ้น เพื่อให้ทำงานเสร็จทันเวลา ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...ครูควรจำกัดเวลาในการสร้างชิ้นงานของผู้เรียนให้มากขึ้นตามสถานการณ์ที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติ และให้ผู้เรียนร่วมกันทำงานให้เสร็จตามทันเวลาและตรวจความเรียบร้อยของชิ้นงาน

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้จริงที่ 2, 21 กุมภาพันธ์ 2565)



ภาพ 12 ตัวอย่างภาพการสร้างแบบจำลองโครงสร้างปั้นจั่นของผู้เรียน (G3)
ในวงจรปฏิบัติที่ 3

ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงาน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าให้ผู้เรียนนำแบบจำลองโครงสร้างปั้นจั่นที่สร้างขึ้นมาทำการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยผู้เรียนจะทำการ ทดสอบว่าโครงสร้างปั้นจั่นของกลุ่มตนเองสามารถใช้งานได้โดยที่แขนปั้นจั่นไม่หักงอ จากนั้นนำไปสู่การปรับปรุงพัฒนาชิ้นงาน และบันทึกผลการทดสอบลงในใบบันทึกกิจกรรม โดยครูจะเป็นผู้สังเกตการทดสอบแบบจำลองของผู้เรียนและคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนนำปัญหาที่พบมาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีพัฒนาแบบจำลองนั้นให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด

ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่า ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีการทดสอบชิ้นงานของกลุ่มตนเอง ทำให้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้นผู้เรียนในกลุ่มมีการปรึกษาและร่วมกันอธิบายแก้ปัญหในการปรุงชิ้นงานให้ดีขึ้น มีผู้เรียนบางกลุ่มมีการทดสอบงานเพียงครั้งเดียว เนื่องจากกลัวแขนของปั้นจั่นรับน้ำหนักไม่ได้ กลัวโครงสร้างพังก่อนการทดสอบจริง ดังนั้นผู้วิจัยควรชี้แจงแนวทางการทดสอบและแนะนำการทดสอบ

ให้กับผู้เรียน เพื่อให้เห็นปัญหาของชิ้นงานและสามารถปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานได้อย่างประสิทธิภาพมากขึ้น ครูผู้ร่วมสังเกตเสนอแนะว่า

...ครูควรให้คำแนะนำในการทดสอบและปรับปรุงชิ้นงานให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาและแนวทางแก้ไขชิ้นงานของกลุ่มตนเอง

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 28 กุมภาพันธ์ 2565)



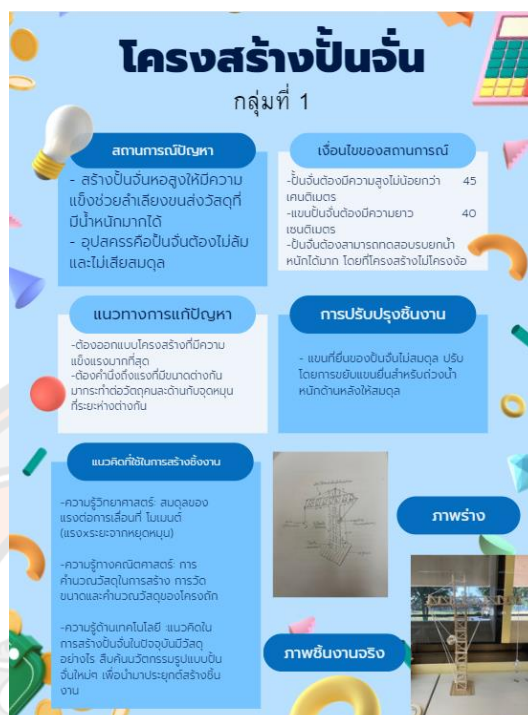
ภาพ 13 ตัวอย่างภาพการทำการทดสอบโครงสร้างปั้นจั่นของผู้เรียน (G4)
ในวงจรปฏิบัติที่ 3

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่าให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ทำการบันทึกเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมลงในใบบันทึกกิจกรรม มาใช้เป็นข้อมูลในการนำเสนอออกแบบโปสเตอร์ผ่านแอปพลิเคชัน Canva โดยมีประเด็นหัวข้อการนำเสนอ ปัญหาหรือเงื่อนไขของสถานการณ์ แนวการสร้างแบบจำลองโครงสร้างสะพานและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุง จากนั้นจึงให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนองานที่หน้าชั้นเรียน และกำหนดให้ผู้เรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันหลังจากที่มีการนำเสนอเสร็จสิ้น ผู้วิจัยจะร่วมอภิปรายกับผู้เรียนเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมและสรุปความเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ ซึ่งผู้วิจัยสังเกตพบว่า ผู้เรียนมีการนำเสนอผ่านโปสเตอร์ของกลุ่มตนเองตามหัวข้อที่กำหนดไว้ อย่างชัดเจน มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ STEM และแนวคิดในการสร้างชิ้นงาน ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีการเสนอแนะความคิดเห็นที่กลุ่มหลังจากจบการนำเสนอ ไปในทิศทางที่ดีขึ้น ช่วยให้กลุ่มที่นำเสนอได้แนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานในครั้งต่อไป

...ผู้เรียนมีการนำเสนอประเด็นแนวคิดในการชิ้นงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอนดี แต่ครูควรให้ข้อเสนอแนะหลังจากผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเสร็จ

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3, 28 กุมภาพันธ์ 2565)



ภาพ 14 ตัวอย่างโปสเตอร์นำเสนอ เรื่อง โครงสร้างป็นจันของผู้เรียน (G1)
ในวงจรปฏิบัติที่ 3

3. ขั้นสะท้อน (Reflect)

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง โครงสร้างป็นจัน ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ คือ แบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียน ของผู้วิจัย และครูผู้ร่วมสังเกต หลังจากนั้นทำการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการปฏิบัติสามารถสะท้อนปัญหาและอุปสรรค และ ข้อเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงปัญหาและข้อเสนอแนะแนวทางแก้ไขที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
วงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
1.ขั้นระบุปัญหา	เงื่อนไขของกิจกรรมมีความซับซ้อนมากขึ้นทำให้ผู้เรียนใช้เวลาในการระบุปัญหาค่อนข้างมาก	ผู้วิจัยควรปรับเงื่อนไขของสถานการณ์ให้น้อยลงเพื่อสอดคล้องกับผู้เรียน
2.ขั้นรวบรวมข้อมูล แนวคิดที่เกี่ยวข้อง กับปัญหา	ผู้เรียนบางกลุ่มมีการนำข้อมูลจากแหล่งต่างๆมาสนับสนุนแนวคิดที่นำไปสู่การสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา ยังไม่ค่อยสอดคล้องกับสถานการณ์	ผู้วิจัยต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นเพื่อมาใช้เป็นแนวทางการแก้ปัญหา นั้นจะต้องมีความสอดคล้องกับเงื่อนไขของสถานการณ์
3.ขั้นออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา	ผู้เรียนมีการนำแนวคิดต่างๆที่วิเคราะห์ร่วมกันในกลุ่ม มาใช้ในการร่างแบบที่เป็นไปได้ในการสร้างชิ้นงาน แต่ยังพบว่าผู้เรียนบางกลุ่มไม่ได้ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ระบุเพียงแต่ขนาดที่จะสร้างแบบจำลองเพียงอย่างเดียว	ผู้วิจัยควรปรับใบกิจกรรมเพิ่มเติม โดยเพิ่มคำชี้แจงให้ผู้เรียนระบุขนาดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างในการสร้างแบบจำลองโครงสร้างให้ชัดเจน
4.ขั้นวางแผนและ ดำเนินการ	ผู้เรียนมีการสร้างแบบจำลองตามแบบร่างที่กำหนดไว้ มีการช่วยกันดำเนินการสร้างชิ้นงานตามหน้าที่กันมากขึ้น มีผู้เรียน 1 กลุ่ม ที่ทำชิ้นงานยังไม่เรียบร้อย	ผู้วิจัยควรให้ผู้เรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการดำเนินงานและให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มให้ร่วมมือกันทำงานมากขึ้นเพื่อให้งานเสร็จทันเวลา และตรวจความเรียบร้อยของชิ้นงาน

ตาราง 9 (ต่อ)

ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	แนวทางการแก้ไข
5.ขั้นทดสอบและ ปรับปรุงชิ้นงาน	ผู้เรียน 1 กลุ่มมีการทดสอบ ชิ้นงานเพียงครั้งเดียว ทำให้ใน การนำชิ้นงานไปทดสอบจริง เกิดความเสียหาย เนื่องจาก ผู้เรียนไม่มีการปรับปรุงชิ้นงาน เพิ่มเติม	ผู้วิจัยควรเน้นให้ผู้เรียนทำการ ทดสอบชิ้นงานซ้ำ เพื่อให้เห็นปัญหา ของชิ้นงานและสามารถปรับปรุง แก้ไขชิ้นงานได้อย่างประสิทธิภาพ มากขึ้น
6.ขั้นนำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา	-	-

หลังจากผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ในเรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่ามีปัญหาที่แตกต่างและคล้ายคลึงกัน และมีแนวทางแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย ผู้วิจัยจึงทำการสรุปปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงสรุปปัญหาที่พบและแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ

ชั้นการจัด การเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการ		แนวทางการพัฒนา การจัดการเรียนรู้
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	
ชั้นที่ 1 ระบุปัญหา	ผู้เรียนบางส่วนไม่สนใจใน การตอบคำถาม และ พบว่าผู้เรียนยังระบุปัญหา และเงื่อนไขที่สถานการณ์ กำหนดไม่ค่อยได้ ในการ ทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม พบว่าผู้เรียนทำงานแค่ 1-2 คน เท่านั้น	ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ของ สมาชิกภายในกลุ่มที่ชัดเจน ขึ้น สมาชิกแต่ละกลุ่มมี การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยกันระบุประเด็นปัญหา และเงื่อนไขที่สถานการณ์ ที่กำหนดได้ แต่ยัง ผู้เรียนบาง ส่วนไม่กล้า เสนอความคิดเห็นของตน เอง จะเชื้อเพื่อนที่เก่ง	ผู้วิจัยใช้แอปพลิเคชันมาช่วยให้ ผู้เรียนมีความสนใจ ในการตอบ คำถาม และควรมีการใช้คำถามที่ สอดคล้องกับสถานการณ์ และ ชี้แจงให้ผู้เรียนมีการแบ่งหน้าที่ใน การทำงานให้เหมาะสมกับ ความสามารถของงานที่ได้รับ มอบหมาย กระตุ้นให้ผู้เรียนในกลุ่ม ทุกคนได้แสดงความคิดเห็น หรือให้ ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนได้เขียนปัญหา เงื่อนไขที่สถานการณ์ กำหนด จากนั้นให้ทุกคนพูดคุยแลกเปลี่ยน เรียนรู้กันเพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่ม เกี่ยวกับประเด็นปัญหา

วิชาการจัด การเรียนรู		แนวทางการพัฒนา การจัดการเรียนรู้	
วิชาการจัด		วิชาการเรียนรู	
ขั้นที่ 2	รวบรวมข้อมูลแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2
	ผู้เรียนมีการสืบค้นข้อมูลที่ไม่สามารถเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ขาดการเชื่อมโยงความสำคัญของเนื้อหา และผู้เรียนไม่ค่อยมีการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้กันภายในกลุ่ม	ผู้เรียนมีการวางแผนในการสืบค้นข้อมูล แต่มีเขียนบันทึกข้อมูล แต่มีบางกลุ่มไม่ได้รับแหล่งอ้างอิงของข้อมูล และยังพบว่าผู้เรียนบางกลุ่มไม่ช่วยเพื่อนในการสืบค้นข้อมูล ทำให้ได้ข้อมูลในการสืบค้นที่นำมาใช้ในการสร้างทางเลือกในแก้ปัญหาได้น้อย	ผู้วิจัยให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนในกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูล และให้ทุกคนพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน เพื่อสรุปข้อมูลที่เป็นไปได้ในในการเชื่อมโยงเนื้อหาสำคัญที่ช่วยในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่ม และให้ผู้เรียนระบุแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้ น้อย 3 แหล่ง
		ขั้นที่ 3	
		ผู้เรียนบางกลุ่มมีการนำข้อมูลจากแหล่งต่างๆมาสนับสนุนแนวคิดที่นำไปสู่การสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างไม่ค่อยสอดคล้องกับสถานการณ์	

ชั้นการจัด การเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการ			แนวทางการพัฒนา การจัดการเรียนรู้
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
	<p>ผู้เรียนมีการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาใช้ในการร่างแบบจำลองเพื่อแก้ปัญหา แต่ผู้เรียนไม่ได้รับรายละเอียดของวิธีแก้ปัญหาในการร่างแบบจำลองไม่มี การระบุขนาด หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง และผู้เรียนในกลุ่มมีการทำงานร่วมกัน เพียงแค่ 1-2 คน</p>	<p>ผู้เรียนบางกลุ่มมีการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยนำข้อมูลที่ได้จาก การสืบค้นมาใช้ในการร่างแบบจำลองโครงสร้าง สะพาน พบว่า ผู้เรียนมีการร่างแบบที่ไม่ได้ระบุขนาด และอุปกรณ์ที่เลือกใช้บันทึกกิจกรรม</p>	<p>ผู้เรียนมีการนำแนวคิดต่างๆ ที่วิเคราะห์ร่วมกันในกลุ่ม มาใช้ในการร่างแบบที่เป็นไปได้ในการสร้างชิ้นงาน แต่ยังคงมีผู้เรียนบางกลุ่มไม่ได้รับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ระบุเพียงแต่ขนาดที่ จะสร้างแบบจำลองเพียงอย่างเดียว</p>	

ตาราง 10 (ต่อ)

ชั้นการ จัด การเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการ			แนวทางการพัฒนา		
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	
ชั้นที่ 4	ในการดำเนินการสร้างแบบจำลองผู้เรียนไม่ สามารถสร้างตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ มีการปรับรูปแบบโครงสร้างเพิ่มเติม และใช้เวลาในการสร้าง ขึ้นงานนานมาก เนื่องจาก ผู้เรียนบางกลุ่มขาด การวางแผนการดำเนินงาน แบ่งหน้าที่การทำงาน ไม่เหมาะสมตามความ สามารถ	ผู้เรียนมีโครงสร้างแบบจำลอง ตามแบบร่างที่กำหนดไว้ แต่มีบางกลุ่มไม่สามารถ สร้างขึ้นงานได้เสร็จตาม เวลา เนื่องจากโครงสร้างของงานมีความ ซับซ้อน	ผู้เรียนมีการสร้าง แบบจำลอง ตามแบบร่างที่ กำหนดไว้ มีการช่วย กัน ดำเนินการสร้างขึ้นงานตาม หน้าที่กันมากขึ้น มีผู้เรียน 1 กลุ่ม ที่ทำขึ้นงานยังไม่ เรียบร้อย	ผู้วิจัยให้ผู้เรียนมีการแบ่งหน้าที่การทำงานและเขียนอธิบายวางแผน การทำงานทุกขั้นตอน ให้ผู้เรียน ปฏิบัติตามแผนที่กลุ่มได้ออกแบบ และวางแผนไว้ และแต่ละกลุ่มควร มีการอภิปรายลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ทำเป็นงานและสร้าง แบบจำลองได้ตามแผนที่วางไว้	ผู้วิจัยให้ผู้เรียนมีการแบ่งหน้าที่การทำงานและเขียนอธิบายวางแผน การทำงานทุกขั้นตอน ให้ผู้เรียน ปฏิบัติตามแผนที่กลุ่มได้ออกแบบ และวางแผนไว้ และแต่ละกลุ่มควร มีการอภิปรายลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ทำเป็นงานและสร้าง แบบจำลองได้ตามแผนที่วางไว้	ผู้วิจัยให้ผู้เรียนมีการแบ่งหน้าที่การทำงานและเขียนอธิบายวางแผน การทำงานทุกขั้นตอน ให้ผู้เรียน ปฏิบัติตามแผนที่กลุ่มได้ออกแบบ และวางแผนไว้ และแต่ละกลุ่มควร มีการอภิปรายลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ทำเป็นงานและสร้าง แบบจำลองได้ตามแผนที่วางไว้

ตาราง 10 (ต่อ)

ชั้นการวัด การเรียนรู้	วงจรมติปฏิบัตการ			แนวทางการพัฒนา การจัดการเรียนรู้
	วงจรมติปฏิบัตการที่ 1	วงจรมติปฏิบัตการที่ 2	วงจรมติปฏิบัตการที่ 3	
	ชั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุง ชิ้นงาน	ผู้เรียนบางกลุ่มมีแนว ทางการทดสอบไม่เป็นไป ตามเงื่อนไขของ สถานการณ์ที่กำหนด ทำ ให้แบบจำลองเกิดความ เสียหาย ต้องปรับปรุง แบบจำลองใหม่ ทำให้ใช้ เวลาในการปรับปรุงแก้ไข แบบจำลองนานมาก	ผู้เรียนบางกลุ่มไม่คำนึงถึง เงื่อนไขของสถานการณ์ กำหนดในการทดสอบ ซึ่งงานและพบว่า หลังจากการทดสอบ ชิ้นงานผู้เรียนไม่ทำการ ปรับแก้แบบร่างเพิ่มเติม	

ตาราง 10 (ต่อ)

ชั้นการ จัด การเรียนรู้	วงจรมติปฏิบัติกร		แนวทงการพัฒน กรจัดกรเรียนรู้
	วงจรมติปฏิบัติกรที่ 1	วงจรมติปฏิบัติกรที่ 2	
ชั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา	ในการนำเสนอชิ้นงนของ ผู้เรียนบางกลุ่ม มีการ นำเสนอข้อมูลไม่ครบถ้วน ตามประเด็นหัวข้อกร นำเสนอเช่น แนวทงใน กรปรับปรุงชิ้นงนของ และยังขาดกรแลกเปลี่ยน เรียนรู้กัน ภายหลั กรนำเสนอยังมีผู้เรียน บางส่วนไม่สนใจในการ นำเสนอของเพื่อนหน้าชั้น เรียน	ผู้เรียนมีการนำเสนองาน ผ่านโปสเตอร์ของกลุ่ม ตนเองตามหัวข้อที่กำหนด ไว้อย่างชัดเจนแต่ยังมี ผู้เรียนบางกลุ่มมีการ นำเสนอข้อมูลไม่ครบถ้วน ตามประเด็นหัวข้อกร นำเสนอ ขาดกรเชื่อมโยง แนวคิด หรือความรู้ที่ได้ จากกรสร้างชิ้นงน	ผู้จัดกรเรียนรู้ปรับเปลี่ยนกร นำเสนอกรรูปแบบโปสเตอร์เพื่อ ดึงดูดความสนใจ เน้นให้ผู้เรียนระบุ หัวข้อกรนำเสนอให้ชัดเจน เช่น การระบุปัญหา ระบุแนวคิดหรือ ความรู้ที่ได้จากกรสร้างชิ้นงน เกี่ยวกับ STEM เพิ่มเติม และให้ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีส่วนร่วมในการ เสนอแนะความคิดเห็นที่ละกลุ่ม หลัจากจบกรนำเสนอ เพื่อให้ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้แนวทงในการ ปรับปรุงชิ้นงน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถส่งเสริมทักษะอาชีพ ของผู้เรียนได้ โดยมีการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ชั้นระบุปัญหา

ในการจัดกิจกรรมผู้วิจัยได้ แจงจุดประสงค์ในเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ ซึ่งกิจกรรมเน้นสถานการณ์ปัญหาที่พบเจอได้ในอาชีพช่างอุตสาหกรรม จากนั้นควรมีการแบ่งกลุ่มผู้เรียนโดยความสามารถทางการเรียนก่อนที่จะเริ่มกิจกรรม ให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มเพื่อให้สมาชิกรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองในการดำเนินงานภายในกลุ่ม ก่อนการระบุปัญหาจากสถานการณ์ ในชั้นระบุปัญหาเป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข โดยที่ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนได้แสดงความคิดเห็น หรือให้ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนได้เขียนปัญหาเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด จากนั้นให้ทุกคนพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่มเพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการทำงานร่วมกัน

2. ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวข้องกับปัญหา

ในชั้นการรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนมีการวางแผนการสืบค้นข้อมูลอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เน้นผู้เรียนในกลุ่มจะต้องช่วยกันสืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลการสืบค้นเพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นต่อการแก้ปัญหาพร้อมทั้งระบุแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ โดยผู้สอนให้ผู้เรียนใช้แหล่งในการสืบค้นข้อมูลออนไลน์ที่หลากหลาย และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในการสืบค้นที่น่าเชื่อถือ เพื่อเป็นการลดเวลาในการสืบค้นข้อมูล ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะแสวงหาความรู้

3. ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้ผู้เรียนได้ทำการออกแบบชิ้นงานโดยการวาดภาพโครงร่างขึ้นที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ โดยแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากการสรุปหาวิธีแก้ปัญหาและรวบรวมข้อมูล มาใช้ในการร่างแบบจำลอง โดยในการเลือกแบบจำลองของกลุ่มต้องผ่านการพูดคุยและตัดสินใจภายในกลุ่มร่วมกันว่าเลือกแบบที่จะสร้างชิ้นงานได้เหมาะสมที่สุดที่สามารถแก้ปัญหาได้ ลงในแบบบันทึกกิจกรรม พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการสร้างแบบจำลองระบุขนาดวัสดุที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองโครงสร้างให้ชัดเจน ในขั้นนี้ผู้เรียนจะเกิดทักษะการแก้ปัญหา ในการวิเคราะห์และสร้างทางเลือกในการร่างแบบจำลองเพื่อแก้ปัญหาและยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการทำงานร่วมกัน

4. **ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา**

ในขั้นนี้ก่อนเริ่มการสร้าง มีการวางแผนออกแบบวิธีการสร้างชิ้นงาน ผู้วิจัยให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่การทำงานให้เหมาะสมกับความสามารถของสมาชิกในกลุ่มพร้อมทั้งเขียนอธิบายวางแผนการทำงานทุกขั้นตอน ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนที่กลุ่มได้ออกแบบและวางแผนไว้ และให้ผู้เรียนในกลุ่มควรมีการอภิปรายลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ดำเนินงานและสร้างชิ้นงานได้ตามแผนที่วางไว้ ไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด ผู้วิจัยกระตุ้นผู้เรียนให้มีการบริหารจัดการเวลาในการสร้างชิ้นงานเพื่อให้งานเสร็จทันเวลา จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทำงาน ทักษะการทำงานร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่มรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองที่ได้รับมอบหมายและยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการจัดการ จัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยจัดเวลาและงานให้เป็นระบบ เลือกคนเข้าทำงานให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

5. **ขั้นทดสอบประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน**

ในขั้นนี้ผู้วิจัยกำหนดเงื่อนไขและเกณฑ์ต่างๆ ในการทดสอบจากสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อให้ไปในทิศทางเดียวกัน และให้ผู้เรียนนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาทำการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน จากนั้นผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันประเมินความสำเร็จของชิ้นงานที่เป็นไปได้และหาวิธีปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทำงานและทักษะกระบวนการแก้ปัญหา นอกจากนี้ผู้วิจัยควรคอยดูแลให้คำแนะนำกับผู้เรียนในการทดสอบและปรับปรุงชิ้นงานกระตุ้นให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาและแนวทางแก้ไขชิ้นงานของกลุ่มตนเองได้

6. **ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา**

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอประเด็นหัวข้อ ปัญหาหรือเงื่อนไขของสถานการณ์ แนวการสร้างชิ้นงานและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงชิ้นงาน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันหลังจากที่มีการนำเสนอเสร็จสิ้น เพื่อช่วยให้กลุ่มที่นำเสนอได้แนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานในครั้งต่อไป ผู้วิจัยจะร่วมอภิปรายกับผู้เรียนเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมและสรุปความเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาเพิ่มเติม ในขั้นนี้จะช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทำงานร่วมกัน โดยการรับฟังและยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่น สามารถนำข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานต่อไปได้

**คำถามวิจัยข้อที่ 2 ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการ
ออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง มีทักษะอาชีพเป็นอย่างไร**

ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ในรายวิชา วิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายใน ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 โดยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นวงจรการปฏิบัติการจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมทักษะอาชีพ ใบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ซึ่งผลการสังเกตพฤติกรรมทักษะอาชีพ แสดงดังตาราง 11



ตาราง 11 แสดงผลการประเมินทักษะอาชีพของผู้เรียนในแต่ละทักษะย่อย

	ระดับทักษะอาชีพ (ร้อยละ)					
	องค์ประกอบทักษะอาชีพ			วงจรรปฏิบัติการที่ 3		
	สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ
1.ทักษะการแสวงหาความรู้						
- การกำหนดปัญหาวางแผนในการสืบค้นข้อมูล	44	56	0	80	20	0
- การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้	48	52	0	76	24	0
2.ทักษะกระบวนการทำงาน						
- การวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน	36	52	12	68	28	4
- การลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้	36	48	16	72	28	0
- ตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผลความ สำเร็จของงาน	44	56	0	72	28	0
3.ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา						
- การสังเกต วิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา	44	56	0	68	32	0
- การประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง	40	60	0	68	32	0

ตาราง 11 (ต่อ)

		ระดับทักษะอาชีพ (ร้อยละ)								
		วงจรรูปปฏิบัติการที่ 1			วงจรรูปปฏิบัติการที่ 2					
		สูง	กลาง	ต่ำ	สูง	กลาง	ต่ำ			
องค์ประกอบทักษะอาชีพ										
4.ทักษะการทำงานร่วมกัน										
-	รับฟัง และยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่นพร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน	56	44	0	80	20	0	88	12	0
-	รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม	44	56	0	84	16	0	92	8	0
5.ทักษะการจัดการ										
-	การจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลาและงานให้เป็นระบบ	40	60	0	76	24	0	84	16	0

จากตารางที่ 11 พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ในเรื่อง แรงและสมดุลของแรง แสดงจำนวนร้อยละของแต่ละวงจรรูปปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 พบว่า ทักษะการแสวงหาความรู้ อยู่ในระดับสูง โดยทักษะย่อยที่ผู้เรียนมีการพัฒนาได้มากที่สุด คือ การกำหนดปัญหาวางแผนในการสืบค้นข้อมูล สำหรับทักษะกระบวนการทำงาน อยู่ในระดับสูง โดยทักษะย่อยที่ผู้เรียนมีการพัฒนาได้มากที่สุด การลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้ สำหรับทักษะกระบวนการแก้ปัญหา อยู่ในระดับสูง โดยทักษะย่อยที่ผู้เรียนมีการพัฒนาได้มากที่สุด การสังเกต วิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาส่วนที่ทักษะการทำงานร่วมกัน อยู่ในระดับสูง โดยทักษะย่อยที่ผู้เรียนมีการพัฒนาได้มากที่สุด รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม และทักษะการจัดการ อยู่ในระดับสูง คือ การจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลาและงานให้เป็นระบบ เมื่อพิจารณาแต่ละทักษะย่อย แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ทักษะการแสวงหาความรู้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และประเมินโดยใช้ใบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ แสดงผลได้ดังต่อไปนี้

1.1 การกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูล



ภาพ 15 แสดงทักษะย่อยการกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูล

จากแผนภูมิ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูล อยู่ในระดับสูง แสดงว่าผู้เรียนสามารถกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูลสามารถระบุแหล่งข้อมูลได้ 3 แหล่ง ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียน ดังนี้

3.2 ทีมวิศวกรมีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้อย่างไร

ข้อมูลที่จะสืบค้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	แหล่งข้อมูลที่สืบค้น
ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์: - หลักการของ สเกลโมเมนต์ คือ เหนือกว่ากับขั้วกระทำต่อวัตถุ สัมพันธ์กับจุดหมุน ทิศทางจากจุดหมุนต่างกัน ทำให้วัตถุหมุนหรือคงที่ - พลิกจากโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา - สถานะสมดุล	http://www.rmutphysics.com/charud/specialnews/4/CRANE/crane1.htm ฝึกใช้ตัวประกอบ - คลังความรู้ Scimath. - ทรูปลูกปัญญา
ข้อมูลด้านคณิตศาสตร์: - การวัดขนาดและมุม กำหนดทิศทาง สันนิษฐาน โมเมนต์ - การประมาณการ - จุดศูนย์กลาง - การคำนวณมวล ในการคำนวณน้ำหนักของหมอน	http://www.scimath.org/lesson-physics/item/3226-equilibrium คลังความรู้ Scimath - th.echschool.com
ข้อมูลด้านเทคโนโลยี: - การขน การท่าทางในวิถีในการเลือก ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ให้เหมาะสม จะเริ่มนำมาใช้ในการออกแบบ ชิ้นงาน สำหรับแก้ปัญหาในการก่อสร้าง เรือหรือเรือข้ามฟาก	http://natchangma.com/2020/06/05/crane-ept--ประเภทและชนิดของควานหิ้วขึ้นเงิน - http://engineursoft.com

ภาพ 16 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูลระดับสูง (G4, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)

นอกจากนี้ยังพบผู้เรียนบางส่วนมีทักษะการกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูลอยู่ระดับกลาง กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถกำหนดวางแผนปัญหาในการสืบค้นข้อมูลได้ แต่ระบุแหล่งข้อมูลได้ 2 แหล่งข้อมูล ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียน ดังนี้

3.2 ทีมวิศวกรมีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้อย่างไร

ข้อมูลที่จะสืบค้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	แหล่งข้อมูลที่สืบค้น
ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์: วิชาฟิสิกส์ (วิชา 2002) วิชา 1100 (ภาชนะ 1100) วิชาเคมี (1100 + 2002) วิชาเคมี (1100) วิชา คณิตศาสตร์ (1100 + 2002) (วิชา คณิตศาสตร์) มุ่งเน้นศึกษา (EPT) วิชา 1100 (วิชา คณิตศาสตร์) ภาชนะ 1100 (วิชา คณิตศาสตร์) (วิชา คณิตศาสตร์)	- วิชา คณิตศาสตร์ - EPT
ข้อมูลด้านคณิตศาสตร์: วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์	
ข้อมูลด้านเทคโนโลยี: วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์ - วิชา คณิตศาสตร์	- rasegemiusschool.com - engineursoft.com

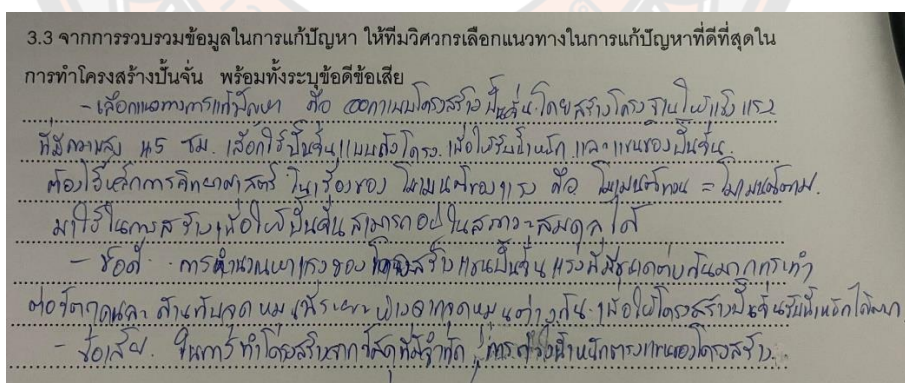
ภาพ 17 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูลระดับกลาง (G5, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2564)

1.2 การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้



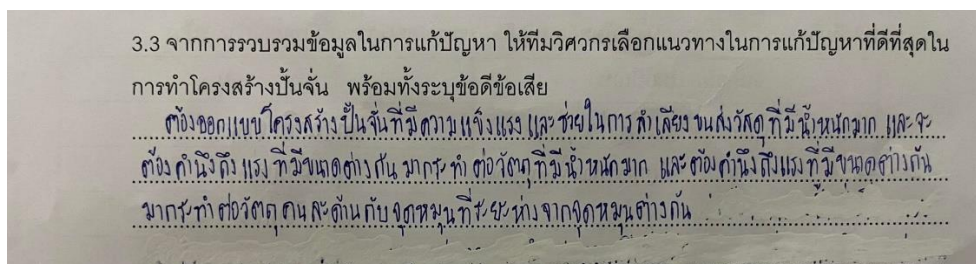
ภาพ 18 แสดงทักษะย่อยการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้

จากแผนภูมิ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้ อยู่ในระดับสูง แสดงว่าผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์และสรุปผลการค้นคว้าที่สอดคล้องกับเรื่องที่สืบค้นสามารถระบุข้อดีและข้อเสียของแนวทางการแก้ปัญหาได้ ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียน ดังนี้



ภาพ 19 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้ ระดับสูง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)

นอกจากนี้ยังพบผู้เรียนบางส่วนมีทักษะทักษะการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้ อยู่ระดับกลาง กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และสรุปผลการค้นคว้าที่สอดคล้องกับแนวทางแก้ปัญหาได้แต่ไม่สามารถระบุข้อดีข้อเสียได้ ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียน ดังนี้



ภาพ 20 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้ ระดับกลาง (G3, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2564)

2. ทักษะกระบวนการทำงาน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจปฏิบัติการณ์ และประเมินโดยใช้ใบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ แสดงผลได้ดังต่อไปนี้

2.1 การวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน



ภาพ 21 แสดงทักษะย่อยการวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน

จากแผนภูมิ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน อยู่ในระดับสูง แสดงว่าผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์ขั้นตอนในการแก้ปัญหา และมีการวางแผนการทำงาน โดยกำหนดกิจกรรมขั้นตอนการจัดเรียงงานตามลำดับความสำคัญหรือความเร่งด่วนในการทำงาน ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียน ดังนี้

ตอนที่ 3 แผนการดำเนินงาน
3.1 ทีมวิศวกรมีการวางแผนงานโดยกำหนดกิจกรรมขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ผู้รับผิดชอบ
ทำความเข้าใจกับปัญหาและเงื่อนไข ข้อจำกัด	ศุภาวีทิศา
ศึกษาเรื่องคานและโมเมนต์ (รวมกรณีอุ้งลิงทอดกบ)	พงษ์พิศ
นำเรื่องคานและโมเมนต์มาประกอบกับข้อกฏของคาน	ณรัชดา
คำนวณผลปฏิกิริยาที่ไรล์และสักกัฏฐตามทฤษฎี	รัชชิตกาล, ศศิธร
จัดทำขโมลและน้ำส่นอ	อสิศยา, พงษ์พิศ

ภาพ 22 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการวิเคราะห์และวางแผนในการทำงานระดับสูง (G4, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)

นอกจากนี้ยังพบผู้เรียนบางส่วนมีทักษะการวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน อยู่ระดับกลาง กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ขั้นตอนในการแก้ปัญหา และมีการวางแผนการทำงาน แต่ไม่กำหนดกิจกรรมขั้นตอนการจัดเรียงงานตามลำดับความสำคัญหรือความเร่งด่วนในการทำงาน ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียน ดังนี้

ตอนที่ 3 แผนการดำเนินงาน
3.1 ทีมวิศวกรมีการวางแผนงานโดยกำหนดกิจกรรมขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ผู้รับผิดชอบ
ร่างโมเมนต์ของคาน	ศศิธร
หาโมเมนต์ของคาน	รัชชิต
ระบุจุดของคาน	ณรัชดา
คำนวณปฏิกิริยาที่ไรล์และสักกัฏฐ	ณรัชดา, ศศิธร
หาโมเมนต์น้ำส่นอ	กัตติรา, ศุภาวีทิศา

ภาพ 23 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการวิเคราะห์และวางแผนในการทำงานระดับกลาง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2564)

2.2 การลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้



ภาพ 24 แสดงทักษะย่อยการลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้

จากแผนภูมิ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้ อยู่ในระดับสูง แสดงว่าผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ทุกขั้นตอน ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียน ดังนี้

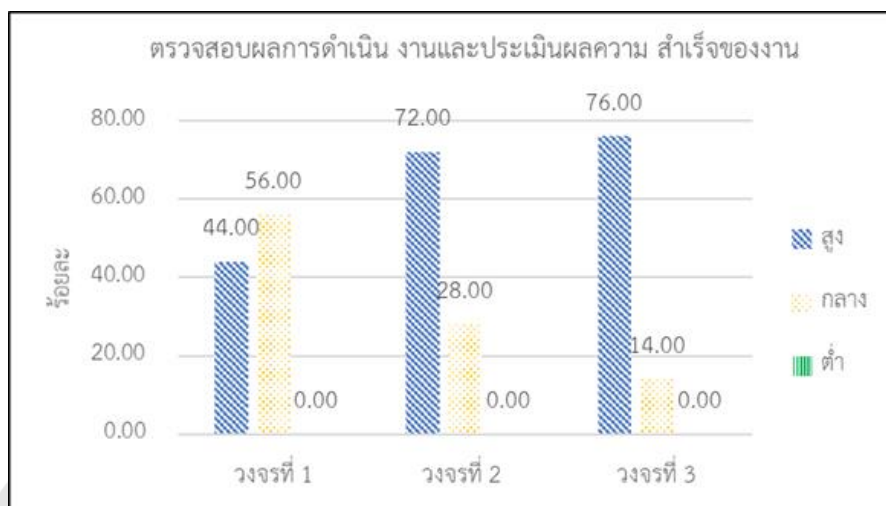
ตอนที่ 3 แผนการดำเนินงาน

3.1 ทีมวิศวกรมีการวางแผนงานโดยกำหนดกิจกรรมขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ผู้รับผิดชอบ
1. ระดมสมองเรื่องสโรวอลทานทรล์	พิมภา (ลงชื่อผู้รับผิดชอบ)
2. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทรล์อินเวท	นภัสสรณ (ลงชื่อผู้รับผิดชอบ)
3. ราวแบบจำลองสโรวอลทานทรล์	นภัสสรณ (ลงชื่อผู้รับผิดชอบ)
4. จินตนาการสโรวอลทานทรล์ในกรณีของสโรวอลทานทรล์	กฤษฎิษา (ลงชื่อผู้รับผิดชอบ)
5. จัดทำข้อมูลนำเสนอแผนการแก้ปัญหา	สิริดา (ลงชื่อผู้รับผิดชอบ)

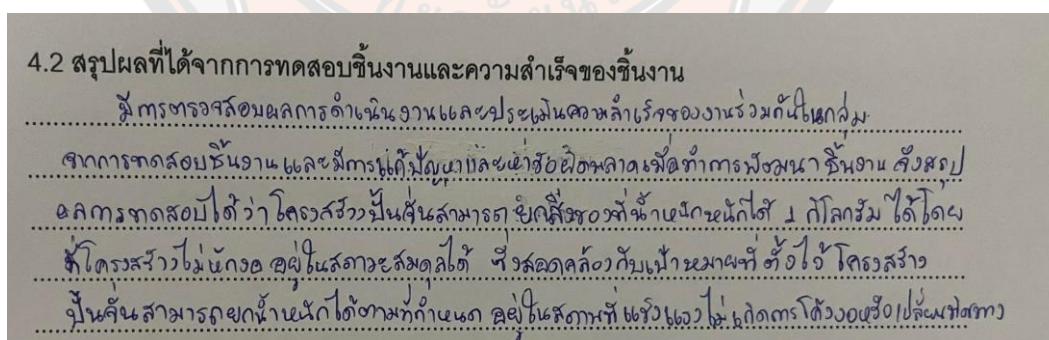
ภาพ 25 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้ระดับสูง (G5, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)

2.3 การตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผลความสำเร็จของงาน



ภาพ 26 แสดงทักษะย่อยการตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผลความสำเร็จของงาน

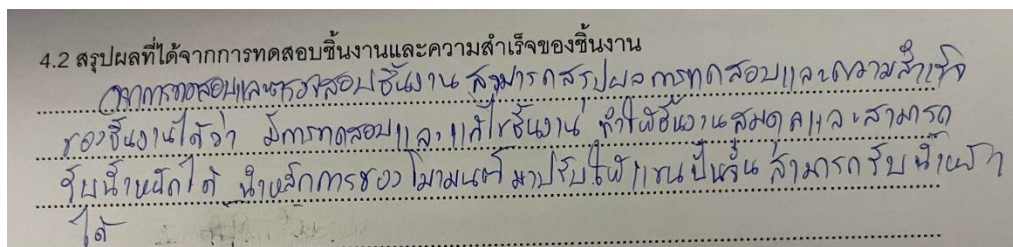
จากแผนภูมิ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผล ความสำเร็จของงาน อยู่ในระดับสูง แสดงว่าผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถตรวจสอบผลการดำเนินงานได้ และสอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ สามารถประเมินความสำเร็จของงานได้ตามเป้าหมาย ดังคำตอบ ตัวอย่างของผู้เรียน ดังนี้



ภาพ 27 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผล ความสำเร็จของงาน ระดับสูง (G2, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)

นอกจากนี้ยังพบผู้เรียนบางส่วนมีทักษะการวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน อยู่ ระดับกลาง กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถตรวจสอบผลการดำเนินงานว่าสอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ และ

ไม่สามารถประเมินความสำเร็จของงานได้ว่าตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ดังตัวอย่างคำตอบของผู้เรียน ดังนี้

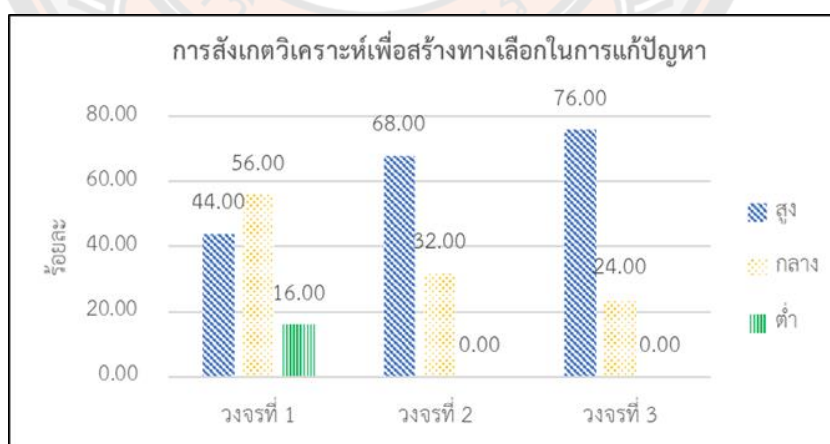


ภาพ 28 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผล ความสำเร็จของงาน ระดับกลาง (G5, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2564)

3. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจ ปฏิบัติการ และประเมินโดยใช้ใบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ แสดงผลได้ ดังต่อไปนี้

3.1 การสังเกตวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา



ภาพ 29 แสดงทักษะย่อยการสังเกตวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา

จากแผนภูมิ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการการสังเกตวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา อยู่ในระดับสูง แสดงว่าผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้และสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ทางเลือก มาใช้ในการแก้ปัญหา ดังคำตอบตัวอย่างของผู้เรียน ดังนี้

2.2 ให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันเสนอแนวทางที่จะช่วยในการแก้ปัญหา โดยต้องใช้พื้นฐานความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งหมดที่เป็นไปได้ในการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา

สมาชิกคนที่	แนวทางในการแก้ปัญหา
1.	ต้องออกแบบโครงสร้างบ้าน ที่มีคาน้ำแรงเพื่อทนแผ่นดินไหวที่ก้านด
2.	ต้องออกแบบโครงสร้างบ้าน ที่สามารถชองในกรณีเกิดข่นถึงที่ขั้วคาน้ำหนักมาก
3.	ต้องคำนึงถึง เวกที่ขั้ว ขนาดต่างกัน มากกับทำตัวคาน้ำและ คาน้ำกับจุดหมุนที่ระห่างกัน
4.	ใช้คาน้ำหนักไม่ล้มและไม่เสียสมดุล ใช้หลักการสมดุลของแรง
5.	ออกแบบคาน้ำในการสร้างบ้านให้รับน้ำหนักได้มาก

ภาพ 30 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการสังเกตวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา ระดับสูง (G4, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)

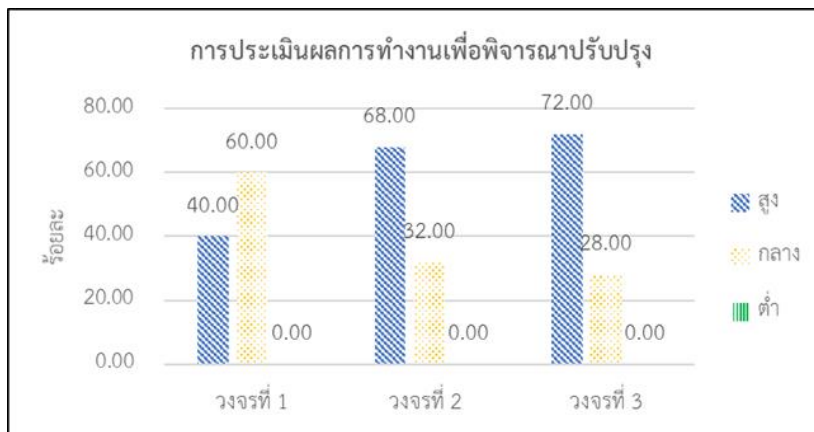
นอกจากนี้ยังพบผู้เรียนบางส่วนมีทักษะการสังเกตวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา อยู่ระดับกลาง กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้และสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 2 ทางเลือกมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังคำตอบตัวอย่างของผู้เรียน ดังนี้

2.2 ให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันเสนอแนวทางที่จะช่วยในการแก้ปัญหา โดยต้องใช้พื้นฐานความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งหมดที่เป็นไปได้ในการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา

สมาชิกคนที่	แนวทางในการแก้ปัญหา
1.	ใช้วัสดุที่แรงที่กระทำต่อจุดคาน้ำและคาน้ำกับจุดหมุน
2.	ออกแบบโครงสร้างบ้านให้รับน้ำหนักในสภาวะรับคาน้ำ
3.	
4.	

ภาพ 31 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการสังเกตวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา ระดับกลาง (G2, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2564)

3.2 การประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง



ภาพ 32 แสดงทักษะย่อยการประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง

จากแผนภูมิ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุงอยู่ในระดับสูง แสดงว่าผู้เรียนสามารถตรวจสอบแก้ไขวิเคราะห์ ประเมินแนวคิดที่นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนางานและชิ้นงานได้บรรลุผลสำเร็จตามเงื่อนไขของสถานการณ์ได้ ดังคำตอบตัวอย่างของผู้เรียน ดังนี้

ตอนที่ 4 การทดสอบประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน

4.1 ให้นักศึกษานำที่ผลการทดสอบชิ้นงาน

ครั้งที่	ปัญหาที่พบ	สาเหตุของปัญหา	วิธีการแก้ปัญหา
1	ฐานที่รับโครงสรับน้ำหนักไม่แข็งแรง	เกิดจากโครงสร้างไม่มีการยึดติดกัน	เพิ่มไม้โดยยึดติดตามโครงสร้างที่รับน้ำหนัก
2	ไม่มีเงินกับน้ำหนักได้ 0.5g แล้วเกิดการเสียหายล้มตุล	แผ่นรับน้ำหนักสำหรับตัวรับน้ำหนักหนักเกินไป	เปลี่ยนแผ่นรับน้ำหนักที่เบาขึ้นกับน้ำหนักที่รับได้ สังเกต โดยมีการคำนวณการคิดโมเมนต์

ภาพ 33 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุงระดับสูง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)

นอกจากนี้ยังพบผู้เรียนบางส่วนมีทักษะการประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุงอยู่ระดับกลาง กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถตรวจสอบแก้ไขวิเคราะห์ ประเมินแนวคิดที่นำมาใช้ในการ

ปรับปรุงและพัฒนางานและชิ้นงานได้แต่ไม่บรรลุผลสำเร็จตามเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนด ดังคำตอบตัวอย่างของผู้เรียน ดังนี้

ตอนที่ 4 การทดสอบประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน

4.1 ให้นักศึกษานำบันทึกผลการทดสอบชิ้นงาน

ครั้งที่	ปัญหาที่พบ	สาเหตุของปัญหา	วิธีการแก้ปัญหา
1	แผนผังของโครงสร้งไม่สมดุล	ทิศทางไม่ตรงแนวหน้าไม้ ไม่สมดุลกัน(โครงรับ)	คำนวณทศภาคโมเมนต์ ขอตรวจสอบก่อนด้วยไม้ใหม่

ภาพ 34 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุงระดับกลาง (G5, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2564)

4. ทักษะการทำงานร่วมกัน

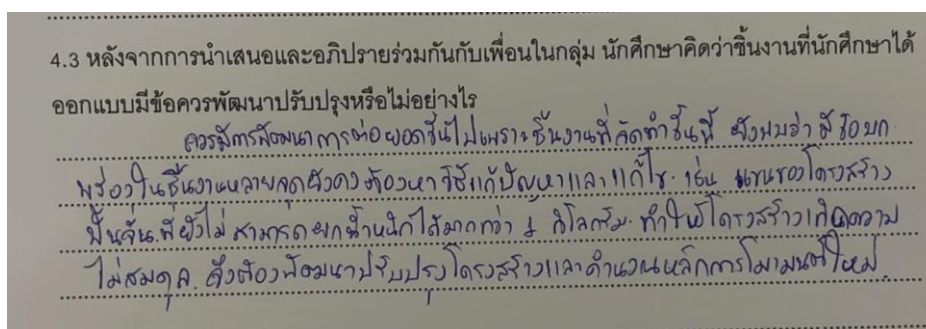
ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจปฏิบัติกร และประเมินโดยใช้ใบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ แสดงผลได้ดังต่อไปนี้

4.1 รับฟังและยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่นพร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน



ภาพ 35 แสดงทักษะย่อยรับฟังและยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่นพร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน

จากแผนภูมิ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะรับฟังและยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่นพร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน อยู่ในระดับสูง แสดงว่าผู้เรียนสามารถทำงานกลุ่มร่วมกับสมาชิกทุกคนได้และสามารถพูดคุยสื่อสาร อภิปรายเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและแก้ปัญหาาร่วมกันและยอมรับฟังความคิดเห็นข้อควรพัฒนาปรับปรุงชิ้นงานจากสมาชิกคนอื่นได้ ดังคำตอบตัวอย่างของผู้เรียน ดังนี้



ภาพ 36 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการรับฟังและยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่นพร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ระดับสูง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)

4.2 รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม



ภาพ 37 แสดงทักษะย่อยการรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม

จากแผนภูมิ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม อยู่ในระดับสูง แสดงว่าผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของทุกคนได้ตามข้อตกลงของกลุ่มที่ตั้งไว้ได้ทุกข้อ ดังคำตอบตัวอย่างของผู้เรียน ดังนี้

1.2 ให้นักศึกษาทำข้อตกลงในการทำกิจกรรมร่วมกันของสมาชิกภายในกลุ่ม

1. รับฟังความคิดเห็นของ สมาชิกในกลุ่ม
2. ช่วยกันคิดวิสัยทัศน์
3. สมาชิกให้ความร่วมมือในภาระงาน
4. รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง

4.5 หลังเสร็จภารกิจกลุ่มของนักศึกษาประเมินสมาชิกในกลุ่มปฏิบัติตามที่ตามกฎระเบียบของกลุ่มในระดับใด

สูง ปฏิบัติหน้าที่ตามกฎระเบียบของกลุ่มที่ตั้งไว้ได้ทุกข้อ

กลาง ปฏิบัติหน้าที่ตามกฎระเบียบของกลุ่มที่ตั้งไว้ได้บางข้อ

ต่ำ ไม่ปฏิบัติตามที่ตามกฎระเบียบของกลุ่มที่ตั้งไว้

ภาพ 38 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม ระดับสูง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)

นอกจากนี้ยังพบผู้เรียนบางส่วนมีทักษะการรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง และการดำเนินงานภายในกลุ่ม อยู่ระดับกลาง กล่าวคือผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของทุกคนได้ตามข้อตกลงของกลุ่มที่ตั้งไว้ได้บางข้อ ดังคำตอบตัวอย่างของผู้เรียน ดังนี้

1.2 ให้นักศึกษาทำข้อตกลงในการทำกิจกรรมร่วมกันของสมาชิกในกลุ่ม
 สอนสัปดาห์ละครั้งในสัปดาห์แรก สอนสัปดาห์ละครั้งในสัปดาห์ที่สอง สอนสัปดาห์ละครั้งในสัปดาห์ที่สาม
 รับผิดชอบหน้าที่ของตนเองได้

4.5 หลังเสร็จภารกิจกลุ่มของนักศึกษาประเมินสมาชิกในกลุ่มปฏิบัติตามที่ตามกฎระเบียบของกลุ่มในระดับใด

สูง ปฏิบัติหน้าที่ตามกฎระเบียบของกลุ่มที่ตั้งใจไว้ทุกข้อ

กลาง ปฏิบัติหน้าที่ตามกฎระเบียบของกลุ่มที่ตั้งใจไว้ได้บางส่วน

ต่ำ ไม่ปฏิบัติตามที่ตามกฎระเบียบของกลุ่มที่ตั้งใจไว้

ภาพ 39 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงาน
 ภายในกลุ่ม ระดับกลาง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)

5. ทักษะการจัดการ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจ
 ปฏิบัติการ และประเมินโดยใช้ใบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ แสดงผลได้
 ดังต่อไปนี้

5.1 การจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลาและงานให้เป็นระบบ



ภาพ 40 แสดงทักษะย่อยการจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลาและงานให้เป็นระบบ

จากแผนภูมิ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีทักษะการจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลา และงานให้เป็นระบบ อยู่ในระดับสูง แสดงว่าผู้เรียนสามารถระบุหน้าที่ของตนเองและสมาชิกในกลุ่มได้ และสามารถแบ่งบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้ตามความเหมาะสมและความถนัดของแต่ละคน ในการปฏิบัติงานได้ตามเวลาที่กำหนด ดังคำตอบตัวอย่างของผู้เรียน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบ่งหน้าที่การทำงาน

1.1 หน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม (หัวหน้าทีม,ผู้ค้นหาข้อมูล,ผู้ออกแบบชิ้นงาน,ผู้นำเสนอผลงาน)

ชื่อ-สกุล	รับหน้าที่	เหตุผล
1. น.ส. พิมพ์มณี ตวีทนต์	หัวหน้าทีม	มีทักษะด้านผู้นำ สังกัดและจัดระเบียบได้ดี
2. น.ส. นภัสวรรณ สว่างศรี	ผู้ค้นหาข้อมูล	มีความสนใจใฝ่รู้ด้านหน้าที่
3. นาย อภิวัฒน์ สวัสดิ์	ผู้ค้นหาข้อมูล	มีความคิดค้นงานด้านงาน, ภาวิเศษ, ภาวิเศษ
4. นาย กฤษณะ สวัสดิ์	ผู้ค้นหาข้อมูล	มีความคิดค้นงานด้านงาน
5. นาย อธิษฐ์ กองเพ็ง	ผู้ค้นหาข้อมูล	มีความรู้ทางด้านงานและงานด้านงาน

4.4 นักศึกษาคิดว่าในการแบ่งหน้าที่ในการทำงานภายในกลุ่มครั้งนี้มีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

.....เหมาะสม.....เพราะแบ่งงานตามความถนัดของแต่ละบุคคล จึงทำให้ทุกคน.....

.....กลุ่มมีความร่วมมือกัน ได้งานออกมาได้ตรงตามผลงาน.....

ภาพ 41 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลา และงานให้เป็นระบบ ระดับสูง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)

นอกจากนี้ยังพบผู้เรียนบางส่วนมีทักษะการจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลาและงานให้เป็นระบบ อยู่ระดับกลาง กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถระบุหน้าที่ของตนเองและสมาชิกในกลุ่มได้ แต่ไม่สามารถแบ่งบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้ตามความเหมาะสมและความถนัดของแต่ละคนในการปฏิบัติงานได้ตามเวลาที่กำหนด ดังคำตอบตัวอย่างของผู้เรียน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบ่งหน้าที่การทำงาน

1.1 หน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม (หัวหน้าทีม, ผู้ค้นหาข้อมูล, ผู้ออกแบบชิ้นงาน, ผู้นำเสนอผลงาน)

ชื่อ-สกุล	รับหน้าที่	เหตุผล
1. นาย ศิษณุ โพธิ์สี	หัวหน้าทีม	มีความเป็นผู้นำ
2. นาย ชีโรตม์ ศาพาวรัตน์	ผู้ค้นหาข้อมูล	ใช้โทรศัพท์เก่ง
3. น.ส. นวริศา ไส้ภาค	ผู้ออกแบบชิ้นงาน	วาดรูปเก่ง
4. น.ส. กฤติภา ศรีรัตนงษ์	ผู้นำเสนอผลงาน	พูดเก่ง
5. นายมนต์ชัย นทีวิไล	ผู้นำเสนอผลงาน	พูดเก่ง

ภาพ 42 ตัวอย่างคำตอบแสดงทักษะย่อยการจัดการระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลา และงานให้เป็นระบบ ระดับกลาง (G1, ใบกิจกรรมการเรียนรู้, 28 กุมภาพันธ์ 2565)



บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ในเรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 ปีการศึกษา 2564 มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และผลของการส่งเสริมทักษะอาชีพ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ซึ่งดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 จำนวน 25 คน ซึ่งเรียนแผนกสาขาช่างก่อสร้าง ดำเนินการวิจัยแบบวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือวิจัยที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน รวม 12 ชั่วโมง 2) แบบบันทึกสะท้อนผล 3) แบบสังเกตพฤติกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ 4) ใบบันทึกกิจกรรม โดยแบ่งการสรุปอภิปรายผลตามคำถามการวิจัย ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง และผลของการส่งเสริมทักษะอาชีพ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เรื่อง แรงและสมดุลของแรง สรุปผลการวิจัยตามคำถามวิจัยดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ควรมีการจัดการเรียนรู้อย่างไร

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพของผู้เรียน ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหา รวมถึงทำการวิเคราะห์และระบุปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนด ดังนั้นผู้สอนควรเน้นสถานการณ์ปัญหาที่พบเจอได้ในอาชีพช่างอุตสาหกรรม ให้ผู้เรียนทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข โดยที่ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนได้แสดงความคิดเห็น ผู้สอนจะใช้วิธีการให้

ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนได้เขียนปัญหาเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด จากนั้นให้ทุกคนพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่มเพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ นอกจากนี้ผู้สอนควรเข้าไปติดตามกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างทั่วถึง

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำการสืบค้นเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้สอนควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนมีการวางแผนการสืบค้นข้อมูลอะไรบ้าง ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เน้นให้ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนช่วยกันสืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลการสืบค้นเพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นต่อการแก้ปัญหา พร้อมทั้งระบุแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่เชื่อถือได้ โดยผู้สอนให้ผู้เรียนใช้แหล่งในการสืบค้นข้อมูลออนไลน์ที่หลากหลาย เพื่อนำมาวิเคราะห์เลือกวิธีการที่ดีที่สุด ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด และผู้สอนควรให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในการสืบค้นที่น่าเชื่อถือ เพื่อเป็นการลดเวลาในการสืบค้นข้อมูล

3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้และแนวคิดที่เกี่ยวข้องที่ผ่านการวิเคราะห์สรุปร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อวางแผนออกแบบวิธีการในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้ทำการออกแบบชิ้นงานโดยการวาดภาพโครงสร้างชิ้นงานที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ โดยแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากการสรุปวิธีแก้ปัญหาและรวบรวมข้อมูล มาใช้ในการร่างแบบจำลอง โดยในการเลือกแบบจำลองของกลุ่มผู้สอนควรเน้นให้ผู้เรียนมีการพูดคุยและตัดสินใจภายในกลุ่มร่วมกันในการเลือกแบบที่จะสร้างชิ้นงานเพื่อให้ได้แบบร่างที่สามารถแก้ปัญหาได้ดีที่สุด พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการสร้างแบบจำลองระบุนาวัตวิศวะที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองโครงสร้างให้ชัดเจน แต่ยังมีผู้เรียนบางกลุ่มไม่ได้ระบุนาวัตวิศวะที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองโครงสร้าง ผู้สอนควรเข้าไปสอบถามติดตามการดำเนินงานของผู้เรียนแต่ละกลุ่มอย่างใกล้ชิด

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และสร้างชิ้นงานตามแบบร่างที่ร่างไว้เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด ดังนั้นผู้สอนควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนมีแบ่งหน้าที่การทำงานให้เหมาะสมกับความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม พร้อมทั้งเขียนอธิบายวางแผนการทำงานทุกขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนที่กลุ่มได้ออกแบบและวางแผนไว้ และให้ผู้เรียนในกลุ่มควรมีการอภิปรายลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ดำเนินงานและสร้างชิ้นงานได้ตามแผนที่วางไว้ ไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด ผู้สอนควรกระตุ้นผู้เรียนให้มีการบริหารจัดการเวลาในการสร้างชิ้นงานเพื่อให้งานเสร็จทันเวลา

5. ขั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงาน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้นำชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปทำการทดสอบ และประเมินผลว่าชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ ดังนั้นผู้สอนควรกำหนดเงื่อนไขและเกณฑ์ต่างๆ ในการทดสอบจากสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อให้ไปในทิศทางเดียวกัน และให้ผู้เรียนนำชิ้นงานที่สร้างขึ้น มาทำการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน จากนั้นผู้เรียนในกลุ่ม

ร่วมกันประเมินความสำเร็จของชิ้นงานที่เป็นไปได้และหาวิธีปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยผู้สอนควรเข้าไปติดตามสอบถามถึงแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ควรมีการให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงชิ้นงานให้ประสิทธิภาพมากขึ้น

6. ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานผลการทดสอบและการประเมินวิธีการแก้ปัญหาของชิ้นงาน ดังนั้นผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอประเด็นหัวข้อ ปัญหาหรือเงื่อนไขของสถานการณ์ แนวการสร้างชิ้นงานและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงชิ้นงาน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันหลังจากที่มีการนำเสนอเสร็จสิ้น เพื่อช่วยให้กลุ่มที่นำเสนอได้แนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานในครั้งต่อไป และผู้สอนจะต้องให้ผู้เรียนสรุปความเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาในครั้งนี้ได้จริง ผู้สอนควรให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมกับกลุ่มที่นำเสนอเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาปรับปรุงชิ้นงานเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

2. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง มีทักษะอาชีพเป็นอย่างไร

จากผลการวิจัยการส่งเสริมทักษะอาชีพ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เรื่อง แรงและสมดุลของแรง พบว่าผู้เรียนมีทักษะอาชีพ ในแต่ละด้านเพิ่มขึ้นตามลำดับในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1. ทักษะการแสวงหาความรู้ โดยสรุปทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะการแสวงหาความรู้เพิ่มสูงขึ้นตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถกำหนดปัญหาวางแผนในการสืบค้นข้อมูล โดยระบุแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ 3 แหล่งข้อมูลขึ้นไป มีการวิเคราะห์และสรุปผลการสืบค้นที่ถูกต้อง สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา สามารถระบุข้อดี ข้อเสียของแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบเจอในงานอาชีพช่างอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี

2. ทักษะกระบวนการทำงาน โดยสรุปทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทำงาน เพิ่มสูงขึ้นตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 กล่าวคือ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์ขั้นตอนในการแก้ปัญหา ขาดการวางแผนการดำเนินงานนำไปสู่การสร้างชิ้นงานของผู้เรียนไม่สามารถสร้างตามแบบร่างที่ได้ออกแบบไว้ จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ขั้นตอนในการแก้ปัญหา และมีการวางแผนในการดำเนินงานแต่ไม่มีการกำหนดกิจกรรมขั้นตอนการจัดเรียงงานตามลำดับความสำคัญ สามารถสร้างชิ้นงานตามแบบร่างที่ได้ออกแบบไว้แต่เกินเวลาที่กำหนด สำหรับวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้เรียนมีวิเคราะห์ขั้นตอนในการแก้ปัญหา และมีการวางแผนในการดำเนินงาน

การกำหนดกิจกรรมขั้นตอนการจัดเรียงงานตามลำดับความสำคัญ สามารถสร้างชิ้นงานตามแบบร่างที่ได้ออกแบบไว้ภายในเวลาที่กำหนดได้เป็นอย่างดี

3. ทักษะการแก้ปัญหา โดยสรุปทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเพิ่มสูงขึ้นตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้และสร้างทางเลือกเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ทางเลือกในการแก้ปัญหา และผู้เรียนสามารถตรวจสอบวิเคราะห์ ประเมินแนวคิดที่นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนางานและชิ้นงานได้บรรลุผลสำเร็จตามเงื่อนไขของสถานการณ์ได้เป็นอย่างดี

4. ทักษะการทำงานร่วมกัน โดยสรุปทั้ง 3 วงจรพบว่า ผู้เรียนมีทักษะการทำงานร่วมกันเพิ่มสูงขึ้นตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถทำงานกลุ่มร่วมกับสมาชิกทุกคนได้และสามารถพูดคุยสื่อสาร อภิปรายเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและแก้ปัญหาร่วมกันและยอมรับฟังความคิดเห็นข้อควรพัฒนาปรับปรุงชิ้นงานจากสมาชิกคนอื่นได้ รวมถึงสามารถปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของกลุ่มได้ตามข้อตกลงของกลุ่มที่ตั้งไว้ได้เป็นอย่างดี

5. ทักษะการจัดการ โดยสรุปทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะการจัดการเพิ่มสูงขึ้นตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถระบุหน้าที่ของตนเองและสมาชิกในกลุ่มได้ และสามารถแบ่งบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้ตามความเหมาะสมและความถนัดของแต่ละคน นำไปสู่การปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายตามเวลาที่กำหนดได้เป็นอย่างดี

อภิปรายผลการวิจัย

คำถามวิจัยข้อที่ 1 การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แร่งและสมดุสของแร่ง ควรมีการจัดการเรียนรู้อย่างไร

จากผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพของผู้เรียน ควรประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1. ชั้นระบุปัญหา 2. ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3. ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5. ชั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงาน 6. ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา โดยแต่ละขั้นตอนมีลักษณะดังนี้

1. ชั้นระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์และระบุประเด็นปัญหาที่สถานการณ์กำหนด โดยผู้เรียนต้องระบุปัญหาจากสถานการณ์ ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข โดยที่ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนได้แสดงความคิดเห็น หรือให้ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนได้เขียนปัญหาเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนด จากนั้น

ให้ทุกคนพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่มเพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา เป็นสถานการณ์ปัญหาที่พบเจอได้ในอาชีพช่างอุตสาหกรรม โดยครูต้องสร้างความตระหนักและแรงจูงใจที่ทำให้ผู้เรียนเห็นถึงความสำคัญของปัญหาในสถานการณ์ที่พบเจอ มีการกำหนดเงื่อนไขให้ชัดเจนในการสร้างความท้าทายให้กับผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะได้วิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ ทำให้ผู้เรียนได้สร้างแนวคิดเพื่อนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายเป็นหนึ่งในพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน สอดคล้องกับ จรูญพงษ์ ชลสินธุ์ (2561) ที่กล่าวว่า ในการระบุปัญหาต้องสร้างจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียนและสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาซึ่งสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นนั้นจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายและแนวทางการแก้ปัญหา ร่วมกัน

ดังนั้นในขั้นนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาที่มีร่วมกัน ในประเด็นการสังเกต วิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา และส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน ในประเด็นการรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนในกลุ่มต้องร่วมกันระบุมุมมองที่ต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยอาศัยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ซึ่งในขั้นนี้ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกใช้แหล่งสืบค้นข้อมูลที่หลากหลาย เช่น แหล่งสืบค้นข้อมูลออนไลน์ เป็นการสืบค้นข้อมูลที่เปิดกว้างและสร้างความสนใจได้มากกว่าการสืบค้นจากหนังสือเรียนอย่างเดียว สอดคล้องกับ Kamenetz (2009, as defined in Tucker and Courts, 2010, p.37) ที่กล่าวว่า ความพร้อมของแหล่งข้อมูลออนไลน์จะช่วยให้จัดการศึกษาที่ให้บริการผู้เรียนได้มากขึ้น ในลักษณะที่รวดเร็ว ราคาถูก และมีประสิทธิภาพมากกว่าการจัดการศึกษาแบบดั้งเดิมในอดีต ผู้สอนควรเน้นย้ำให้ผู้เรียนวางแผนว่าจะสืบค้นข้อมูลอะไรบ้าง ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ผู้เรียนในกลุ่มจะต้องช่วยกันสืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลการสืบค้นเพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นต่อการแก้ปัญหาพร้อมทั้งระบุแหล่งข้อมูลอ้างอิงได้ โดยผู้สอนให้ผู้เรียนใช้แหล่งในการสืบค้นข้อมูลออนไลน์ที่หลากหลาย และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในการสืบค้นที่น่าเชื่อถือ เพื่อเป็นการลดเวลาในการสืบค้นข้อมูล

ดังนั้นในขั้นนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ ในประเด็นการกำหนดปัญหาวางแผนในการสืบค้นข้อมูล และการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้

3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยเป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลในขั้นที่ 2 ซึ่งในขั้นนี้ผู้สอนให้ผู้เรียนได้ทำการออกแบบชิ้นงานโดยการวาดภาพโครงร่างชิ้นงานที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ โดยแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากการสรุปหาวิธีแก้ปัญหาและรวบรวมข้อมูล มาใช้ในการร่างแบบจำลอง โดยในการเลือกแบบจำลองของกลุ่มต้องผ่านการพูดคุยและตัดสินใจภายในกลุ่มร่วมกันว่าเลือกแบบที่จะสร้าง

ชิ้นงานได้เหมาะสมที่สุดที่สามารถแก้ปัญหาได้ พร้อมทั้งอธิบายแนวทางในการสร้างแบบจำลองระบุขนาดวัสดุที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองโครงสร้างให้ชัดเจน สอดคล้องกับ Brophy et al (2008) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมโดยให้ผู้เรียนได้ออกแบบและสร้างชิ้นงานขึ้นภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดที่กำหนดสามารถส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาขั้นสูงของผู้เรียนได้

ดังนั้นในขั้นนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ในประเด็นการสังเกตวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา และส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน ในประเด็นรับฟังและยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่นพร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนวางแผนลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ ซึ่งในขั้นนี้ผู้สอนให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่การทำงานให้เหมาะสมกับความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม มีการวางแผนการทำงานทุกขั้นตอน ผู้เรียนมีการร่วมมือกันปฏิบัติงานตามแผนที่กลุ่มได้วางแผนไว้เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนในกลุ่มมีการอภิปรายลงข้อสรุปร่วมกันในการเลือกแนวทางในการดำเนินงานและสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา โดยมีการบริหารจัดการเวลาในการสร้างชิ้นงานให้เสร็จทันเวลา สอดคล้องกับ Householder and Hailey (2012) กล่าวว่า การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดอย่างมีประสิทธิภาพนั้นควรมาจากแนวคิดและการตัดสินใจของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การวางแผนการทำงาน การปรับปรุงแก้ไขคิดค้นแนวทางที่หลากหลายเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

ดังนั้นในขั้นนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทำงาน ในประเด็นการวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน และประเด็นการลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้ ยังส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน ในประเด็นรับฟังและยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่นพร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน และประเด็นรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม รวมทั้งส่งเสริมทักษะการจัดการ ในประเด็นการจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลาและงานให้เป็นระบบ และการเลือกคนเข้ามาทำงานให้เหมาะกับงาน

5. ทดสอบประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องเลือกวิธีทดสอบชิ้นงานที่มีความเหมาะสม ทำการประเมินผลชิ้นงาน และนำไปสู่การปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งในขั้นนี้ผู้สอนมีการกำหนดเงื่อนไขและเกณฑ์ต่างๆ ในการทดสอบจากสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อให้ไปในทิศทางเดียวกัน และให้ผู้เรียนนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาทำการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน จากนั้นผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันประเมินความสำเร็จของชิ้นงานที่เป็นไปได้และหาวิธีปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้อง วิจาร์ณ พานิช (2556) กล่าวว่า การเปิดใจยอมรับและตอบสนองต่อมุมมองใหม่ๆ ทำได้โดยฟังข้อคิดเห็นจากกลุ่ม รวมทั้งการประเมินผลงานจากกลุ่มเพื่อนำไปปรับปรุงหลังจากที่ผู้เรียนทดสอบชิ้นงานแล้วจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายถึงผลและข้อผิดพลาดที่

เกิดขึ้นภายในกลุ่มเพื่อร่วมกันหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ดังนั้นในขั้นนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทำงาน ในประเด็นการตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผลความสำเร็จของงาน รวมทั้งส่งเสริมทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ในประเด็นการประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานผลการทดสอบและการประเมินวิธีการแก้ปัญหาของชิ้นงาน ซึ่งในขั้นนี้ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเสนอประเด็นหัวข้อ ปัญหาหรือเงื่อนไขของสถานการณ์ แนวการสร้างชิ้นงานและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงชิ้นงาน โดยมีการนำเสนองานในรูปแบบโปสเตอร์ผ่านแอปพลิเคชัน Canva สอดคล้องกับ ดารารัตน์ ชัยพิลา (2559) กล่าวว่าขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่แต่ละกลุ่มทำรายงานผลการดำเนินการแก้ปัญหา มีการอภิปรายถึงข้อดีข้อด้อยของชิ้นงาน ความสำเร็จของการดำเนินงาน ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น ตลอดจนแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง หลังการนำเสนอให้ผู้เรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันกับกลุ่มๆอื่น เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากขึ้น สอดคล้องกับ National Research Council (2012) กล่าวว่า นักเรียนควรมีโอกาสที่จะมีส่วนร่วมในการอภิปรายเกี่ยวกับการสังเกตและอธิบายเพื่อนำเสนอผลงานด้วยวาจาเกี่ยวกับผลลัพธ์และข้อสรุปของตนเอง รวมถึงการมีส่วนร่วมในการสนทนาที่เหมาะสมกับนักเรียนคนอื่นๆ โดยการถามคำถามและอภิปรายประเด็นต่าง ๆ

ดังนั้นในขั้นนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการทำงานร่วมกัน ในประเด็นรับฟัง และยอมรับความคิดเห็นจากผู้พร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน

คำถามวิจัยข้อที่ 2 ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลของแรง มีทักษะอาชีพเป็นอย่างไร

จากผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะอาชีพ ในแต่ละด้านเพิ่มขึ้นตามลำดับในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1. ทักษะการแสวงหาความรู้ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางด้านทักษะการแสวงหาความรู้ อยู่ในระดับสูง โดยทักษะย่อยที่ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้มากที่สุด คือ ทักษะการกำหนดปัญหา วางแผนในการสืบค้นข้อมูล พบว่าจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้เรียนสามารถกำหนดวางแผนปัญหาในการสืบค้นข้อมูลได้ แต่ไม่ได้ระบุแหล่งที่มาของข้อมูล ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 วงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้เรียนผู้เรียนสามารถกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูลสามารถระบุแหล่งข้อมูลได้หลายแหล่ง รวมไปถึงวิเคราะห์และสรุปผลการสืบค้นที่ถูกต้อง สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่

เกี่ยวกับงานอาชีพช่างก่อสร้าง โดยผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะย่อยการกำหนดปัญหา วางแผนในการสืบค้นข้อมูล ในขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอน ที่ผู้เรียนทำการสืบค้นเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ โดยที่ผู้เรียนมีการวางแผนว่าจะสืบค้นข้อมูลอะไรบ้าง ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ผู้เรียนในกลุ่มมีการช่วยกันสืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลการสืบค้น เพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาพร้อมทั้งระบุแหล่งข้อมูลอ้างอิงได้ โดยผู้สอนให้ผู้เรียนใช้แหล่งในการสืบค้นข้อมูลออนไลน์ที่หลากหลาย เพื่อนำมาวิเคราะห์เลือกวิธีการที่ดีที่สุด ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด สอดคล้องกับ นัฐชนก กองแก้ว (2562) ในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ จากการสืบค้นข้อมูล เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับ ไตรรงค์ เมธีผาดิกุล (2562) การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อมาใช้ในการแก้ปัญหา ควรมีการตัดสินใจของข้อมูลนำมาใช้แก้ปัญหา และควรมีการระบุแหล่งอ้างอิง ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลก่อนนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ส่วนทักษะย่อยการวิเคราะห์ และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้ พบว่า ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และสรุปผลการค้นคว้าที่ สอดคล้องกับเรื่องที่สืบค้นสามารถระบุข้อดีและข้อเสียของแนวทางการแก้ปัญหาได้ ในแต่ละวงจรปฏิบัติมีการพัฒนาดีขึ้นตามลำดับ ในการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็ม ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ผ่านการวางแผนในการสืบค้นข้อมูลและสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลเพื่อมาใช้ในการแก้ปัญหาในงานอาชีพช่างอุตสาหกรรมได้ ซึ่งสอดคล้องกับ จงจิตร เลิศวัฒนาพร (2551) การค้นคว้าหาความรู้สามารถสร้างความรู้ใหม่เพิ่มเติม จากการศึกษา ทดลอง ค้นคว้า และเชื่อมความสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ ทำการศึกษาจากแหล่งความรู้ต่างๆ โดยวิธีการค้นคว้าหาความรู้ จากการกำหนดปัญหาในการสืบค้นความรู้ การวางแผนในการสืบค้นความรู้ การดำเนินการสืบค้นความรู้ตามแผนที่กำหนด และนำไปสู่การวิเคราะห์และสรุปผลการสืบค้นความรู้ได้ ซึ่งควรฝึกให้เกิดเป็นนิสัยในการทำงาน

2. ทักษะกระบวนการทำงาน ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางด้านทักษะกระบวนการทำงาน อยู่ในระดับสูง โดยทักษะย่อยที่ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้มากที่สุด คือ การลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้ พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้เรียนยังไม่สามารถลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้ทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหา แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่าผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้บางขั้นตอนของการแก้ปัญหา ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่าผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ได้ทุกขั้นตอน ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติมีการพัฒนาดีขึ้นตามลำดับ ส่วนทักษะย่อยการวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้เรียนไม่สามารถวิเคราะห์ขั้นตอนในการแก้ปัญหา ขาดการวางแผนการดำเนินงานนำไปสู่การสร้างชิ้นงานของผู้เรียนไม่สามารถสร้างตามแบบร่างที่ได้ออกแบบไว้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้เรียนมีการวิเคราะห์

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา และมีการวางแผนในการดำเนินงานแต่ไม่มีการกำหนดกิจกรรมขั้นตอนการจัดเรียงงานตามลำดับความสำคัญ สามารถสร้างชิ้นงานตามแบบร่างที่ได้ออกแบบไว้แต่เกินเวลาที่กำหนด สำหรับวงปฏิบัติการที่ 3 ผู้เรียนมีวิเคราะห์ขั้นตอนในการแก้ปัญหา และมีการวางแผนในการดำเนินงานการกำหนดกิจกรรมขั้นตอนการจัดเรียงงานตามลำดับความสำคัญ สามารถสร้างชิ้นงานตามแบบร่างที่ได้ออกแบบไว้ภายในเวลาที่กำหนด ในแต่ละวงจรปฏิบัติมีการพัฒนาดีขึ้นตามลำดับ โดยผู้เรียนทำกิจกรรม ในขั้นที่ 4 ขึ้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติตามแผนที่วางไว้และสร้างชิ้นงานตามแบบร่างที่ร่างไว้เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนที่กลุ่มได้ออกแบบและวางแผนไว้ เพื่อให้ดำเนินงานและสร้างชิ้นงานได้ตามแผนที่วางไว้ ส่วนทักษะย่อยการตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผลความสำเร็จของงาน พบว่าผู้เรียนสามารถตรวจสอบผลการดำเนินงานได้และสอดคล้องกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ และสามารถประเมินผลความสำเร็จของงานได้ตามเป้าหมาย ในแต่ละวงจรปฏิบัติมีการพัฒนาดีขึ้นตามลำดับ โดยผู้เรียนทำกิจกรรมในขั้นที่ 5 ขึ้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงานเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้นำชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปทำการทดสอบ และประเมินผลว่าชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับ Scott (1970) ในการทำงานจะต้องมีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการประเมินผลความสำเร็จ ทุกคนที่ร่วมปฏิบัติงานจะต้องมีส่วนร่วมในการตั้งเป้าหมายเพื่อให้ได้ผลแห่งความสำเร็จของงาน ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะเน้นให้ผู้เรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในงานช่างอุตสาหกรรมอย่างเป็นระบบผ่านกระบวนการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับ สรเดช เลิศวัฒนาวณิช (2560) การเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงาน เป็นการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ วางแผนการทำงาน และแสดงความคิดเห็นร่วมกันของกลุ่ม รวมถึงการลงมือปฏิบัติจริง ถือเป็นกระบวนการสำคัญ ซึ่งงานที่ออกมาจะมีประสิทธิภาพหรือไม่ขึ้นกับว่ามีกระบวนการทำงานที่ดีหรือไม่ ดังนั้น กระบวนการทำงาน ถือเป็นสิ่งสำคัญในการทำงานทุกประเภทรวมถึงการประกอบอาชีพ

3. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางด้านทักษะกระบวนการแก้ปัญหา อยู่ในระดับสูง โดยทักษะย่อยที่ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้มากที่สุด คือ การสังเกตวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา พบว่าจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้เรียนมีความสับสนในการระบุปัญหาและเงื่อนไขที่สถานการณ์กำหนดไม่ค่อยได้ ทำให้มีการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาได้เพียงทางเลือกเดียว ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 วงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และระบุปัญหาเงื่อนไขที่สถานการณ์ มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่มเกี่ยวกับประเด็นปัญหา นำไปสู่ข้อสรุปและสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาได้ 3 ทางเลือกขึ้นไป ซึ่งในแต่ละวงจรปฏิบัติมีการพัฒนาดีขึ้นตามลำดับ โดยผู้เรียนทำกิจกรรมในขั้นที่ 1 ขึ้นระบุปัญหา

เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหา รวมถึงทำการวิเคราะห์และระบุปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนด โดยเน้นสถานการณ์ปัญหาที่พบเจอได้ในอาชีพช่างอุตสาหกรรม ให้ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนได้แสดงความคิดเห็น จากนั้นให้ทุกคนพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่มเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจในการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ กวิน เชื้อมกลาง และสุธิดา บุญทวี (2559, น. 17-22) พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้และทักษะการแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้จากสถานการณ์จริงที่ท้าทาย ซึ่งสะเต็มศึกษาให้ความสำคัญกับกระบวนการในการนำความรู้เหล่านี้มาใช้ประกอบการคิดค้นหาทางเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการทำงานและการดำเนินชีวิต และสอดคล้องกับ แคทริยา มุขมาลี และวิมล สาราญวานิช (2557) ในการทำงานใดๆ ต้องพบกับปัญหาและต้องมีการตัดสินใจ การแก้ปัญหาจึงเป็นกระบวนการของความพยายามในการทำงานให้ประสบความสำเร็จ เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นมาสามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ส่วนทักษะย่อยการประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง พบว่าจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้เรียนสามารถตรวจสอบแก้ไขวิเคราะห์ ประเมินแนวคิดที่นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนางานและชิ้นงานได้แต่ไม่บรรลุผลสำเร็จตามเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนด ส่วนในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้เรียนสามารถตรวจสอบแก้ไขวิเคราะห์ ประเมินแนวคิดที่นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนางานและชิ้นงานได้บรรลุผลสำเร็จตามเงื่อนไข แต่ละวงจรปฏิบัติการพัฒนาดีขึ้นตามลำดับ โดยการจัดกิจกรรมในขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้นำชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปทำการทดสอบ และประเมินผลว่าชิ้นงานสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ และให้ผู้เรียนในกลุ่มร่วมกันประเมินความสำเร็จของชิ้นงานที่เป็นไปได้และหาวิธีปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด แต่มีบางกลุ่มที่มีการประเมินตรวจสอบปรับปรุงชิ้นงานเพียงครั้งเดียว ทำให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีโครงสร้างที่ไม่แข็งแรงและได้ประสิทธิภาพน้อย ผู้วิจัยควรกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการทดสอบชิ้นงานเพื่อประเมินปรับปรุงซ้ำเพื่อให้ชิ้นงานมีประสิทธิภาพที่ดีในการนำไปใช้จริง หากผู้เรียนทำการทดสอบชิ้นงานเพียงครั้งเดียวอาจทำให้ชิ้นงานขาดประสิทธิภาพในการนำไปใช้แก้ปัญหาได้ และมีผลต่อการออกไปประกอบอาชีพของผู้เรียนในสายอาชีพช่างอุตสาหกรรมในอนาคตได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Brophy et al (2008) ได้กล่าวว่า การให้ผู้เรียนทำการตรวจสอบประเมินผลของชิ้นงานของตนเอง โดยการปรับปรุงหรือทำซ้ำจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหามากขึ้นและทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้างขึ้นว่าเป็นไปตามที่วางแผนไว้หรือไม่

4. ทักษะการทำงานร่วมกัน ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางด้านทักษะการทำงานร่วมกันอยู่ในระดับสูง โดยทักษะย่อยที่ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้มากที่สุดคือ รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม พบว่าจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของทุกคนได้ตามข้อตกลงของกลุ่มที่ตั้งไว้ได้บ้างข้อ ส่วนวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3

ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของทุกคนได้ตามข้อตกลงของกลุ่มที่ตั้งไว้ได้ทุกข้อ ในแต่ละวงจรปฏิบัติมีการพัฒนาดีขึ้นตามลำดับ แต่ทักษะย่อยรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการดำเนินงานภายในกลุ่ม วงจรปฏิบัติการที่ 3 มีการพัฒนาอยู่ในระดับสูงที่สุดในทุกทักษะย่อย ซึ่งเกิดขึ้นในขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 4 ขึ้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ผู้สอนให้ผู้เรียนมีการแบ่งหน้าที่การทำงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง มีการตั้งข้อตกลงของกลุ่มร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันปฏิบัติตามแบบและวางแผนการแก้ปัญหา จากการสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนมีเป้าหมายในการทำงานให้บรรลุผลสำเร็จไปในทิศทางเดียวกัน และทุกคนในกลุ่มให้ความสำคัญของบทบาทหน้าที่ของทุกคนเท่าเทียมกันในการร่วมกันแก้ปัญหา จึงสามารถปฏิบัติตามข้อตกลงของกลุ่มที่ตั้งไว้ได้ทุกข้อ ซึ่งสอดคล้องกับ ริชาร์ด ลีค และเจฟฟ์ พอลเซอร์ (2550) กล่าวว่า ในการทำงานร่วมกันเป็นทีมการมีจุดมุ่งหมายอันหนึ่งอันเดียวกัน ร่วมมือกัน มีความเท่าเทียมกันของสมาชิกในทีม รวมถึงการแบ่งบทบาทหน้าที่ที่รับผิดชอบของแต่ละคนจะเป็นความสามารถที่เติมเต็มซึ่งกันและกันในการยึดมั่นเป้าหมายเดียวกัน ให้ประสบความสำเร็จในการทำงาน ส่วนทักษะย่อยรับฟังและยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่นพร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน พบว่า ผู้เรียนสามารถทำงานกลุ่มร่วมกับสมาชิกทุกคนได้และสามารถพูดคุยสื่อสาร อภิปรายเพื่อตรวจสอบความเข้าใจและแก้ปัญหา ร่วมกันและยอมรับฟังความคิดเห็นข้อควรพัฒนาปรับปรุงขึ้นงานจากสมาชิกคนอื่นได้ ในแต่ละวงจรปฏิบัติมีการพัฒนาดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งเกิดขึ้นในขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มเพื่อให้สมาชิกรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองในการดำเนินงานภายในกลุ่ม ก่อนการระบุปัญหาจากสถานการณ์ ในขั้นระบุปัญหาเป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข โดยที่ผู้เรียนในกลุ่มทุกคนได้แสดงความคิดเห็น เจาะลึกที่สถานการณ์กำหนด จากนั้นให้ทุกคนพูดคุยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเพื่อให้ได้ข้อสรุปของกลุ่มเพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขึ้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากการสรุปหาวิธีแก้ปัญหาและรวบรวมข้อมูล มาใช้ในการร่างแบบจำลอง โดยในการเลือกแบบจำลองของกลุ่มต้องผ่านการพูดคุยและตัดสินใจภายในกลุ่มร่วมกันว่าเลือกแบบที่จะสร้างชิ้นงานได้เหมาะสมที่สุดที่สามารถแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ขึ้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ผู้เรียนในกลุ่มมีการอภิปรายลงข้อสรุปร่วมกัน เพื่อให้ดำเนินงานและสร้างชิ้นงานได้ตามแผนที่วางไว้ ไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด และ ขั้นที่ 6 ขึ้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ แนวการสร้างชิ้นงานและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงชิ้นงาน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันหลังจากที่มีการนำเสนอเสร็จสิ้น เพื่อช่วยให้กลุ่มที่นำเสนอได้แนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานในครั้งต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ ปิยวรรณ มัชฌมนันท์ (2558) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกันของผู้เรียน แสดงให้เห็นเห็นว่านักเรียนมีการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังข้อเสนอแนะของสมาชิกในกลุ่มก่อนที่จะเสนอ

แนวคิดของตนเอง การมีส่วนร่วมของนักเรียน สามารถทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่นๆ ได้ดีและมีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบเท่ากันของสมาชิกในทีมทุกคน

5. ทักษะการจัดการ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการทางด้านทักษะการจัดการ อยู่ในระดับสูงพบว่า ผู้เรียนมีทักษะการจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลาและงานให้เป็นระบบ ซึ่งผู้เรียนสามารถระบุหน้าที่ของตนเองและสมาชิกในกลุ่มได้ และสามารถแบ่งบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้ตามความเหมาะสมและความถนัดของแต่ละคน ในการปฏิบัติงานได้ตามเวลาที่กำหนด ในแต่ละวงจรปฏิบัติมีการพัฒนาดีขึ้นตามลำดับ ทักษะการจัดการนี้จะเกิดขึ้นในขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นที่ 4 ขึ้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา โดยในขั้นนี้ผู้เรียนมีการแบ่งหน้าที่การทำงานให้เหมาะสมกับความสามารถของสมาชิกในกลุ่มพร้อมทั้งเขียนอธิบายวางแผนการทำงานทุกขั้นตอนให้ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นระบบ และบริหารจัดการเวลาในการสร้างชิ้นงานเพื่อให้งานเสร็จทันเวลา ซึ่งสอดคล้องกับ สุนทร พลวงค์ (2551) การทำงานเป็นทีมให้เกิดประสิทธิภาพนั้น ต้องมีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้บุคคลตามความรู้ความสามารถ รวมถึงความถนัดของแต่ละบุคคล จะช่วยให้งานสามารถบรรลุเป้าหมายได้ นำไปสู่ความสำเร็จในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นการเลือกสถานการณ์มาจากปัญหาที่เกิดขึ้นในอาชีพงานช่างก่อสร้าง เป็นการสร้างแบบจำลองจริง ผู้วิจัยควรชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างชัดเจนว่ากิจกรรมนี้เป็นการทดสอบแนวคิดทดลองที่เป็นไปได้โดยสร้างแบบจำลองและทดสอบเท่านั้น

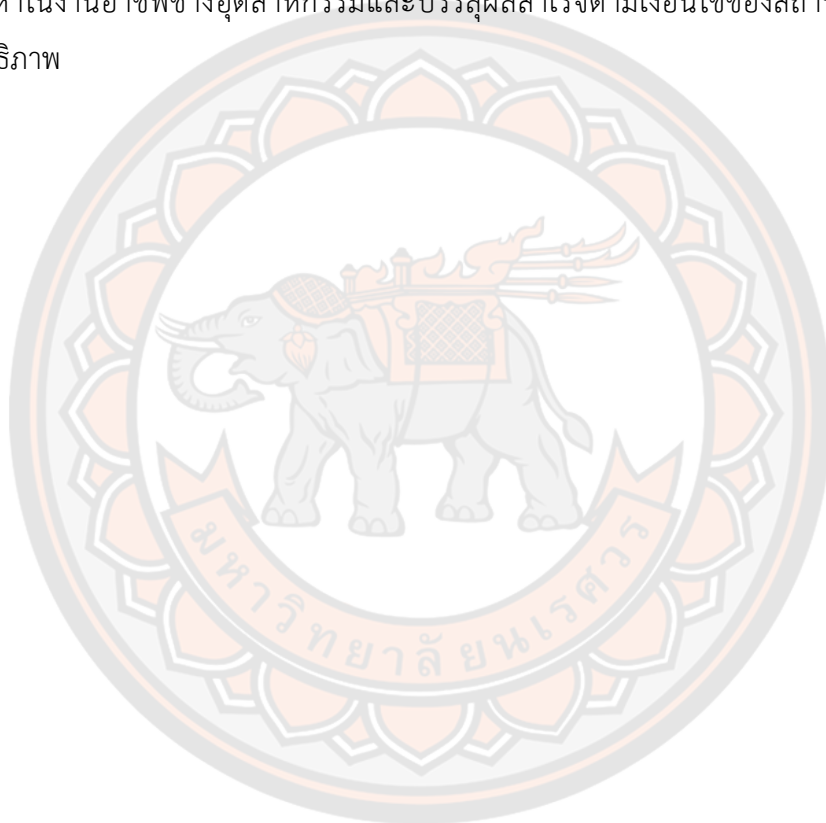
1.2 ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ก่อนดำเนินกิจกรรมผู้สอนควรให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแบ่งบทบาทหน้าที่ตามความสามารถของแต่ละคน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้ตามเวลาที่กำหนดและบรรลุเป้าหมายได้ นำไปสู่ความสำเร็จในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ มีการวัดและประเมินผลการพัฒนาทักษะอาชีพ โดยการตัดสินผลการสังเกตจากผู้สอนเพียงอย่างเดียวทำให้ข้อมูลที่ได้อาจไม่ครอบคลุม ควรเพิ่มเติมให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองหรือให้

ผู้ประกอบการในอาชีพช่างก่อสร้างร่วมประเมินทักษะอาชีพของผู้เรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากขึ้นและครอบคลุมทักษะอาชีพ

2.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ พบว่าทักษะอาชีพ ในทักษะย่อยกระบวนการแก้ปัญหา ในด้านประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง อยู่ในระดับน้อยที่สุด เนื่องจากผู้เรียนมีการพัฒนาปรับปรุงชิ้นงานเพียงแค่ครั้งเดียวทำให้ชิ้นงานไม่บรรลุผลสำเร็จตามเงื่อนไขของสถานการณ์ได้ ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรเพิ่มแบบประเมินในการทดสอบชิ้นงานอย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถแก้ปัญหาในงานอาชีพช่างอุตสาหกรรมและบรรลุผลสำเร็จตามเงื่อนไขของสถานการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กวิณ เชื้อมกลาง, และสุทธิดา บุญทวี. (2559). นาวาฝ่าวิกฤต: ตัวอย่างการเพิ่มระดับความเข้มข้นทางวิชาการในการออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา. *นิตยสาร สสวท*, 44(200), 17-22.
- ชนิษฐา ชัยรัตนารณ. (2561). แนวทางการขับเคลื่อนและพัฒนาอาชีวศึกษาไทย. *วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง*, 2(2), (1-9)
- แคทริยา มุขมาลี, และวิมล สำราญวานิช. (2557). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. ในการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15 (น.2594-2602). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จงจิตร เลิศวัฒนาพร. (2551). *การพัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมโครงการภาษาอังกฤษประกอบการประเมินตามสภาพจริง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- จรรยาพงษ์ ชลสินธุ์. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ. *วารสารมหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 20(2), 32 - 46.
- จันทร์เพ็ญ สุวรรณคร. (2558). *กระบวนการจัดการกิจกรรมแนะแนวเพื่อเสริมสร้างการใช้ทักษะชีวิตและอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชาญณรงค์ ลักษณะียนาวิน. (2558). การพัฒนาโลกเสมือนเพื่อเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นของนักศึกษาอาชีวศึกษา. *วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี*, 11(2), (254-270)
- ดวงนภา มกรานุรักษ์. (2554). *อนาคตภาพการอาชีวศึกษาในทศวรรษหน้า พ.ศ.2554-2564* (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- ดาร์รัตน์ ชัยพิลา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการตามแนวคิด STEM Education เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 27(2), 98-109.
- ดุชนิ โยเหลา และคณะ. (2557). *การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อ สร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน : จากประสบการณ์*

- ความสำเร็จของโรงเรียนไทย. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดทิพย์วิสุทธิ์.
- ไตรรงค์ เมธีผาติกุล. (2561). การพัฒนาความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้วยกระบวนการ
ออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง สภาพสมดุลง ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ธารทิพย์ ช้วน. (2562). สะเต็มศึกษาเพื่อการจัดการเรียนรู้สู่ทักษะการทำงานในศตวรรษที่ 21 .
วารสารบัณฑิตศึกษา, 16(73), (1-12)
- นัฐชนก กองแก้ว. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหา เรื่อง การดูกลิ้งและคายคว
คามร้อน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา
- บัญญัติ พูลสวัสดิ์. (2560). STEM EDUCATION เยาวชนยุคดิจิทัลกับทักษะ
พื้นฐานอาชีพในอนาคต. สืบค้น 18 กรกฎาคม 2564, จาก [https://blog.dpu.ac.th/
index.php/2017/01/19/nov2016/](https://blog.dpu.ac.th/index.php/2017/01/19/nov2016/)
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ : บริษัทสุวีรียาสาส์น จำกัด.
- ปิยวรรณ มัชฌมนันท์. (2558). การพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง สภาพสมดุลง โดยใช้ชุดกิจกรรมตามแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต). อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กกับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนัก
บริหาร, 33(2), (49-59)
- พิชญา ติมี. (2559). การพัฒนาแนวทางการประเมินทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของผู้เรียนตาม
แนวคิดการประเมินผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร, 10(2), 139 -
152.
- พัชรี สร้อยสกุล. (2559). การพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 สำหรับนักศึกษาอาชีวศึกษาเอกชน
ในเขต 1 พัฒนาอุตสาหกรรมชายฝั่งทะเลตะวันออก (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎี
บัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- มนตรี จุฬาวัดนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand
and STEM Ambassadors). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,
42(185), 14-18.
- เยาวเรศ ภัคตีวีจิตร. (2557). วันส่งเสริมวิชาการสู่คุณภาพการเรียนการสอน (เอกสารประกอบการ
เสวนาทางวิชาการ). นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- รัตนศรี พรหมใจรักษ์. (2555). การพัฒนาทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพ โดยใช้

กิจกรรมค่ายการทำงานอาชีพและเทคโนโลยี (รายงานการศึกษาอิสระปริญญาโทฉบับพิเศษ).

ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ลี้ก ริชาร์ด และพอลเซอร์ เจฟฟ์. (2550). *การบริหารจัดการทีมงาน [Creating teams with an edge]* (สุริพร พิงฟูท, แปล). กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท, 2550. (ต้นฉบับพิมพ์ปี ค.ศ. 2004).
- ลือชา ลดาชาติ. (2559). ความก้าวหน้าในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(1), (1-22).
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีการสร้างความรู้เพื่อ ศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ตลาดพับลิเคชั่น.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). *การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- ศุภชัย เจริญสุข. (2562). *การพัฒนาสมรรถนะแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (การค้นคว้าอิสระปริญญาโทฉบับพิเศษ)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). *คู่มือเครือข่าย สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ศิริพร เครือทอง. (2563). การศึกษาทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศาสตร์ การศึกษาและการพัฒนามนุษย์*, 4(1), 78-91.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สรเดช เลิศวัฒนาวณิช. (2560). *การพัฒนากิจกรรมพัฒนาผู้เรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพและคุณลักษณะในการประกอบอาชีพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทฉบับพิเศษ)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.(2559). *สรุปสาระสำคัญแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564)*. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2552). *นโยบายและแนวทางการปฏิบัติในการรับนักศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2563). *รายงานการประเมินคุณภาพในสถานศึกษา (SAR)*. กำแพงเพชร : สำนักพิมพ์วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร
- สิรินภา กิจเกื้อกุล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับศตวรรษที่ 21*.

เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.

สุธีระ ประเสริฐสรณ์. (2558). *สะเต็มศึกษา:ความท้าทายใหม่ของการศึกษาไทย*. สงขลา: นำศิลป์ โฆษณา.

สุนทร พลวงศ์. (2551). *การพัฒนาการทำงานเป็นทีมของบุคคลในสังกัดกองการศึกษาเทศบาลตำบลท่าสะอาด อำเภอเซกา จังหวัดหนองคาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดำเนินการ)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สุพรรณิชา ชาญประเสริฐ. (2557). Active Learning การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 42(188), 4.

สุนันทา สังข์ทัศน์. (2556). การพัฒนารูปแบบการบริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาโดยใช้แนวคิด Balanced Scorecard (BSC). *วารสารวิชาการคณะบริหารธุรกิจ*, 8 (1), (99-112)

สุวิธิตา จรุงเกียรติ. (13 มีนาคม 2561). *ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (The Twenty-First Century Skills)*. สืบค้น 18 กรกฎาคม 2564, จาก <https://www.trueplookpanya.com/education/content/66054/-teaartedu-teaart-teaarttea>

Anne. (1964). *The Psychology of Occupation*. New York: John Willey and Sons.

Brophy, S., Klein, S., Portsmouth, m., & Rogers, C. (2008). Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms. *Journal of Engineering Education* , 97(3), 369-387. doi:10.1002/j.2168-9830.2008.tb00985.x

Duschl, R. A., & Bismack, A. S. (Eds.). (2016). *Reconceptualizing STEM Education: The Central Role of Practices*. New York: Routledge.

Householder, D.L. and Hailey, C.E. (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses*. February 20, 2022, from http://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/166.

Edy Hafizan Mohd Shahali, et al. (2017). STEM Learning through Engineering Design: Impact on Middle Secondary Students' Interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(5), 1189-1211. doi 10.12973/eurasia.2017.00667a

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research reader (3rd ed.)*. Victoria: Deakin University Press.

Koehler, C., Faraclas, E., Giblin, D., Moss, D. and Kazerounian, K. (2013). The Nexus between science literacy and technical literacy: a state by state analysis of

- engineering content in state science standards. *Journal of STEM Education*, 14(3), 5-12.
- Maryland State Board of Education. (2012). *Maryland STEM: Innovation today to Meet tomorrow's global challenges*. Retrieved August 12, 2021, from <http://mdk12.msde.maryland.gov/instruction/curriculum/STEM/pdf/STEMBorchure2012.pdf>
- Museum of science. (2018). *Over view: The Engineering Design Process*. Retrieved August, 19 2021, from <https://www.eie.org/engineering-everywhere/engineering-design-process>
- National Research Council. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. Washington, DC: National Academy of Science.
- Pacific Policy Research Center. (2010). *21 Century Skills for Students and Teachers*. Retrieved August, 19 2021, from http://www.ksbe.edu/_assets/spi/pdfs/21_century_skills_ful.pdf,
- Scott, Myers M. (1970). *Every Employer a Manager : More Meaningful worth Through Job Environment*. McGraw – Hill, Book Company.
- Strimel, G. (2014). Shale gas extraction: Drilling into current issues and making STEM connections. *Resources in Technology and Engineering*, 12, 16-24.
- Tucker J. and Courts B. (2010). Utilizing the internet to facilitate classroom learning. *Journal of college teaching & learning*. 7(7). 37-44.

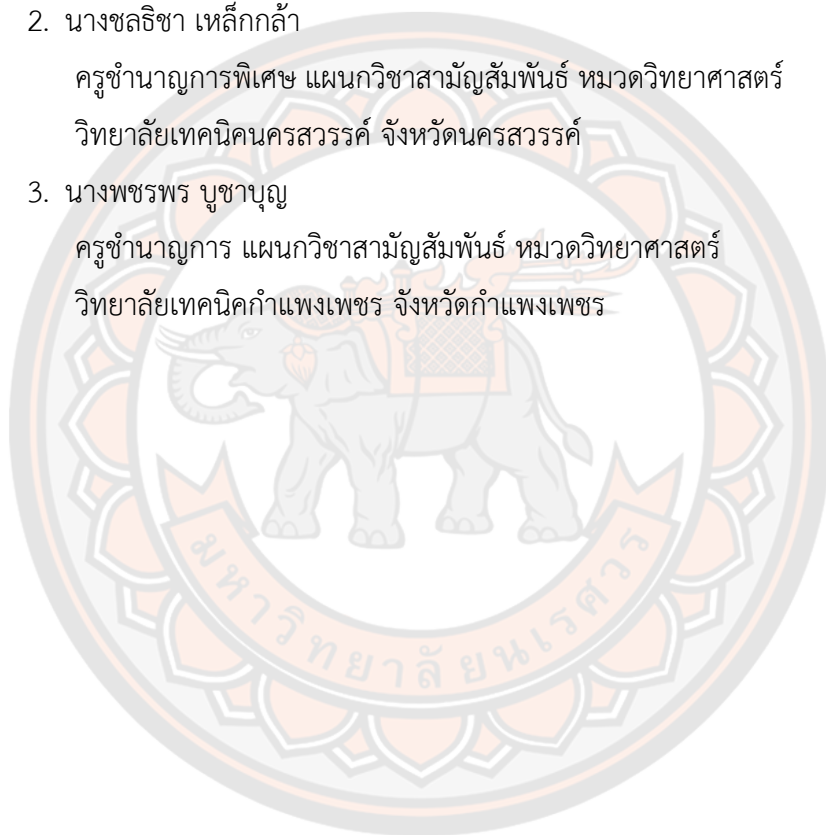


ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การค้นคว้าอิสระ เรื่อง พัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ในเรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกันธ์ชัย ชะนูนันท์
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
2. นางชลธิชา เหล็กกล้า
ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
3. นางพรพรรณ บุษาบุญ
ครูชำนาญการ แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ หมวดวิทยาศาสตร์
วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๗

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๖/ว ๐๑๓๑

วันที่ ๑๘ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกันธ์ชัย ชะนูนันท์

ด้วย นางสาวกิติมาภรณ์ สมบัติพล รหัสประจำตัว บ๓๐๙๐๑๙๐ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนา
การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ
เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑” เพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ดร. สุรียา ชาญ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา
การค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ
ความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๑๓๑

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณชลธิชา เหล็กกล้า

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครร่างการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวกิติมาภรณ์ สมบัติพล รหัสประจำตัว ๖๓๐๙๐๑๙๐ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนา
การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ
เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑” เพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ดร. สุรียา ซาปู เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา
การค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่า
ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไข
เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คุณจะได้รับคำแนะนำจากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๗

โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖

๒. นางสาวกิติมาภรณ์ สมบัติพล

โทร. ๐๘-๘๒๗๒-๑๐๕๙

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๐๑๓๑

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการคั่นคว่ำอิสระ

เรียน คุณพรพร บูชาบุญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โคร่งร่างการคั่นคว่ำอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการคั่นคว่ำอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวกิติมาภรณ์ สมบัติพล รหัสประจำตัว ๖๓๐๙๐๑๙๐ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการคั่นคว่ำอิสระ เรื่อง “การพัฒนา
การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ
เรื่อง แรงและสมดุลของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑” เพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ดร. สุรียา ซาปู้ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา
การคั่นคว่ำอิสระ

ในการคั่นคว่ำอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่า
ท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไข
เครื่องมือที่ใช้ในการคั่นคว่ำอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาคอม)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๗

โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖

๒. นางสาวกิติมาภรณ์ สมบัติพล

โทร. ๐๘-๘๒๗๒-๑๐๕๙

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา วิทยาศาสตร์งานก่อสร้างและตกแต่งภายใน

ระดับชั้น ปวส.1

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แรง และสมมูลของแรง

เรื่อง โครงสร้างสะพาน (สมมูลของแรง)

เวลา 4 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวกิติมาภรณ์ สมบัติพล

สอนวันที่...../...../.....

1. สาระสำคัญ

แรงเป็นอำนาจภายนอกที่สามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสถานะไปจากเดิมได้ เช่น ทำให้วัตถุที่มีสถานะหยุดนิ่งเกิดการเคลื่อนที่ ทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่อยู่แล้วเคลื่อนที่เร็วขึ้น ช้าลง หยุดการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ได้ อีกทั้งเมื่อได้รับแรงกระทำ วัตถุสามารถเปลี่ยนแปลงขนาดหรือรูปทรงไปจากเดิมได้ แต่ถ้าวัตถุที่ได้รับแรงแล้วไม่เปลี่ยนสภาพของการเคลื่อนที่ คือถ้าวัตถุหยุดนิ่งแล้วยังหยุดนิ่งต่อไป หรือถ้าเคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ จะเรียกสภาวะนั้นว่า สภาวะสมมูล

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักศึกษาสามารถอธิบายแรงลัพธ์ที่อยู่ในสภาพสมมูลของวัตถุได้อย่างถูกต้อง
2. นักศึกษาสามารถอธิบายลักษณะสมมูลของแรงได้อย่างถูกต้อง

ด้านทักษะ

3. นักศึกษาร่วมกันวิเคราะห์ระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง และเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับแรงลัพธ์ที่อยู่ในสภาพสมมูลของวัตถุ ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในงานก่อสร้างได้ (ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา)
4. นักศึกษาสามารถกำหนดปัญหาวางแผนในการสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบโครงสร้างสะพานที่รองรับน้ำหนักได้มากที่สุด โดยสามารถระบุแหล่งข้อมูลที่ใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (ทักษะการแสวงหาความรู้)
5. นักศึกษามีการวางแผนขั้นตอนการออกแบบและสร้างชิ้นงานพร้อมระบุรายละเอียดโครงสร้างสะพานที่รองรับน้ำหนักได้มากที่สุด (ทักษะกระบวนการทำงาน)
6. นักศึกษาสามารถสื่อสารเพื่อระบุปัญหา และการดำเนินงานภายในกลุ่มได้ (ทักษะการทำงานร่วมกัน)

7. นักศึกษารู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง และปฏิบัติตนได้อย่างเหมาะสม (ทักษะการจัดการ)

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

8. มีความซื่อสัตย์ในการทำงานโดยไม่คัดลอกงานของกลุ่มอื่น

9. มีความพยายามทำงานให้สำเร็จ

3. สารการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

- สมดุลของแรง คือ การที่วัตถุไม่เปลี่ยนรูปการเคลื่อนที่วัตถุจะคงรูปอยู่หนึ่งหรือรูปเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว โดยแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ โดยสภาวะสมดุลที่สมบูรณ์ต้องมีทั้งสมดุลของการเลื่อนตำแหน่งและสมดุลการหมุน

- กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน แรงลัพธ์ที่อยู่ในสภาพสมดุลของวัตถุ

เทคโนโลยี

- กระบวนการทางเทคโนโลยีในการเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ให้เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบชิ้นงานสำหรับแก้ปัญหาในงานก่อสร้าง เรื่อง โครงสร้างสะพาน

วิศวกรรมศาสตร์

- กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน 6) ชี้แนะเสนอวิธีการแก้ปัญหา

คณิตศาสตร์

- การวัดขนาดและการคำนวณหาอัตรา ส่วนตรีโกณมิติ

4. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1. ครูให้นักศึกษาดูวิดีโอ ดากหนัก น้ำป่าไหลท่วม สะพานข้ามห้วยขาด พังเสียหาย จาก https://www.youtube.com/watch?v=8wXAYmC_x3s จากนั้นให้นักศึกษาร่วมกันตอบคำถามผ่านแอปพลิเคชัน Mentimeter <https://www.menti.com/2gcoc16w45> ดังนี้

- นักศึกษาคิดว่าสาเหตุที่ทำให้สะพานพังเสียหาย เกิดจากเหตุอะไรบ้าง

แนวคำตอบ : สะพานมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน , โครงสร้างฐานของสะพานไม่แข็งแรง,ตัวค้ำยันเสียสมดุล

2. ครุณาเสนอสถานการณ์ให้กับนักศึกษา ดังนี้

สถานการณ์ : หมู่บ้านแห่งหนึ่งเกิดพายุฝนตกหนักมาหลายวันส่งผลให้สะพานข้ามลำห้วยถูกน้ำกัดเซาะพังเสียหายขาดไปแล้วขณะนี้กระแสน้ำยังไหลรุนแรงต่อเนื่องด้วย ทำให้สะพานที่ชาวบ้านใช้สัญจรเพื่อเดินทางผ่านเข้าออกหมู่บ้านถูกตัดขาดไม่สามารถใช้สัญจรผ่านได้ชั่วคราว ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงต้องจัดหาทีมวิศวกรมาสร้างสะพานชั่วคราวเพื่อให้ชาวบ้านใช้สัญจรข้ามไปมาได้ ซึ่งสะพานจะต้องแข็งแรงและรับน้ำหนักให้ได้มากที่สุดเพื่อให้ชาวบ้านใช้ได้อย่างปลอดภัย ดังนั้นทีมวิศวกรจะต้องออกแบบจำลองตัวอย่างโครงสร้างสะพานและต้องผ่านการตรวจสอบการรองรับน้ำหนักก่อนนำไปสร้างสะพานจริงได้ โดยระยะทางของสะพานที่ขาดมีความยาว 40 เซนติเมตร โครงสร้างสะพานจะต้องมีความยาว 50 เซนติเมตร ความกว้างของสะพาน 10 เซนติเมตร โครงสร้างสะพานต้องออกแบบสะพานให้มีน้ำหนักน้อยที่สุดมีประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักได้มากที่สุด

3. ครูแจกใบกิจกรรมและใบบันทึกกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างสะพาน ซึ่งในใบกิจกรรมประกอบด้วยสถานการณ์ที่ระบุประเด็นปัญหาและเงื่อนไข เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเพื่อร่วมกันหาแนวทางแก้ปัญหา รวมทั้งต้องใช้ความรู้ใน 4 สาขา วิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้

4. ครูแบ่งกลุ่มนักศึกษาตามความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน กลุ่มละ 5 คน จากนั้นทำการแบ่งหน้าที่ตามความสามารถของแต่ละคน พร้อมทั้งอธิบายบทบาทหน้าที่ของตนเอง ลงในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 1 แบ่งหน้าที่การทำงาน ข้อที่ 1.1

5. ครูให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาจากใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 2 ระบุปัญหา ข้อที่ 2.1 – 2.3 ดังนี้

- จากสถานการณ์คิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร มีเงื่อนไขและข้อจำกัดอะไรบ้าง

แนวคำตอบ : ปัญหาสถานการณ์ ฝนตกหนักมาหลายวันส่งผลให้สะพานข้ามลำห้วยถูกน้ำกัดเซาะพังเสียหาย ทำให้สะพานที่ชาวบ้านใช้สัญจรเพื่อเดินทางผ่านเข้าออกหมู่บ้านถูกตัดขาดไม่สามารถใช้สัญจรผ่านได้ชั่วคราว หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงต้องจัดหาทีมวิศวกรมาสร้างสะพานชั่วคราว

เงื่อนไขและข้อจำกัด ระยะทางของสะพานที่ขาดมีความยาว 40 เซนติเมตร โครงสร้างสะพานจะต้องมีความยาว 50 เซนติเมตร ความกว้างของสะพาน 10 เซนติเมตร, โครงสร้างสะพานต้องออกแบบสะพานให้มีน้ำหนักน้อยที่สุดมีประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักได้มากที่สุด

- ให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันเสนอแนวทางที่จะช่วยในการแก้ปัญหา โดยต้องใช้พื้นฐานความรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งหมดที่เป็นไปได้ในการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา

แนวคำตอบ : ต้องออกแบบโครงสร้างสะพานที่มีโครงสร้างฐานแข็งแรงสามารถรองรับน้ำหนักและแรงกดจากพื้นกระทำต่อวัตถุ และการสร้างสะพานนั้นจะต้องพยายามทำให้แรงทั้งสองนั้นสมดุลกันเพื่อที่จะให้สะพานนั้นแข็งแรงไม่พังทลายลงมา

- เป้าหมายในการแก้ปัญหาของกลุ่ม คือ

แนวคำตอบ : ออกแบบและสร้างสะพานที่ความแข็งแรง โครงสร้างสะพานต้องมีน้ำหนักน้อยที่สุดมีประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักได้มาก

ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับแก้ปัญหา

7. ครูชวนนักศึกษาสันทนาในเรื่อง รูปแบบของสะพานในประเทศไทย และต่างประเทศ

 <p>สะพานพระราม 8</p>	 <p>สะพาน Golden Gate (ประเทศอเมริกา)</p>
 <p>สะพานเมกาเนะ (ประเทศญี่ปุ่น)</p>	 <p>สะพาน มิตรภาพ ไทย ลาว แห่ง ที่ 1</p>
 <p>สะพานข้ามแม่น้ำแคว</p>	

จากนั้นให้นักศึกษาร่วมกันตอบคำถามดังนี้

- นักศึกษาสามารถจัดจำแนกประเภทของโครงสร้างสะพาน ได้กี่ประเภท อะไรบ้าง

แนวคำตอบ : จำแนกประเภทโครงสร้างสะพาน ได้แก่ สะพานแขวน, สะพานซิง, สะพานโค้ง, สะพานแบบคานคอนกรีตเสริมแรง, สะพานโครงถัก

- นักศึกษาคิดว่าในการที่สะพานจะรับน้ำหนักรถที่ใช้สัญจรไปมา และยังคงสภาพให้อยู่ในสมดุลได้ต้องมีเงื่อนไขอะไรบ้าง **แนวคำตอบ :** โครงสร้างฐานจะต้องแข็งแรงสามารถรองรับ น้ำหนัก และแรงกดจากพื้นกระทำต่อวัตถุ และการสร้างสะพานนั้นจะต้องพยายามทำให้แรงทั้งสองนั้นสมดุลกันเพื่อที่จะให้สะพานนั้นแข็งแรงไม่พังทลายลงมา

7. หากนักศึกษาต้องออกแบบโครงสร้างสะพานรับน้ำหนักรถน้ำหนักสิ่งของที่อยู่บนสะพาน นักศึกษาจะต้องออกแบบโครงสร้างอย่างไร และต้องคำนึงถึงปัจจัยใด

แนวคำตอบ : ต้องออกแบบโครงสร้างสะพานให้มีความแข็งแรงมากที่สุด สามารถรองรับ น้ำหนักและแรงกดจากพื้นกระทำต่อวัตถุ และปัจจัยในการสร้างสะพานนั้นจะต้องพยายามทำให้แรง ทั้งสองนั้นสมดุลกันเพื่อที่จะให้สะพานนั้นแข็งแรงไม่พังทลายลงมา ลักษณะของโครงสร้างฐานสะพาน ต้องออกแบบให้สามารถกระจายแรงลัพธ์และรับน้ำหนักสิ่งของที่อยู่บนสะพานให้สมดุลมากที่สุด)

8. ให้นักศึกษาร่วมกันดำเนินการวางแผนเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในการออกแบบโครงสร้างสะพานรับน้ำหนักให้มีความแข็งแรงมากที่สุด พร้อมทั้งระบุแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการสืบค้น แล้วบันทึกข้อมูลเนื้อหาที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาลงใน ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 3 แผนการดำเนินงาน ข้อ 3.2

9. ครูแนะนำแหล่งสืบค้นข้อมูลต่างๆ จากหนังสือ สื่อการสอน และอินเทอร์เน็ต

- เว็บไซต์ <https://www.scimath.org/lesson-physics/item/7296-vs>

คลังความรู้ Scimath

- เว็บไซต์ <https://th.stuklopechat.com/biznes/6653-konstrukcii-i-vidy-mostov.html> โครงสร้างและประเภทของสะพาน

- เว็บไซต์ http://www.neutron.rmutphysics.com/science-news/index.php?option=com_content&task=view&id=455 สะพานสื่อความสมดุล

ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

10. นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปหาวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด จากข้อมูลที่สืบค้นมา เพื่อนำไปออกแบบโครงสร้างสะพานรับน้ำหนักให้มีความแข็งแรงมากที่สุด ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 3 แผนการดำเนินงาน ข้อ 3.3

11. นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนและออกแบบเลือกโครงสร้างสะพานรับน้ำหนักให้มีความแข็งแรงมากที่สุด มาใช้ในการแก้ปัญหา

12. ครูให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มร่างแบบโครงสร้างสะพานรับน้ำหนักให้มีความแข็งแรงมากที่สุด ที่นักศึกษายภายในกลุ่มได้เลือกมา ลงในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 3 แผนการดำเนินงาน ข้อ 3.4

13. ครูสังเกตพฤติกรรมการทำงาน และตอบคำถามนักเรียนที่มีข้อสงสัย แต่ต้องไม่ใช่การบอกคำตอบ แต่เป็นการแนะนำ

ชั่วโมงที่ 3-4

ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนและดำเนินการ

14. ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มวางแผนการออกแบบวิธีการสร้างแบบจำลองโครงสร้างสะพานรับน้ำหนักให้มีความแข็งแรงมากที่สุด ตามแบบร่างที่ร่างไว้ในใบบันทึกกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 3 แผนการดำเนินงาน ข้อที่ 3.1, 3.4, 3.5 โดยในการวางแผนการทำงานสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องมีการแบ่งหน้าที่การทำงานอย่างเหมาะสมตามความสามารถ

15. นักศึกษาเริ่มทำการสร้างชิ้นงานตามแผนที่วางไว้ และส่งตัวแทนกลุ่มออกมารับอุปกรณ์ที่หน้าชั้นเรียนโดยอุปกรณ์ประกอบด้วย ไม้ไอศกรีม ไม้ลูกชิ้น ไม้บรรทัด กาวร้อน กาวแท่ง เชือก หนังสือ ให้นักศึกษาเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างแบบจำลองตามที่ได้ออกแบบไว้

16. นักศึกษาลงมือสร้างแบบจำลองตามที่ได้วางแผนไว้ โดยมีเวลากำหนดให้ 60 นาที

17. ขณะที่นักศึกษาสร้างชิ้นงาน ครูสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันในระหว่างการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน

18. นักศึกษาแต่ละกลุ่มตรวจชิ้นงานของตัวเองว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ ตามแบบที่ได้ออกแบบไว้แล้ว สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนร่วมกันตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินความสำเร็จของงานร่วมกัน หากสมาชิกคนใดในกลุ่มมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานที่ทำได้ขึ้นสามารถนำเสนอร่วมกับเพื่อนๆ ในกลุ่มได้เพื่อตรวจสอบและแก้ไขร่วมกัน

19. นักศึกษานำชิ้นงานที่สร้างเสร็จแล้วมาทำการทดสอบ เพื่อหาปัญหาและข้อผิดพลาดเพื่อทำการพัฒนาชิ้นงานให้ดีที่สุด โดยบันทึกผลการทดสอบ ปัญหา และแนวทางแก้ไขลงในใบกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 4 การทดสอบประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน ข้อที่ 4.1 – 4.2

20. เมื่อนักศึกษาทำการปรับปรุงชิ้นงานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็นำชิ้นงานทุกอันมาทดสอบที่หน้าชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้ทดสอบว่าชิ้นงานแต่ละชิ้นผ่านตามเงื่อนไขหรือไม่ และค้นหาผู้ชนะเลิศที่ทำแบบจำลองโครงสร้างสะพานแข็งแรงน้ำหนักน้อยและสามารถรับน้ำหนักสิ่งของได้มากที่สุด โดยโครงสร้างไม่มีการหักงอ

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

21. ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มทำการนำเสนอผ่านโปรแกรม Canva โดยประเด็นที่

นักเรียนต้องนำเสนอมีดังนี้

- มีแนวทางในการสร้างแบบจำลองโครงสร้างสะพานรับน้ำหนักให้มีความสมดุอย่างไร
- แบบร่างโครงสร้างของแบบจำลองโครงสร้างสะพานรับน้ำหนัก
- ก่อนนำเสนอชิ้นงาน ได้มีการปรับแก้ชิ้นงานหรือไม่ อย่างไร
- ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุงชิ้นงานในอนาคต

พร้อมทั้งคัดเลือกสมาชิกนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนและทำการทดสอบชิ้นงานที่จำลองขึ้น เป็นเวลากลุ่มละไม่เกิน 5 นาที

22. นักศึกษากลุ่มอื่น ๆ และครูร่วมกันตั้งคำถามหรือให้ข้อเสนอแนะชิ้นงานของกลุ่มที่นำเสนอว่าสาเหตุที่แก้ปัญหาได้ หรือไม่ประสบผลสำเร็จ ว่ามาจากสาเหตุใดบ้าง
23. ให้นักศึกษาเขียนสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในใบบันทึกกิจกรรมที่ 2

5. สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. คลิปวิดีโอ เรื่อง ตากหนัก น้ำป่าไหลท่วม สะพานข้ามห้วยขาด พังเสียหาย จาก https://www.youtube.com/watch?v=8wXAYmC_x3s
2. แอปพลิเคชัน Mentimeter <https://www.menti.com/2gcoc16w45>
3. แอปพลิเคชัน Canva
4. ใบกิจกรรมและใบบันทึกกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างสะพาน
5. วัสดุ-อุปกรณ์ กิจกรรมสร้างแบบจำลองโครงสร้างสะพาน

6. การวัดและประเมินผลการผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	เครื่องมือ	การประเมินผล
ด้านความรู้ 1. นักศึกษาสามารถอธิบายแรงลัพธ์ที่อยู่ในสภาพสมดุลของวัตถุได้อย่างถูกต้อง 2. นักศึกษาสามารถอธิบายลักษณะสมดุลของแรงได้อย่างถูกต้อง	- ตรวจจากใบบันทึกกิจกรรม	- ใบบันทึกกิจกรรม	- ระดับดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะ 3. นักศึกษาร่วมกันวิเคราะห์ระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับแรงลัพธ์ที่อยู่ในสภาพสมดุลของวัตถุ ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในงานก่อสร้างได้ 4. นักศึกษาสามารถกำหนดปัญหาวางแผนในการสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบโครงสร้างสะพานที่รองรับน้ำหนักได้มากที่สุด โดยสามารถระบุแหล่งข้อมูลที่ใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม 5. นักศึกษามีการวางแผนขั้นตอนการออกแบบและสร้างชิ้นงานพร้อมบรรยายละเอียดโครงสร้างสะพานที่รองรับ	- ตรวจจากใบบันทึกกิจกรรม - ตรวจจากชิ้นงาน - การสังเกตพฤติกรรม	- ใบบันทึกกิจกรรม - แบบประเมินชิ้นงาน - แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ	- ระดับดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - ระดับดีขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์ - ผ่านเกณฑ์ระดับกลางขึ้นไป

<p>น้ำหนักได้มากที่สุด</p> <p>6. นักศึกษาสามารถสื่อสารเพื่อระบุปัญหา และการดำเนินงานภายในกลุ่มได้</p> <p>7. นักศึกษารู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง และปฏิบัติตนได้อย่างเหมาะสม</p>			
<p>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p> <p>8. มีความซื่อสัตย์ในการทำงาน โดยไม่คัดลอกงานของกลุ่มอื่น</p> <p>9. มีความพยายามทำงานให้สำเร็จ</p>	<p>- การสังเกต พฤติกรรมความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงาน และ ความอดทนของ นักศึกษา</p>	<p>- แบบสังเกต พฤติกรรมความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงาน และ ความอดทน</p>	<p>- นักศึกษาผ่านเกณฑ์การประเมินความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงานและ อดทนในระดับดี</p>

7. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

7.1 ผลที่เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

.....

.....

.....

.....

.....

7.2 ผลการสอนของครู/ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

7.3 แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....(ผู้สอน)

(นางสาวกิติมาภรณ์ สมบัติพล)

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง โครงสร้างสะพาน

สถานการณ์ :

หมู่บ้านแห่งหนึ่งเกิดพายุฝนตกหนักมาหลายวันส่งผลให้สะพานข้ามลำห้วยถูกน้ำกัดเซาะพังเสียหายขาดไปแล้วขณะนี้กระแสน้ำยังไหลรุนแรงต่อเนื่องด้วย ทำให้สะพานที่ชาวบ้านใช้สัญจรเพื่อเดินทางผ่านเข้าออกหมู่บ้านถูกตัดขาดไม่สามารถใช้สัญจรผ่านได้ชั่วคราว ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงต้องจัดหาทีมวิศวกรมาสร้างสะพานชั่วคราวเพื่อให้ชาวบ้านใช้สัญจรข้ามไปมาได้ ซึ่งสะพานจะต้องแข็งแรงและรับน้ำหนักให้ได้มากที่สุดเพื่อให้ชาวบ้านใช้ได้อย่างปลอดภัย ดังนั้นที่วิศวกรจะต้องออกแบบจำลองตัวอย่างโครงสร้างสะพานและต้องผ่านการตรวจสอบการรองรับน้ำหนักก่อนนำไปสร้างสะพานจริงได้ โดยระยะทางของสะพานที่ขาดมีความยาว 40 เซนติเมตร โครงสร้างสะพานจะต้องมีความยาว 50 เซนติเมตร ความกว้างของสะพาน 10 เซนติเมตร โครงสร้างสะพานต้องออกแบบสะพานให้มีน้ำหนักน้อยที่สุดมีประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักได้มากที่สุด

วัสดุ-อุปกรณ์ในการก่อสร้าง

- | | |
|------------------------|-------------------|
| - ไม้ไผ่ติ่ม | - ไม้ลูกชิ้น |
| - กาวร้อน จำนวน 1 หลอด | - กาวแท่ง 4 แท่ง |
| - เชือก 1 ม้วน | - หนึ่งยาง |
| - เทปใส | - คัตเตอร์ กรรไกร |
| - กรรไกร | - ไม้บรรทัด |

ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2
เรื่อง โครงสร้างสะพาน

ตอนที่ 1 แบ่งหน้าที่การทำงาน

1.1 หน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม (หัวหน้าทีม,ผู้ค้นคว้าข้อมูล,ผู้ออกแบบชิ้นงาน,ผู้นำเสนอผลงาน)

ชื่อ-สกุล	รับหน้าที่	เหตุผล
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

1.2 ให้นักศึกษาทำข้อตกลงในการทำกิจกรรมร่วมกันของสมาชิกภายในกลุ่ม

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 ระบุปัญหา

2.1 จากสถานการณ์คิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร มีเงื่อนไขและข้อจำกัดอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 ให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันเสนอแนวทางที่จะช่วยในการแก้ปัญหา โดยต้องใช้พื้นฐานความรู้วิชา
วิทยาศาสตร์ทั้งหมดที่เป็นไปได้ในการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา

สมาชิก คนที่	แนวทางในการแก้ปัญหา
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

2.3 เป้าหมายในการแก้ปัญหาของกลุ่ม คือ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 แผนการดำเนินงาน

3.1 ทีมวิศวกรมีการวางแผนงานโดยกำหนดกิจกรรมขั้นตอนการแก้ปัญหายังไงบ้าง

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	ผู้รับผิดชอบ

3.2 ทีมวิศวกรมีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้อย่างไร

ข้อมูลที่จะสืบค้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	แหล่งข้อมูลที่สืบค้น
ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์ :	
ข้อมูลด้านคณิตศาสตร์ :	
ข้อมูลด้านเทคโนโลยี :	

3.3 จากการรวบรวมข้อมูลในการแก้ปัญหา ให้ทีมวิศวกรเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดในการทำโครงสะพานรับน้ำหนัก พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสีย

.....

.....

.....

.....

.....

3.4 ให้ทีมวิศวกรร่างแบบโครงสร้างพานรับน้ำหนัก ที่ทีมวิศวกรภายในกลุ่มได้เลือกมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

--

3.5 เครื่องมือ/วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

วัสดุ-อุปกรณ์	จำนวน	เหตุผล

ตอนที่ 4 การทดสอบประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน

4.1 ให้นักศึกษาบันทึกผลการทดสอบชิ้นงาน

ครั้งที่	ปัญหาที่พบ	สาเหตุของปัญหา	วิธีการแก้ปัญหา

4.2 สรุปผลที่ได้จากการทดสอบชิ้นงานและความสำเร็จของชิ้นงาน

.....

.....

.....

4.3 หลังจากการนำเสนอและอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม นักศึกษาคิดว่าชิ้นงานที่นักศึกษาได้ออกแบบมีข้อควรพัฒนาปรับปรุงหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.4 นักศึกษาคิดว่าในการแบ่งหน้าที่ในการทำงานภายในกลุ่มครั้งนี้มีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.5 หลังเสร็จภารกิจกลุ่มของนักศึกษาประเมินสมาชิกในกลุ่มปฏิบัติหน้าที่ตามกฎระเบียบของกลุ่มในระดับใด

- สูง ปฏิบัติหน้าที่ตามกฎระเบียบของกลุ่มที่ตั้งไว้ได้ทุกข้อ
- กลาง ปฏิบัติหน้าที่ตามกฎระเบียบของกลุ่มที่ตั้งไว้ได้บางข้อ
- ต่ำ ไม่ปฏิบัติหน้าที่ตามกฎระเบียบของกลุ่มที่ตั้งไว้

4.6 หลังจากเรียนและทำกิจกรรมนี้แล้ว นักศึกษามีข้อเสนอแนะอย่างไรบ้าง และจะนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในงานอาชีพช่างก่อสร้างได้อย่างไร

.....

.....

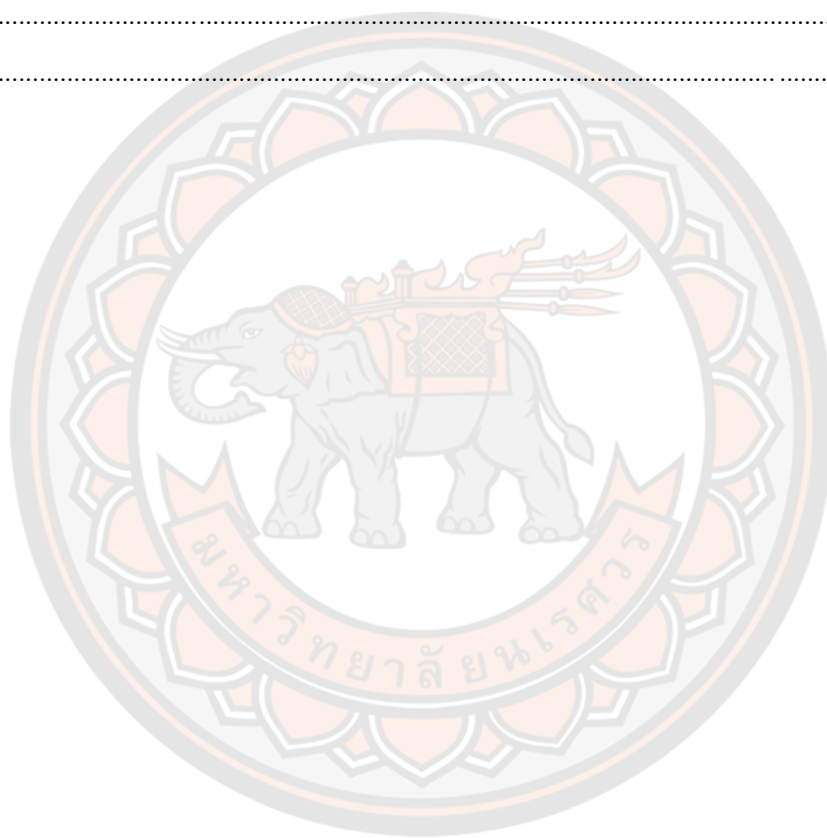
.....

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินชิ้นงาน
เรื่อง โครงสร้างสะพาน

สมาชิกกลุ่มที่.....

- 1.ชื่อ-สกุล.....แผนกวิชา.....เลขที่.....
 2.ชื่อ-สกุล.....แผนกวิชา.....เลขที่.....
 3.ชื่อ-สกุล.....แผนกวิชา.....เลขที่.....
 4.ชื่อ-สกุล.....แผนกวิชา.....เลขที่.....
 5.ชื่อ-สกุล.....แผนกวิชา.....เลขที่.....

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1.การประยุกต์ใช้ความรู้				
2.กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม				
3.ผลลัพธ์ของชิ้นงาน				
4.การทำงานเป็นทีม				
5.การนำเสนอ				
รวม				

หมายเหตุ : 4 หมายถึง ดีมาก , 3 หมายถึง ดี , 2 หมายถึง พอใช้ , 1 หมายถึง ปรับปรุง

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

เกณฑ์คะแนน

16-20 คะแนน ระดับ ดีมาก

11-15 คะแนน ระดับ ดี

6-10 คะแนน ระดับ พอใช้

1-5 คะแนน ระดับ ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมและชิ้นงาน

รายการการประเมิน	คะแนน			
	4	3	2	1
1.การประยุกต์ใช้ความรู้	อธิบายความรู้ด้านสะเต็มศึกษาที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องตั้งแต่ 3 องค์ความรู้ขึ้นไป	อธิบายความรู้ด้านสะเต็มศึกษาที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องตั้งแต่ 2 องค์ความรู้ขึ้นไป	อธิบายความรู้ด้านสะเต็มศึกษาที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องตั้งแต่ 1 องค์ความรู้ขึ้นไป	ไม่สามารถอธิบายความรู้ด้านสะเต็มศึกษาที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
2.กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	มีการใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สามารถเลือกวิธีการและออกแบบการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสร้างสรรค์นำไปใช้จริงได้	มีการใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สามารถเลือกวิธีการและออกแบบการแก้ปัญหาที่เหมาะสมนำไปใช้จริงได้	มีการใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สามารถเลือกวิธีการและออกแบบการแก้ปัญหาได้	ไม่มีการใช้แนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สามารถเลือกวิธีการและออกแบบการแก้ปัญหาได้
3.ผลลัพธ์ของชิ้นงาน	มีการทดสอบประสิทธิภาพชิ้นงานครบตามประเด็นที่ควรทดสอบและการ	มีการทดสอบประเมินประสิทธิภาพผลงาน และนำผลการประเมินมาปรับปรุง	มีการทดสอบประเมินประสิทธิภาพผลงาน แต่ไม่มี การปรับปรุงผลงาน	ไม่มีการประเมินประสิทธิภาพผลงาน

รายการการประเมิน	คะแนน			
	4	3	2	1
	ปรับปรุงผลงานและยังมีการประเมินด้านอื่นๆ เช่น ความสวยงาม ความสะดวกในการใช้งาน			
4.การทำงานเป็นทีม	รับฟังข้อเสนอแนะข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มก่อนที่จะเสนอแนวคิดหรือข้อคิดเห็นของตนเอง ทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ดีและได้แบ่งรับหน้าที่รับผิดชอบกับสมาชิกในทีมทุกคน	รับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มเป็นส่วนใหญ่และทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่นในกลุ่มได้ดีเป็นส่วนใหญ่	รับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มบางครั้งและทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้ดีเป็นบางเวลา	ไม่ใส่ใจรับฟังข้อเสนอและข้อคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มและไม่สามารถทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มได้
5.การนำเสนอ	นำเสนอผลงานได้น่าสนใจ อธิบายขั้นตอนการออกแบบชิ้นงานที่ยากและตอบ	นำเสนอผลงานได้น่าสนใจ อธิบายขั้นตอนการออกแบบชิ้นงานที่ยากและตอบ	นำเสนอผลงานได้แต่อธิบายขั้นตอนการออกแบบชิ้นงานที่เข้าใจยากและตอบ	นำเสนอผลงานได้แต่อธิบายขั้นตอนการออกแบบชิ้นงานที่เข้าใจยากและตอบ

รายการการประเมิน	คะแนน			
	4	3	2	1
	เข้าใจง่ายและตอบคำถามได้ชัดเจน ตรงประเด็นทุกข้อ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของ STEM ได้ถูกต้องชัดเจน	เข้าใจง่ายและตอบคำถามได้ตรงประเด็น เป็นส่วนใหญ่ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของ STEM ได้ เป็นบางส่วน	คำถามได้ตรงประเด็นเพียงเล็กน้อย เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของ STEM ได้น้อยมาก	คำถามไม่ตรงประเด็น ไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของ STEM ได้



แบบประเมินความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงาน และความอดทน

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	ความซื่อสัตย์ สุจริตในการ ทำงาน			ความอดทน			รวม
		2	1	0	2	1	0	

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

เกณฑ์การประเมินความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงาน และความอดทน

รายการประเมิน	ระดับ		
	2	1	0
1. ความซื่อสัตย์ สุจริตในการทำงาน	นักศึกษาทำงานตาม ข้อมูลที่ได้จาก การศึกษา และไม่ คัดลอกงานกลุ่มอื่น	นักศึกษาทำงานตาม ข้อมูลที่ได้จาก การศึกษา และมีการ คัดลอกงานกลุ่มอื่น	นักศึกษาไม่ทำงาน ตามข้อมูลที่ได้จาก การศึกษา และมีการ คัดลอกงานกลุ่มอื่น
2. ความอดทน	นักศึกษามีความ อดทน และมีความ พยายามทำงานให้ สำเร็จ	นักศึกษามีความขยัน อดทน และมีความ พยายามทำงานให้ สำเร็จ แต่มีบางครั้งที่ แสดงอาการท้อ ไม่ อยากทำงานต่อ เมื่อมี อุปสรรคในการ ทำงาน	นักศึกษาไม่มีความ อดทน และไม่มี ความพยายามทำงาน จน ทำงานไม่สำเร็จ

เกณฑ์คะแนน

- 4 คะแนน ระดับ ดีมาก
- 3 คะแนน ระดับ ดี
- 2 คะแนน ระดับ พอใช้
- 0-1 คะแนน ระดับ ปรับปรุง

ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ
แผนที่ 2 เรื่อง โครงสร้างสะพาน (สมดุลงของแรง)

คำชี้แจง

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและสมดุลงของแรง ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 ที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อยู่ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านซึ่งระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

- 5 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง ระดับความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง ระดับความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง ระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1.ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.1 มีความสอดคล้องและครอบคลุมกับเนื้อหาสาระ						
1.2 สามารถแสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน						
1.3 สามารถแสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะได้อย่างชัดเจน						
1.4 สามารถแสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน						
1.5 มีความสอดคล้องกับทักษะอาชีพ						

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
2.ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
2.1 กิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ						
2.2 กิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.3 กิจกรรมกำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา						
2.4 กิจกรรมสามารถปฏิบัติได้จริง						
2.5 กิจกรรมส่งเสริมให้เกิดทักษะอาชีพ						
2.6 กิจกรรมเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน						
2.7 กิจกรรมมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม						
2.8 กิจกรรมที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมและได้ลงมือปฏิบัติ						
3. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้						
3.1 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
3.2 มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้						
4. การวัดและประเมินผล						
4.1 มีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
4.2 มีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับทักษะอาชีพ						
4.3 มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง						
4.4 มีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวมคุณภาพแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในระดับ

ดีมาก

ดี

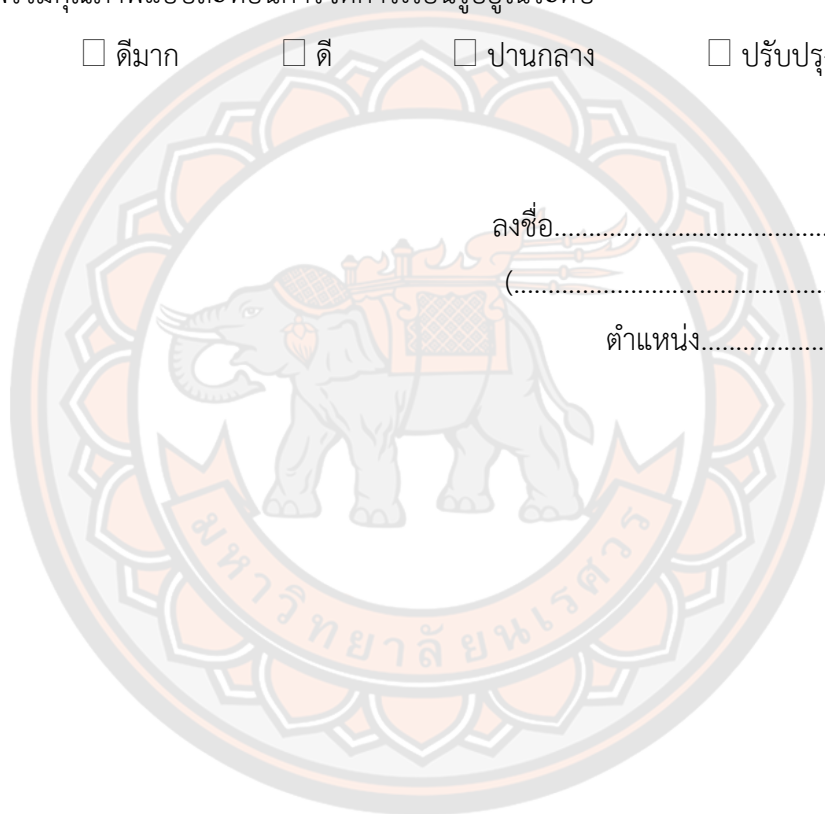
ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)

(.....)

ตำแหน่ง.....



ภาคผนวก ง ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ส่งเสริม
ทักษะอาชีพ เรื่อง โครงสร้างสะพาน (สมดุลงของแรง)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
1.ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.1 มีความสอดคล้องและครอบคลุมกับเนื้อหาสาระ	3	4	5	4.00	1.00	มาก
1.2 สามารถแสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านความรู้ได้อย่างชัดเจน	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3 สามารถแสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านทักษะได้อย่างชัดเจน	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
1.4 สามารถแสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ได้อย่างชัดเจน	3	4	5	4.00	1.00	มาก
1.5 มีความสอดคล้องกับทักษะอาชีพ	4	5	4	4.33	0.58	มาก
2.ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
2.1 กิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2.2 กิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4.33	0.58	มาก
2.3 กิจกรรมกำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 กิจกรรมสามารถปฏิบัติได้จริง	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2.5 กิจกรรมส่งเสริมให้เกิดทักษะอาชีพ	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
2.6 กิจกรรมเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.7 กิจกรรมมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2.8 กิจกรรมที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมและได้ลงมือปฏิบัติ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้						
3.1 มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4.33	0.58	มาก
3.2 มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4. การวัดและประเมินผล						
4.1 มีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
4.2 มีการวัดและประเมินผลสอดคล้องกับทักษะอาชีพ	4	4	5	4.33	0.58	มาก
4.3 มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 มีการวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
ผลเฉลี่ยรวม				4.44	0.56	มาก

ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

สังเกตครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

ระดับชั้น ปวส.1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ผู้สอน นางสาวกิติมาภรณ์ สมบัติพล

คำชี้แจง

1. แบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ใช้สำหรับบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อส่งเสริมทักษะอาชีพ ของ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 เรื่อง แรงและสมมูลของแรง ซึ่งมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่

- 1.1 ระบุปัญหา
- 1.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- 1.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
- 1.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
- 1.5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงาน
- 1.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

2. ขอให้ผู้วิจัยและครูประจำการพิจารณาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย พร้อมทั้งทำการบันทึกความคิดเห็น ปัญหา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป ดังนี้

1.ด้านการจัดการเรียนรู้

1.1 ชั้นระบุปัญหา

ในชั้นนี้ผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นทำความเข้าใจกับปัญหาวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาซึ่งจะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

- ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

1.2 ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ในชั้นผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาประเมินความเป็นไปได้ข้อจำกัดในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

- ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

1.3 ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ในชั้นนี้ผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้ผู้เรียน ประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบวิธีการในการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดและเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนดได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

- ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

1.4 ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้ผู้เรียน วางแผนกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานแล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

- ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

1.5 ชั้นทดสอบประเมินผลและปรับปรุงชิ้นงาน

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้ผู้เรียน ทดสอบและประเมินชิ้นงานโดยผลที่ได้อาจนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุดได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

- ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

1.6 ช้่นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ในชั้นนี้ผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้ผู้เรียน นำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้าง
ชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาต่อไปได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

- ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

- ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. โดยภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดขึ้นมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้
ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและสามารถส่งเสริมทักษะ
อาชีพของนักศึกษาได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

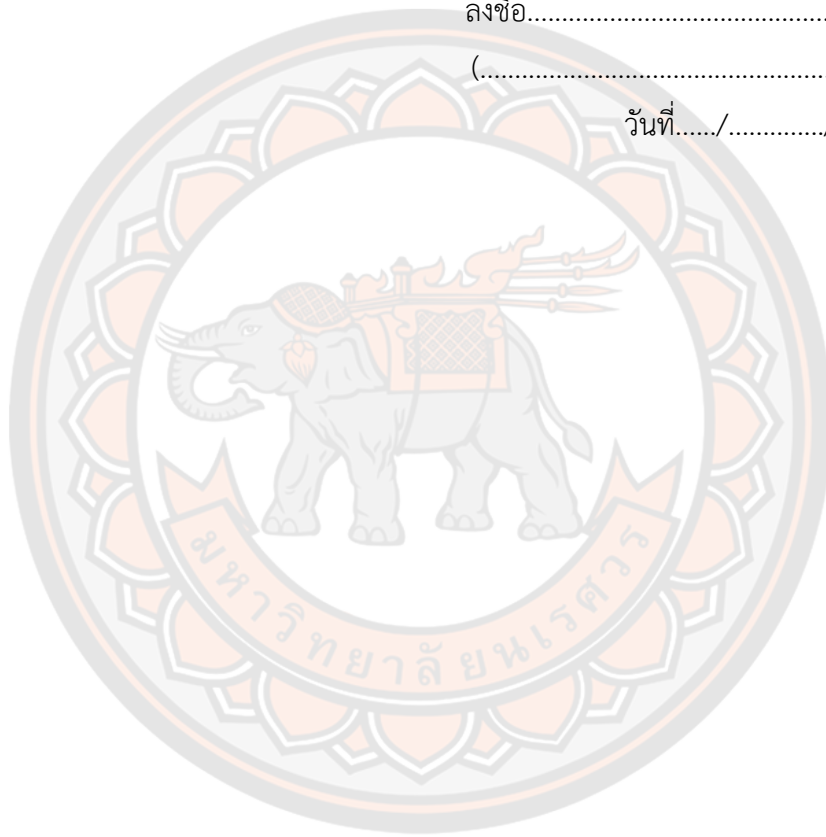
.....

.....

.....

ลงชื่อ.....(ผู้สะท้อนผล)
(.....)

วันที่...../...../.....



ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ

แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ

เรื่อง.....วันที่.....

ชื่อ.....ผู้สังเกต.....

คำชี้แจง : ให้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่แสดงออกถึงทักษะอาชีพ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

รายการพฤติกรรมของผู้เรียน	ระดับ			พฤติกรรมบ่งชี้
	สูง	กลาง	ต่ำ	
1.ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา				
การสังเกต วิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา				
2.ทักษะการทำงานร่วมกัน				
รับฟัง และยอมรับความคิดเห็นจากผู้พร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน				

บันทึกเพิ่มเติม :

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับแก้ปัญหา

รายการพฤติกรรมของผู้เรียน	ระดับ			พฤติกรรมบ่งชี้
	สูง	กลาง	ต่ำ	
1.ทักษะการแสวงหาความรู้				
การกำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูล โดยกำหนดเป้าหมายว่าจะสืบค้นข้อมูลอะไร				

รายการพฤติกรรมของผู้เรียน	ระดับ			พฤติกรรมบ่งชี้
	สูง	กลาง	ต่ำ	
จากที่ไหน ด้วยวิธีการอย่างไร การวิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้				

บันทึกเพิ่มเติม :

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนแบบวิธีการแก้ปัญหา

รายการพฤติกรรมของผู้เรียน	ระดับ			พฤติกรรมบ่งชี้
	สูง	กลาง	ต่ำ	
1.ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา				
การสังเกต วิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกการแก้ปัญหา				
2.ทักษะการทำงานร่วมกัน				
รับฟัง และยอมรับความคิดเห็นจากผู้พร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน				

บันทึกเพิ่มเติม :

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ชั้นวางแผนและดำเนินการ

รายการพฤติกรรมของผู้เรียน	ระดับ			พฤติกรรมบ่งชี้
	สูง	กลาง	ต่ำ	
1.ทักษะกระบวนการทำงาน				
การวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน				
การลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้				
2.ทักษะการทำงานร่วมกัน				
รับฟัง และยอมรับความคิดเห็นจากผู้ พร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับ การทำงาน				
รู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและการ ดำเนินงานภายในกลุ่ม				
3.ทักษะการจัดการ				
การจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการ จัดเวลาและงานให้เป็นระบบ และ การเลือกคนเข้ามาทำงานให้เหมาะ กับงาน				

บันทึกเพิ่มเติม :

ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินและปรับปรุงชิ้นงาน

รายการพฤติกรรมของผู้เรียน	ระดับ			พฤติกรรมบ่งชี้
	สูง	กลาง	ต่ำ	
1.ทักษะกระบวนการทำงาน				
ตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผลความสำเร็จของงาน				
2.ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา				
การประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง				

บันทึกเพิ่มเติม :

ขั้นที่ 6 ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

รายการพฤติกรรมของผู้เรียน	ระดับ			พฤติกรรมบ่งชี้
	สูง	กลาง	ต่ำ	
1.ทักษะกระบวนการทำงานร่วมกัน				
รับฟัง และยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่นพร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน				

บันทึกเพิ่มเติม :

เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่ส่งเสริมทักษะอาชีพ

รายการประเมิน พฤติกรรมของผู้เรียน	ระดับ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
1. การแสวงหาความรู้			
1.1 การกำหนด ปัญหาและวางแผนใน การสืบค้นข้อมูล โดย กำหนดเป้าหมายว่า จะสืบค้นข้อมูลอะไร จากที่ไหน ด้วยวิธีการ อย่างไร	กำหนดปัญหา วางแผนในการ สืบค้นข้อมูล โดย สามารถระบุ แหล่งข้อมูลที่ใช้ได้ อย่างน้อย 3 แหล่งข้อมูล	กำหนดปัญหา วางแผนในการสืบค้น ข้อมูล โดยสามารถ ระบุแหล่งข้อมูลที่ใช้ ได้อย่างน้อย 2 แหล่งข้อมูล	กำหนดปัญหา วางแผนในการสืบค้น ข้อมูล โดยสามารถ ระบุแหล่งข้อมูลที่ใช้ ได้ 1 แหล่งข้อมูล
1.2 การวิเคราะห์และ สรุปข้อมูลจากการ สืบค้นความรู้	วิเคราะห์และ สรุปผลการ ค้นคว้า ถูกต้อง สอดคล้อง กับเรื่องที่ค้นคว้า สามารถระบุข้อดี ข้อเสียของแนวทาง ในการแก้ปัญหาได้	วิเคราะห์และสรุปผล การ ค้นคว้าถูกต้อง สอดคล้องกับ เรื่องที่ ค้นคว้า ไม่สามารถ ระบุข้อดี ข้อเสียของ แนวทางในการ แก้ปัญหาได้	ไม่สามารถวิเคราะห์ และสรุปผลการ ค้นคว้าที่ สอดคล้อง กับ เรื่องที่ค้นคว้าได้ และไม่สามารถระบุ ข้อดี ข้อเสียของ แนวทางในการ แก้ปัญหาได้
2. ทักษะกระบวนการทำงาน			
2.1 การวิเคราะห์และ วางแผนในการทำงาน	สามารถวิเคราะห์ ขั้นตอนในการแก้ ปัญหา และมีการ วางแผนการทำงาน โดยกำหนดกิจกรรม ขั้นตอนการจัดเรียง งานตามลำดับ ความสำคัญในการ ทำงาน	สามารถวิเคราะห์ ขั้นตอนในการ แก้ปัญหา และมีการ วางแผนการทำงาน แต่ไม่กำหนดกิจกรรม ขั้นตอนการจัดเรียง งานตามลำดับ ความสำคัญในการ ทำงาน	ไม่สามารถวิเคราะห์ ขั้นตอนในการ แก้ปัญหา ขาดการ วางแผนการทำงาน ไม่กำหนดกิจกรรม ขั้นตอนการจัดเรียง งานตามลำดับ ความสำคัญในการ ทำงาน

รายการประเมิน พฤติกรรมของ ผู้เรียน	ระดับ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
			ความเร่งด่วนได้
2.2 การลงมือ ทำงานตามแผนที่ กำหนดไว้	สามารถลงมือ ปฏิบัติงานตามแผนที่ กำหนดไว้ทุกขั้นตอน	สามารถลงมือ ปฏิบัติงานตามแผนที่ กำหนดไว้บางขั้นตอน	ไม่สามารถลงมือ ปฏิบัติงานตามแผนที่ กำหนดไว้ทุกขั้นตอน
2.3 ตรวจสอบผล การดำเนินงานและ ประเมินผลความ สำเร็จของงาน	สามารถตรวจสอบผล การดำเนินงานว่า สอดคล้องกับ เป้าหมายที่ตั้งไว้ และ สามารถประเมิน ความสำเร็จของงาน ได้ว่าตรงตาม เป้าหมายที่ตั้งไว้	สามารถตรวจสอบผล การดำเนินงานว่า สอดคล้องกับ เป้าหมายที่ตั้งไว้ และ ไม่สามารถประเมิน ความสำเร็จของงาน ได้ว่าตรงตาม เป้าหมายที่ตั้งไว้	ไม่สามารถตรวจสอบ ผลการดำเนินงานว่า สอดคล้องกับ เป้าหมายที่ตั้งไว้ และไม่สามารถ ประเมินความสำเร็จ ของงานได้ว่าตรงตาม เป้าหมายที่ตั้งไว้
3.ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา			
3.1 การสังเกต วิเคราะห์เพื่อสร้าง ทางเลือกในการ แก้ปัญหา	สามารถวิเคราะห์และ ระบุปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนด ได้และสร้างทางเลือก ในการแก้ปัญหาได้ อย่างน้อย 3 ทางเลือกมาใช้ในการ แก้ปัญหา	สามารถวิเคราะห์และ ระบุปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนด ได้และสร้างทางเลือก ในการแก้ปัญหาได้ อย่างน้อย 2 ทางเลือกมาใช้ในการ แก้ปัญหา	สามารถวิเคราะห์และ ระบุปัญหาจาก สถานการณ์ที่กำหนด ได้และสร้างทางเลือก ในการแก้ปัญหาได้ อย่างน้อย 1 ทางเลือกมาใช้ในการ แก้ปัญหา
3.2 การประเมินผล การทำงานเพื่อ พิจารณาปรับปรุง	สามารถตรวจสอบ แก้ไข วิเคราะห์ ประเมินแนวคิดที่	สามารถตรวจสอบ แก้ไข วิเคราะห์ ประเมินแนวคิดที่	ไม่สามารถตรวจสอบ แก้ไข วิเคราะห์ ประเมินแนวคิดที่

รายการประเมิน พฤติกรรมของ ผู้เรียน	ระดับ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
	นำมาใช้ในการ ปรับปรุงและพัฒนา งานและชิ้นงานได้ บรรลุผลสำเร็จตาม เงื่อนไขของ สถานการณ์ได้	นำมาใช้ในการ ปรับปรุงและพัฒนา งานและชิ้นงานได้แต่ ไม่บรรลุผลสำเร็จตาม เงื่อนไขของ สถานการณ์	นำมาใช้ในการ ปรับปรุงและพัฒนา งานและชิ้นงานได้ และไม่บรรลุผลสำเร็จ ตามเงื่อนไขของ สถานการณ์
4.ทักษะการทำงานร่วมกัน			
4.1 รับฟัง และ ยอมรับความคิดเห็น จากผู้อื่นพร้อมทั้ง สะท้อนผลที่ เกี่ยวข้องกับการ ทำงาน	สามารถปฏิบัติทำงาน กลุ่มร่วมกับสมาชิก ทุกคนในกลุ่มได้และ สามารถพูดคุยสื่อสาร อภิปรายเพื่อ ตรวจสอบความเข้าใจ แก้ปัญหาพร้อมกันเมื่อ เกิดความไม่เข้าใจ ภายในกลุ่ม	สามารถปฏิบัติทำงาน กลุ่มร่วมกับสมาชิกใน กลุ่มได้อย่างน้อย 2 - 3 คน และสามารถ พูดคุยสื่อสารอภิปราย เพื่อตรวจสอบความ เข้าใจแก้ปัญหา ร่วมกันเมื่อเกิดความ ไม่เข้าใจภายในกลุ่ม	ไม่สามารถปฏิบัติ ทำงานกลุ่มร่วมกับ สมาชิกในกลุ่มได้ และ สามารถพูดคุยสื่อสาร อภิปรายเพื่อ ตรวจสอบความเข้าใจ แก้ปัญหาพร้อมกันเมื่อ เกิดความไม่เข้าใจ ภายในกลุ่ม
4.2 รู้จักบทบาท หน้าที่ของตนเอง และการดำเนินงาน ภายในกลุ่ม	สามารถปฏิบัติตาม บทบาทหน้าที่ของทุกคน ได้ตามข้อตกลงของ กลุ่มที่ตั้งไว้ได้ทุกข้อ	สามารถปฏิบัติตาม บทบาทหน้าที่ของทุกคน ได้ตามข้อตกลงของ กลุ่มที่ตั้งไว้ได้บางข้อ	ไม่สามารถปฏิบัติตาม บทบาทหน้าที่ของทุกคน ได้ตามข้อตกลงของ กลุ่มที่ตั้งไว้ได้บางข้อ

รายการประเมิน พฤติกรรมของ ผู้เรียน	ระดับ		
	สูง	กลาง	ต่ำ
5. ทักษะการจัดการ			
5.1 การจัดระบบงานที่รับผิดชอบโดยการจัดเวลาและงานให้เป็นระบบ และการเลือกคนเข้ามาทำงานให้เหมาะสมกับงาน	สามารถระบุหน้าที่ของตนเองและสมาชิกในกลุ่มได้ และสามารถแบ่งบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้ตามความเหมาะสมและความถนัดของแต่ละคน ในการปฏิบัติงานได้ตามเวลาที่กำหนด	สามารถระบุหน้าที่ของตนเองและสมาชิกในกลุ่มได้ แต่ไม่สามารถแบ่งบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้ตามความเหมาะสมและความถนัดของแต่ละคนในการปฏิบัติงานได้ตามเวลาที่กำหนด	ไม่สามารถแบ่งบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มได้ตามความถนัดและความเหมาะสม และไม่สมาชิกในกลุ่มไม่สามารถรับผิดชอบปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้ตามเวลาที่กำหนด

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบประเมินองค์ประกอบทักษะอาชีพ กับข้อคำถามใน
แบบบันทึกการทำกิจกรรม

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบทักษะอาชีพ กับข้อคำถาม
ในแบบบันทึกการทำกิจกรรม เรื่อง โครงสร้างสะพาน
ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ
ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบทักษะอาชีพ กับแบบบันทึกการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
แนวสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบทักษะอาชีพ กับข้อคำถามในแบบ
บันทึกการทำกิจกรรม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบทักษะอาชีพ กับ
แบบบันทึกการทำกิจกรรม แบ่งตามระดับค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โปรดทำเครื่องหมาย /
ลงในช่อง "คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง" ดังนี้

- 1 คือ แน่ใจ ว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบทักษะอาชีพ
- 0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบทักษะอาชีพ หรือไม่
- +1 คือ แน่ใจ ว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบทักษะอาชีพ

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม หากมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม กรุณาเขียน
ลงในช่องว่างที่กำหนด

ส่วนที่ 1 ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบทักษะอาชีพกับแบบบันทึกการทำกิจกรรม

องค์ประกอบอาชีพ		ข้อความ	คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
1. การแสวงหาความรู้ คือ การค้นคว้าหาความรู้เพื่อนำความรู้ที่ได้มาสร้างองค์ความรู้ใหม่ และนำความรู้ที่ได้มาใช้ใน	1.1 การ กำหนดปัญหาและวางแผนในการสืบค้นข้อมูล โดยกำหนดเป้าหมายว่าจะสืบค้นข้อมูลอะไรจากที่ไหน ด้วยวิธีการอย่างไร	1. นักศึกษาวางแผนในการสืบค้นข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา สถานการณ์ และระบุแหล่งอ้างอิงของข้อมูล ในข้อคำถามที่ 3.2 ทีมวิศวกรมีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้อย่างไร				
	1.2 การ วิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากการสืบค้นความรู้	1. ให้นักศึกษาสรุปข้อมูลจากการสืบค้น ในข้อคำถามที่ 3.3 จากการรวบรวมข้อมูลในการแก้ปัญหา ให้ทีมวิศวกรเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดในการทำโครงสร้างสะพานรับน้ำหนัก พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสีย				

องค์ประกอบทักษะอาชีพ		ข้อความ	คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
2. ทักษะกระบวนการทำงาน คือ การลงมือทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ทำงานได้สำเร็จและบรรลุเป้าหมาย	2.1 การวิเคราะห์และวางแผนในการทำงาน	1. นักศึกษามีการวางแผนงาน โดยกำหนดกิจกรรม ขั้นตอนตามลำดับความสำคัญ ในข้อคำถาม ที่ 3.1 ทีมวิศวกรมีการวางแผนงานโดยกำหนดกิจกรรมขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไรบ้าง				
	2.2 การลงมือทำงานตามแผนที่กำหนดไว้	1. นักศึกษาลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ในข้อคำถามที่ 3.1 ตามขั้นตอนที่วางแผนไว้				
	2.3 ตรวจสอบผลการดำเนินงานและประเมินผลความสำเร็จของงาน	1. นักศึกษามีการตรวจสอบผลการดำเนินงานว่า และมีการประเมินความสำเร็จของงาน ในข้อคำถามที่ 4.2 สรุปผลที่ได้จากการทดสอบชิ้นงานและความสำเร็จของชิ้นงาน				

องค์ประกอบทักษะอาชีพ		ข้อความ	คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
<p>3. ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา</p> <p>คือ การมุ่งเน้นให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีกระบวนการตามขั้นตอนในแก้ปัญหาเข้าใจปัญหาและคิดแก้ปัญหาให้ได้</p>	<p>3.1 การสังเกตวิเคราะห์เพื่อสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา</p>	<p>1. นักศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ในข้อคำถามที่ 2.1 จากสถานการณ์คิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร มีเงื่อนไขและข้อจำกัดอะไรบ้าง</p> <p>2. นักศึกษาสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา ในข้อคำถามที่ 2.2 ให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันเสนอแนวทางที่จะช่วยในการแก้ปัญหา โดยต้องใช้พื้นฐานความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งหมดที่เป็นไปได้ในการสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา อย่างน้อย 3 แนวทาง</p>				

องค์ประกอบทักษะอาชีพ		ข้อความ	คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
	3.2 การประเมินผลการทำงานเพื่อพิจารณาปรับปรุง	1. นักศึกษาทำการตรวจสอบแก้ไขวิเคราะห์ ประเมินแนวคิดที่นำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนางานและชิ้นงาน ในข้อคำถามที่ 4.1 ให้นักศึกษابันทึกผลการทดสอบชิ้นงาน ปัญหาที่พบสาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา				
4. ทักษะการทำงานร่วมกัน คือ การสร้างความสัมพันธ์ที่ดีในการทำงาน และมีความร่วมมือในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างราบรื่น	4.1 รับฟัง และยอมรับความคิดเห็นจากผู้อื่น พร้อมทั้งสะท้อนผลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน	1. นักศึกษาและสมาชิกภายในกลุ่มนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาและชิ้นงาน หลังจากการนำเสนอ ให้สมาชิกกลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นข้อควรพัฒนาปรับปรุง จากนั้นให้นักศึกษาทำข้อคำถามที่ 4.3 หลังจากการนำเสนอและอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม นักศึกษาคิดว่า				

องค์ประกอบทักษะอาชีพ	ข้อความ	คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
		ชิ้นงานที่นักศึกษาได้ ออกแบบมีข้อควรพัฒนา ปรับปรุงหรือไม่อย่างไร			
4.1 รู้จัก บทบาทหน้าที่ ของตนเองและ การดำเนินงาน ภายในกลุ่ม	1. นักศึกษาทำข้อตกลง ในการทำกิจกรรม ร่วมกันของสมาชิก ภายในกลุ่ม ในข้อคำถาม ที่ 1.2 2. ให้นักศึกษาประเมิน การทำงานร่วมกันของ สมาชิกในกลุ่มปฏิบัติ หน้าที่ตามข้อตกลงของ กลุ่มอยู่ใน ระดับใด ใน ข้อคำถามที่ 4.5				

องค์ประกอบทักษะอาชีพ		ข้อความ	คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
<p>5. ทักษะการจัดการ คือ เป็นการ จัดระบบงาน และระบบ คนให้ เหมาะสมกับ งาน เพื่อ สร้างทีมใน การทำงาน ร่วมกันจน สำเร็จ และ บรรลุงาน ตาม เป้าหมาย อย่างมี ประสิทธิภาพ</p>	<p>5.1 การจัด ระบบงานที่ รับผิดชอบโดย การใช้เวลาและ งานให้เป็น ระบบ และการ เลือกคนเข้ามา ทำงานให้เหมาะ กับงาน</p>	<p>1. ให้นักศึกษาแบ่ง หน้าที่ตามความสามารถ ของแต่ละบุคคล และ อธิบายบทบาทหน้าที่ ของตนเอง ในข้อคำถาม ที่ 1.1 และให้นักศึกษา ประเมินความเหมาะสม ตามความถนัดของทุก คนในกลุ่ม ในข้อคำถาม ที่ 4.4</p>				

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

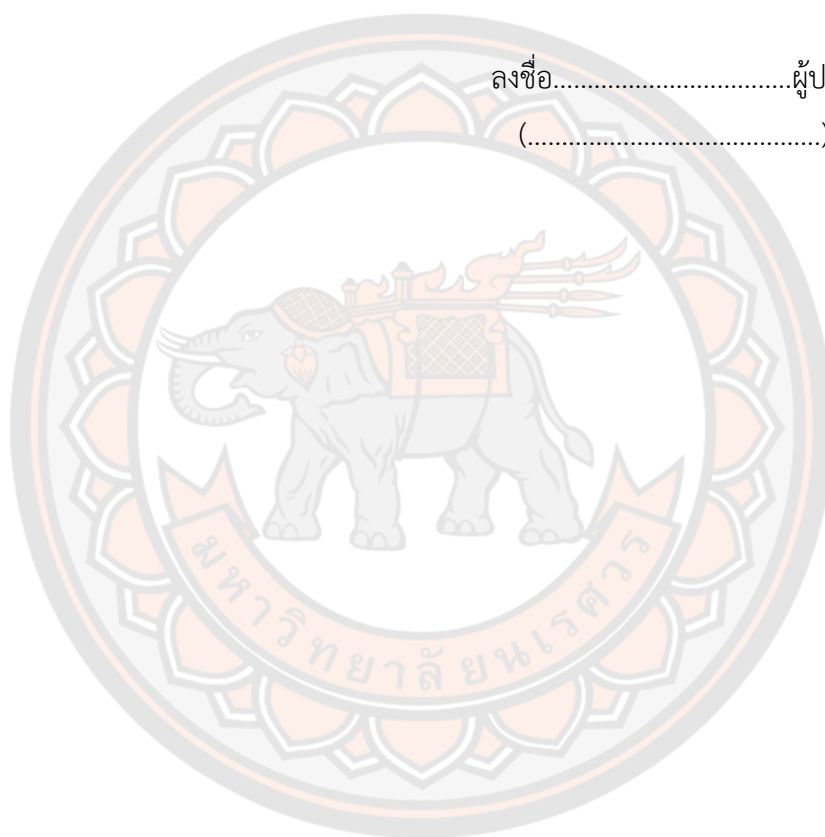
.....

.....

โดยภาพรวมคุณภาพระหว่างองค์ประกอบทักษะอาชีพ และข้อคำถามในแบบบันทึกกิจกรรม
อยู่ในระดับ

- ดีมาก ดี ปานกลาง ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)



ภาคผนวก ข ตัวอย่างผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบทักษะอาชีพกับ
แบบบันทึกการทำกิจกรรม

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

สรุปแบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง โครงสร้างสะพาน ทั้งหมด มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
ตามเกณฑ์การประเมินผลของเทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไทย (2539, น 181)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกิติมาภรณ์ สมบัติพล
วัน เดือน ปี เกิด	7 กันยายน 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน	147/2 ม. 7 ต. หนองปลิง อ. เมือง จ. กำแพงเพชร
ที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร 50 ถ. ปิ่นดำริห์ อ. เมือง จ. กำแพงเพชร
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู คศ.1
ประสบการณ์การทำงาน	3 ปี
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี

