



การพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์

The development of an innovative educational curriculum for
pre-engineering students

อุดมเดชา พลเยี่ยม
ดวงจันทร์ แก้วกวางพาน

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



การพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์

The development of an innovative educational curriculum for
pre-engineering students

อุดมเดชา พลเยี่ยม
ดวงจันทร์ แก้วกวางพาน

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์

ผู้วิจัย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดมเดชา พลเยี่ยม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร.ดวงจันทร์ แก้วกวางพาน
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

พ.ศ. : 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ STEM-based learning โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 3) ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และ 4) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 กลุ่มรวม 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต 2) แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ สถิติที่ใช้คือค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) การทดสอบค่า t ผลการวิจัยพบว่า

1. นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันมีประสิทธิภาพ 81.07/83.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ตามที่กำหนดไว้

2. นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่เรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 3 ด้านคือ ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน ด้านการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูง

4. นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก

Research Title: The development of an innovative educational curriculum for pre-engineering students

Researcher : Udomdejia Polyium and Duangjan Kaewkongpan

Year : 2021

ABSTRACT

This research aims to 1) Develop innovative STEM-based learning management, using the STEM activities integrated engineering design process for pre-engineering students. 2) To study pre-engineering students' learning achievements from learning management to innovative learning management using the STEM activities integrated engineering design process. 3) To study pre-engineering students' collaborative problem-solving skills from learning management to innovative learning management using the STEM activities integrated engineering design process, and 4) To study the satisfaction of learning management through innovative learning management using the STEM activities integrated engineering design process. The research sample consisted of pre-engineering students at the vocational certificate level in the Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon registered for science courses to improve life skills. In the first semester of the academic year 2021, there was 1 group, 32 people. The instruments used in the research consisted of an achievement test in science courses for life skills development, a cooperative problem-solving skill assessment form, and a satisfaction assessment form. Data analysis was done using statistical software packages. The statistics used were the mean (\bar{x}) standard deviation (S.D.) and t-test.

The results showed that,

1. Innovative learning management, using the STEM activities integrated engineering design process for pre-engineering students on chemical reactions in daily life has an efficiency of 81.07/83.33, which meets the 80/80 criteria.

2. Pre-engineering students at the vocational certificate level who studied with the STEM activities integrated engineering design process in the lessons of daily chemical reactions had higher posttest achievement scores than pretest.

3. Pre-engineering students at the vocational certificate level have competency in collaborative problem-solving in all three areas: building and preserving shared understanding; Selecting the appropriate action method to solve the problem; and the creation and maintenance of group order, with a high level of collaborative problem-solving competence.

4. Pre-engineering students at the vocational certificate level had high satisfaction with the STEM activities integrated engineering design process.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาวัตกรรมการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์นี้ ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบูชาแต่คณาจารย์ทุกท่านที่ประสพวิชาความรู้แก่คณะผู้วิจัย

สารบัญ

| | |
|---|-----------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | II |
| กิตติกรรมประกาศ | V |
| สารบัญ | IV |
| สารบัญตาราง | VI |
| สารบัญภาพ | VII |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 4 |
| 1.3 สมมติฐานการวิจัย | 5 |
| 1.4 กรอบแนวความคิดของการวิจัย | 5 |
| 1.5 ขอบเขตของการวิจัย | 6 |
| 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย | 7 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 9 |
| 2.1 การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ | 11 |
| 2.2 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ | 18 |
| 2.3 การจัดการเรียนรู้แบบเสริมศึกษา | 21 |
| 2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน | 33 |
| 2.5 ทักษะการแก้ปัญหา | 44 |
| 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 58 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย | 64 |
| 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง | 64 |
| 3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย | 64 |
| 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 65 |
| 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล | 69 |
| 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล | 70 |

สารบัญ (ต่อ)

| | |
|--|-----------|
| บทที่ 4. ผลการวิจัย | 72 |
| 4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ STEM-based learning ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน | 73 |
| 4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อ พัฒนาทักษะชีวิตเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันก่อนเรียนและหลังเรียน | 74 |
| 4.3 ผลการวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการกิจกรรมสะเต็มศึกษา แบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิต ประจำวัน | 75 |
| 4.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน | 82 |
| | |
| บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ | 83 |
| 5.1 สรุปผลการทดลอง | 83 |
| 5.2 อภิปรายผล | 86 |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ | 88 |
| | |
| บรรณานุกรม | 89 |
| | |
| ภาคผนวก | 95 |

สารบัญตาราง

| | | |
|--------------|--|----|
| ตารางที่ 2.1 | เทคนิคการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ | 29 |
| ตารางที่ 3.1 | รูปแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม | 69 |
| ตารางที่ 4.1 | ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ | 73 |
| ตารางที่ 4.2 | ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน | 74 |
| ตารางที่ 4.3 | ผลการวิเคราะห์ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากกิจกรรมการชูปโลหะ | 75 |
| ตารางที่ 4.4 | ผลการวิเคราะห์ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากกิจกรรมการเตรียมก๊าซ | 77 |
| ตารางที่ 4.5 | ผลการวิเคราะห์ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากกิจกรรมการทำสบู่ | 79 |
| ตารางที่ 4.6 | ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม | 82 |
| ตารางที่ 4.6 | ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม | 82 |

สารบัญภาพ

| | |
|---|----|
| ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย | 6 |
| ภาพที่ 2.1 ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษา | 23 |
| ภาพที่ 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา | 31 |
| ภาพที่ 2.3 กระบวนการแก้ปัญหา | 46 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

การศึกษาเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งเป็นรากฐานที่สำคัญของการพัฒนาประเทศ การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงมีเป้าหมายหลักเพื่อเตรียมคนให้เป็นคนทำงานที่มีความรู้และเป็นผู้ที่พร้อมเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) (วิจารณ์ พานิช, 2555) การจัดการศึกษานั้นต้องยึดว่าผู้เรียนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตัวเองได้ โดยในการจัดหลักสูตรการศึกษาระดับต่างๆ ให้จัดตามความเหมาะสมของแต่ละระดับโดยมุ่งพัฒนาคุณภาพชีวิตของบุคคลให้เหมาะสมแก่วัยและศักยภาพ สาระสำคัญของหลักสูตรทั้งที่เป็นวิชาการและวิชาชีพต้องมุ่งพัฒนาคนให้มีความสมดุล ทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ความดีงาม และความรับผิดชอบต่อสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลักสูตรระดับอุดมศึกษาต้องมีจุดมุ่งหมายเฉพาะที่จะพัฒนาวิชาการวิชาชีพขั้นสูงและการค้นคว้าวิจัย เพื่อพัฒนาองค์ความรู้และพัฒนาสังคม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542 : 15) โดยมีแนวการจัดการศึกษา ดังที่กล่าวไว้ในมาตรา 22 ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษา ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพ.ศ. 2542 มาตรา 24 กำหนดให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการจัดกระบวนการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

(1) จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

(2) ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

(3) จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

ประกอบกับมนุษย์มีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ผู้สอนจึงต้องใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย ผู้เรียนควรเป็นผู้กำหนดองค์ความรู้ของตนเอง โลกยุคใหม่ต้องการผู้เรียนซึ่งมีวินัย มีพฤติกรรมที่รู้จักยืดหยุ่น หรือปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากข้อมูลข่าวสารในโลกจะทวีเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ทุกๆ 10 ปี โรงเรียนจึงต้องใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ กัน กฎเหล็กของการศึกษา “ระบบที่เข้มงวดจะผลิตคนที่เข้มงวด” และ “ระบบที่ยืดหยุ่น

ก็จะผลิตคนที่รู้จักการยืดหยุ่น” โลกยุคข้อมูลข่าวสาร ทำให้การเรียนรู้สามารถเกิดขึ้นได้ในหลายๆ สถานที่ที่การเรียนรู้แบบเจาะลึก มีความจำเป็นมากกว่าการเรียนรู้แบบผิวเผิน การสอนที่จัดว่ามีประสิทธิภาพ ต้องการครูที่มีคุณลักษณะเป็นผู้ชี้แนะการเรียนรู้ (learning Coach) และ เป็นตัวแทนในการนำผู้เรียนท่องเที่ยวไปสู่โลกแห่งการเรียนรู้ได้ (learning Travel Agent) การศึกษาเล่าเรียนในโรงเรียน (Schooling) กับ การศึกษา (Education) ไม่ใช่เรื่องเดียวกันโลกอนาคตจะให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษาที่บ้านมากขึ้น เด็กๆ จะเรียนอยู่ที่บ้าน โดยเรียนจากประสบการณ์ของนักการศึกษาที่มีความรู้ในเรื่องนั้นๆ โดยตรง

การศึกษาเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาทั้งทางด้านสติปัญญา อารมณ์ และสังคม เพื่อให้บุคคลนั้น สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข และได้ช่วยให้บุคคล ได้รู้จักการแก้ไขปัญหาโดยใช้เหตุผล คติวิเคราะห์ สังเคราะห์ พร้อมทั้งได้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการใช้ทักษะที่ได้จากการศึกษานั้น ไปปรับประยุกต์ใช้ในการอยู่ร่วมกันในสังคมไทย (สิน งามประโคน และคณะ, 2561) การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีอิทธิพลอย่างมากต่อวิธีการศึกษา ได้แก่แนวคิดพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบด้วย 4 ประการ คือ ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Different) ความพร้อม (Readiness) การใช้เวลาเพื่อการศึกษา ประสิทธิภาพในการเรียน (สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์ และคณะ, 2553) ในการจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น อาจารย์ผู้สอน จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของการจัดการศึกษาหรือการจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา ซึ่งมีลักษณะเฉพาะและแตกต่างจากการจัดการเรียนการสอนในระดับอื่น โดยประเด็นสำคัญที่อาจารย์ผู้สอนต้องเข้าใจเป็นเบื้องต้น ได้แก่ จุดมุ่งหมายของการอุดมศึกษา ธรรมชาติของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา และหลักสูตรระดับอุดมศึกษา เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงเข้าไปสู่การจัดการเรียนการสอนในระดับนี้ได้มีประสิทธิภาพ (เรณูมาศ มาอ่อน, 2559) แนวทางการส่งเสริมคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา เป็นการดำเนินการ ในช่วงที่สถาบันอุดมศึกษาทั่วโลกกำลังให้ความสนใจการพัฒนาอาจารย์ให้เป็นมืออาชีพทั้งด้านการวิจัย การพัฒนาหลักสูตร และการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการพลิกบทบาทของคณาจารย์ให้มีความเชี่ยวชาญในการพัฒนาทักษะ ความรู้ ความสามารถที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) ให้มีความสามารถในการเรียนรู้ ได้ตลอดชีวิต สามารถแข่งขันในระดับภูมิภาคอาเซียนและในระดับสากล และเพื่อการพัฒนาประเทศได้อย่างยั่งยืน (สำนักมาตรฐานและประเมินผลอุดมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2561) ซึ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะนำไปสู่การแก้ปัญหาต่างๆ อย่างเป็นระบบ ทั้งนี้การแก้ปัญหาจะได้ผลสัมฤทธิ์มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ อีกทั้ง R. maun (2016) กล่าวไว้ว่า ความมุ่งหมายการศึกษาระดับอุดมศึกษาของประเทศ คือ การผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพเพื่อให้ได้กำลังคนที่มี สมรรถนะระดับสูงที่รองรับกับความต้องการของ ประเทศชาติ

นวัตกรรมการสอนของอาจารย์มหาวิทยาลัยแบบใหม่ในยุค 4.0 ถือเป็นสิ่งสำคัญที่อาจารย์ยุคใหม่ต้องสนใจ และควรต้องนำมาปรับใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากในปัจจุบันการศึกษาไทยยังประสบปัญหาความไม่ทันสมัย เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปฏิรูปการศึกษาในปัจจุบันเสียใหม่ เนื่องยุคสมัยเปลี่ยนไปอาจารย์ผู้สอนจะมานั่งจำจ้จ้ใจทั้งหมดคงไม่ใช่ เพราะฉะนั้นจึงต้องหาสิ่งใหม่ เข้ามาแก้ไข ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้ หรือพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามเป้าหมายของหลักสูตร ซึ่งอาจจะช่วยให้การศึกษาและการเรียนการสอนของอาจารย์ในมหาวิทยาลัย นั้นเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิผลและเกิดประสิทธิภาพที่ดี (สุตาภัทร จันทรประเสริฐ, 2561) ดังนั้นการจัดการศึกษาที่จะให้สอดคล้อง กับสังคมในปัจจุบันให้เข้าสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ขึ้นมาด้วยตนเองเพื่อนำความรู้มาใช้สร้างนวัตกรรมที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในการคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นการจัดการศึกษาในปัจจุบัน จึงต้องเปลี่ยนกระบวนทัศน์ (Paradigm) จากที่เน้นการสอน (Teaching) เปลี่ยนมาเป็น การเรียนรู้ (Learning) ที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียนมากที่สุด (Chaijaroen, 2016)

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการศาสตร์ 4 ศาสตร์ ประกอบด้วย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม ศาสตร์ร่วมด้วยกัน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบการเรียนการสอนให้มิกิจกรรม โดยให้ผู้เรียนสามารถแก้ ปัญหา และสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ที่พบในชีวิตประจำวัน จากการประยุกต์ใช้ความรู้จากทักษะ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี มาผ่านกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม ทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้ ชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ รวมถึงการพัฒนากระบวนการผลิต นวัตกรรมใหม่ ที่มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนจะต้องมีทักษะหลักๆ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ทักษะชีวิตและการทำงาน 2) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 3) ทักษะด้านสารสนเทศ การสื่อสารและเทคโนโลยี (พินิจ เนื่องภิรมย์ และคณะ, 2559) การดำเนินชีวิตในปัจจุบัน ผู้เรียนมักประสบปัญหา หรือมีอุปสรรคที่ต้องดำเนินการแก้ไข เพื่อให้การดำเนินชีวิต หรือการทำงานเป็นไปอย่างเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ทักษะการแก้ปัญหาจึงเป็นความสามารถที่จำเป็นสำหรับ พลเมืองในศตวรรษนี้ (สุธิดา การิมี่, 2561) จัดการเรียนการสอนตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการ แก้ปัญหาโดยผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมจะช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหา (สุธิดา การิมี่, 2561)

ดังนั้นการจัดการศึกษาแบบบูรณาการ จึงเน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรม ศาสตร์ และคณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกัน หรือ STEM Education จึงเป็นรูปแบบการจัดการศึกษา ที่ตอบสนองต่อการเตรียมรุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 เพราะธรรมชาติของทั้ง 4 วิชานี้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ และความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดี และมีคุณภาพในโลกของศตวรรษที่ 21 ที่มีการ

เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ที่ตั้งอยู่บนฐานความรู้ และเต็มไปด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี อีกทั้งยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของประเทศได้ (ธนิต บุญใส และ สิริลักษณ์ หาญวัฒนานุกูล, 2563) นอกจากนี้สะเต็มศึกษาเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง (สสวท., 2557)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ โดยการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบของ STEM based learning เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และเป็นแนวทางส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถเรียนรู้ตลอดชีวิตต่อไป

คำถามการวิจัย

ข้อที่ 1 การพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เหมาะสมกับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์มีลักษณะอย่างไร

ข้อที่ 2 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์อย่างไร

ข้อที่ 3 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ STEM-based learning โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์

2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3. เพื่อทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

4. เพื่อความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

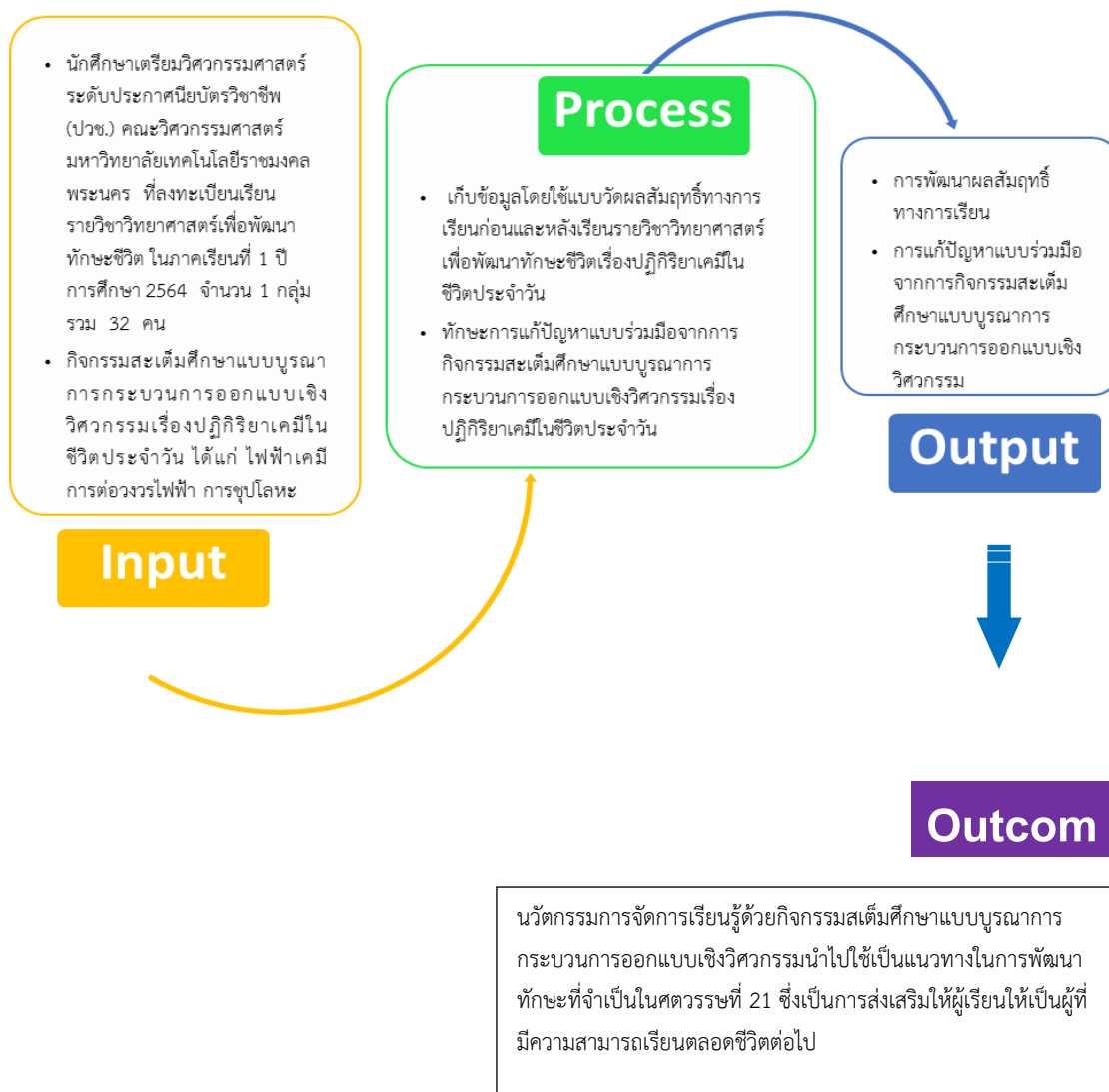
1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ STEM-based learning โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิตสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะมีทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูง
4. นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

1.4 กรอบแนวคิดของการวิจัย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative problem solving) นั้น สามารถพัฒนาได้ด้วยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สอดคล้องกับพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งเน้นที่ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการจัดประสบการณ์และกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ พร้อมทั้งให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative learning) และให้มีบรรยากาศการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม

จึงกำหนดกรอบการวิจัยด้วยการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ แบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต และทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ



ภาพที่ 1.1: กรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรในการวิจัยคือ คือนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 8 กลุ่ม รวม 201 คน

2. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือ นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 กลุ่ม รวม 32 คน การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1. กิจกรรมส่งเสริมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง ปฏิบัติเคมีในชีวิตประจำวัน จำนวน กิจกรรม 3 กิจกรรมดังนี้

1.1 ปฏิบัติไฟฟ้าเคมี (กิจกรรมการชุบโลหะ)

1.2 ปฏิบัติการเผาไหม้ (กิจกรรมการเตรียมแก๊ส)

1.3 ปฏิบัติของเบสกับน้ำมัน (กิจกรรมการทำสบู่)

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิตเรื่อง ปฏิบัติเคมีในชีวิตประจำวัน

2. ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2.1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน

2.2 การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

2.3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

3. ความพึงพอใจต่อกิจกรรมส่งเสริมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิบัติเคมีในชีวิตประจำวัน

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ แบบ STEM-based learning หมายถึง กิจกรรมส่งเสริมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิบัติเคมีในชีวิตประจำวัน

2. กิจกรรมส่งเสริมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิบัติเคมีในชีวิตประจำวัน หมายถึง กิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติเคมีในชีวิตประจำวันดังนี้

2.1 ปฏิบัติไฟฟ้าเคมี (กิจกรรมการชุบโลหะ)

2.2 ปฏิบัติของกรดกับโลหะ (กิจกรรมการเตรียมแก๊ส)

2.3 ปฏิบัติของเบสกับไขมัน (กิจกรรมการทำสบู่)

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต หน่วยงานเรียนเรื่องปฏิบัติเคมีในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ หมายถึง การแก้ปัญหาร่วมกันโดยมีเป้าหมายเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการคิดเพื่อหาทางออกประกอบด้วย (1) การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (2) การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และ (3) การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

4.1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน หมายถึง รู้และเข้าใจข้อมูลสำคัญ รวมทั้งจุดแข็งและจุดอ่อนที่สัมพันธ์กับงานที่ตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่มต้องดำเนินการสื่อสารข้อมูล ติดตาม แก้ไขและรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันตลอดการทำภารกิจ

4.2 การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา หมายถึง เข้าใจปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย มีการสื่อสารในกลุ่มระหว่างการทำงาน ร่วมกันโดยใช้การอธิบาย การตอรอง การให้เหตุผล และการโต้แย้ง ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกัน ตาม บทบาทหน้าที่ของตน

4.3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม หมายถึง เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนและเพื่อนร่วมกลุ่ม รวมทั้งเฝ้าติดตามและรักษากฎระเบียบที่มีร่วมกัน สื่อสารและถ่ายทอดข้อมูลที่สำคัญ ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นกับเพื่อนร่วมกลุ่ม

5. นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

6. วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต หมายถึง รายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต (Science for Life Skills) รหัสวิชา 20000-1301 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ มีคำอธิบายรายวิชาดังนี้ ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ หน่วยและการวัด แรงเคลื่อนที่ นาโนเทคโนโลยี โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ สารและการเปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ และระบบนิเวศ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้

- 2.1.1 ความหมายของนวัตกรรม
- 2.1.2 คุณลักษณะของนวัตกรรมการเรียนรู้
- 2.1.3 หลักการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้
- 2.1.4 การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ให้มีคุณภาพ

2.2 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

- 2.2.1 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 2.2.2 ความหมายของการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 2.2.3 ลักษณะการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
- 2.2.4 ลักษณะการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

- 2.3.1 ความหมายของสเต็มศึกษา
- 2.3.2 การบูรณาการในสเต็มศึกษา
- 2.3.3 ความคาดหวังต่อคุณลักษณะของผู้เรียน
- 2.3.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสเต็มศึกษา
- 2.3.5 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- 2.3.6 แนวทางการวัดผลประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษา
- 2.3.7 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาในระดับอุดมศึกษาและอาชีวศึกษา

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 2.4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.4.3 ทฤษฎีแนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.4.4 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5 ทักษะการแก้ปัญหา

- 2.5.1 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา
- 2.5.2 แนวทางการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
- 2.5.3 กิจกรรมการเรียนการสอนกับทักษะการแก้ปัญหา
- 2.5.4 การประเมินทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา
- 2.5.5 การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
- 2.5.6 องค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ
- 2.5.7 ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้

2.1.1 ความหมายของนวัตกรรมการเรียนรู้

นวัตกรรมเป็นการนำวิธีการใหม่ ๆ มาปฏิบัติหลังจากได้ผ่านการทดลองหรือได้รับการพัฒนา มาเป็นขั้น ๆ แล้ว โดยมีขั้นตอนตามลำดับ คือ การคิดค้น การพัฒนา และนำไปปฏิบัติจริง ซึ่งมีความแตกต่างจากการ ปฏิบัติเดิมที่เคยปฏิบัติมา (Thomas Hughes) สำนักนวัตกรรมแห่งชาติ แบ่ง นวัตกรรมออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) ที่ประกอบไปด้วย นวัตกรรมของผลิตภัณฑ์ ที่จับต้องได้ กับผลิตภัณฑ์ที่จับต้องไม่ได้ 2. นวัตกรรมกระบวนการ (Process Innovation) ที่ประกอบไปด้วยนวัตกรรมกระบวนการทาง เทคโนโลยี และนวัตกรรมกระบวนการทาง องค์กร นวัตกรรมจึงเป็นวิธีการหรือกระบวนการนำไปปฏิบัติเพื่อให้เกิดสิ่งใหม่ๆที่มีประโยชน์ต่อตนเอง สังคม และประเทศชาติโดยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง

2.1.2 คุณลักษณะของนวัตกรรมการเรียนรู้

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2553) กล่าวว่า นวัตกรรมทางการศึกษาคควรมีคุณลักษณะดังนี้

1. เป็นสิ่งใหม่เกี่ยวกับการศึกษา เช่น วิธีการสอนใหม่ สื่อการสอนใหม่
2. เป็นสิ่งใหม่เพียงบางส่วน เช่น มีการผลิตชุดการสอนรูปแบบใหม่ แต่ยังคงมีรูปแบบเดิมเป็นหลักอยู่ ตัวอย่างเช่น มีบัตรเนื้อหา บัตรความรู้ บัตรทดสอบ ซึ่งมีการเพิ่มบัตรฝึกทักษะความคิด บัตรงานสำหรับผู้เรียน
3. เป็นสิ่งใหม่ที่ยังอยู่ในกระบวนการทดลองว่ามีประสิทธิภาพในการนำไปใช้มากน้อยเพียงไร เช่น การนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงบูรณาการเข้าไปในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
4. เป็นสิ่งใหม่ที่ได้รับการยอมรับและนำไปใช้บ้างแล้วแต่ยังไม่แพร่หลาย เช่น แหล่งการเรียนรู้ท้องถิ่น
5. เป็นสิ่งที่เคยปฏิบัติมาแล้วครั้งหนึ่งแต่ไม่ค่อยได้ผลเนื่องจากขาดปัจจัย สนับสนุนต่อมาได้นำมาปรับปรุงใหม่ทดลองใช้และเผยแพร่จัดว่าเป็นนวัตกรรมได้

2.1.3 หลักการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้

ทศนา แคมมณี (2548) ให้หลักการพัฒนานวัตกรรมการศึกษาดังนี้

1 การระบุปัญหา (Problem) ความคิดในการพัฒนานวัตกรรมนั้น ส่วนใหญ่เริ่มจากการมองเห็นปัญหา และต้องการแก้ไขปัญหานั้นให้ประสบความสำเร็จอย่างมีคุณภาพ

2 การกำหนดจุดมุ่งหมาย (Objective) เมื่อกำหนดปัญหาแล้วก็กำหนดจุดมุ่งหมายเพื่อจัดทำหรือพัฒนานวัตกรรมให้มีคุณสมบัติ หรือลักษณะตรงตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

3 การศึกษาข้อจำกัดต่างๆ (Constraints) ผู้พัฒนานวัตกรรมทางด้านการเรียนการสอนต้องศึกษาข้อมูลของปัญหาและข้อจำกัดที่จะใช้นวัตกรรมนั้น เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ได้จริง

4 การประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรม (Innovation) ผู้จัดทำหรือพัฒนานวัตกรรมจะต้องมีความรู้ ประสบการณ์ ความริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งอาจนำของเก่ามาปรับปรุง ดัดแปลง เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรืออาจคิดค้นขึ้นมาใหม่ทั้งหมด นวัตกรรมทางการศึกษามีรูปแบบแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะปัญหาหรือวัตถุประสงค์ของนวัตกรรมนั้น เช่นอาจมีลักษณะเป็นแนวคิด หลักการ แนวทาง ระบบ รูปแบบ วิธีการ กระบวนการ เทคนิค หรือสิ่งประดิษฐ์และเทคโนโลยี เป็นต้น

5 การทดลองใช้ (Experimentation) เมื่อคิดค้นหรือประดิษฐ์นวัตกรรมทางการศึกษาแล้วต้องทดลองนวัตกรรม ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อเป็นการประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขผลการทดลองจะทำให้ได้ข้อมูลนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนานวัตกรรมต่อไป ถ้าหากมีการทดลองใช้นวัตกรรมหลายครั้งก็ย่อมมีความมั่นใจในประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้น

6 การเผยแพร่ (Dissemination) เมื่อมั่นใจนวัตกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพแล้วก็สามารถนำไปเผยแพร่ให้เป็นที่รู้จัก

2.1.4 การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ให้มีคุณภาพ

1. การสร้างกรอบแนวคิดในการพัฒนา

1.1 ศึกษาหลักสูตร เนื้อหาและเนื้อเรื่อง ที่จะสอน โดยให้พิจารณาถึง ความจำเป็น สภาพความต้องการและความสำคัญ ที่ผู้สอนควรกำหนดขอบเขตการนำเสนอเนื้อหาด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้ เป็นหัวข้อหลักและหัวข้อรองตามลำดับ

1.2 ศึกษาจุดเด่นและจุดด้อยของเนื้อหาวิชา เพื่อให้ทราบสภาพพื้นฐานเบื้องต้นด้านโครงสร้างสาระสำคัญและรายละเอียดที่ต้องดำเนินการปรับปรุงหรือพัฒนาการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

1.3 ศึกษาสภาพปัญหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และระดับความต้องการในขณะนั้น เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาและช่วยให้นักเรียนที่พัฒนาขึ้น มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับปัญหาหรือความต้องการที่เกิดขึ้น

1.4 กำหนดแนวทางการพัฒนา และการประเมินคุณภาพ นวัตกรรมการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้นว่า ต้องการนำไปให้ผู้สอนหรือผู้เรียนใช้ และหลังจากใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ตามกระบวนการที่กำหนดไว้แล้ว ผู้เรียนจะบรรลุเป้าหมายได้อย่างไร และจะทราบได้อย่างไรว่านวัตกรรมนั้นประสบความสำเร็จในการนำไปใช้งานนั้น ๆ

2. การวิเคราะห์หลักสูตร

2.1 วิเคราะห์โครงสร้างของเนื้อหา เพื่อศึกษาถึงองค์ประกอบของเนื้อหา ว่ามีลักษณะโครงสร้างตามหลักสูตรที่กำหนดไว้ ควรประกอบด้วยสาระที่เป็นแกนหลักและรายละเอียดใดบ้างที่ทำให้เนื้อหาสาระที่กำหนดขึ้นสามารถนำไปพัฒนานวัตกรรมได้อย่างเหมาะสม มีความสมบูรณ์ ทันสมัย และตรงตามวัตถุประสงค์

2.2 วิเคราะห์ความยาวนานของเวลาที่ใช้ เพื่อแบ่งเนื้อหาสาระและจัดลำดับ การนำเสนอ นวัตกรรมให้เหมาะสมกับความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละกลุ่มแต่ละวัย

2.3 วิเคราะห์ผู้เรียน เพื่อพิจารณาคูณลักษณะผู้เรียนในด้านต่าง ๆ เช่นวัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม ประสบการณ์เดิม ลักษณะทางกายภาพ สติปัญญา อารมณ์ ความต้องการ เจตคติ เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นส่วนหนึ่งของพัฒนาการด้านร่างกาย สติปัญญา สังคมและอารมณ์ของผู้เรียน เนื่องจากลักษณะของผู้เรียนจะมีผลโดยตรงต่อการพิจารณาเลือกพัฒนานวัตกรรมตลอดจนวิธีการนำเสนอให้สอดคล้องและเหมาะสมกับการเรียนรู้

3. การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้

ให้พิจารณาจากวิธีการกำหนดให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม ที่แสดงถึงการเรียนรู้และระดับของพฤติกรรมที่ต้องการ ด้วยการจัดลำดับเนื้อหา กำหนดเวลาการนำเสนอและกิจกรรม เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดพฤติกรรมและคุณลักษณะที่ต้องการให้แก่ผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งประเภทการเรียนรู้และระดับการเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ได้ ดังนี้

3.1 พุทธิพิสัย (Cognitive) เป็นการรับข้อมูลและเนื้อหาความรู้จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งง่าย อันเป็นการพัฒนาด้านสติปัญญาของมนุษย์ ซึ่งมี 6 ระดับ ได้แก่ 1) รู้และจำได้ 2) เข้าใจเรื่องราว 3) นำไปใช้ได้ 4) วิเคราะห์ได้ 5) ประเมินคุณค่าได้ และ 6) สร้างสรรค์

3.2 ทักษะพิสัย (Psycho-motor) เป็นการเรียนรู้ที่แสดงออกในด้านทักษะและความสามารถทางด้านการบังคับกล้ามเนื้อของร่างกายในการปฏิบัติงานต่าง ๆ มี 7 ระดับ ได้แก่ 1) รับรู้การกระทำ

2) เตรียมความพร้อม 3) ตอบสนองตามสภาพ 4) ปรับกลไกการตอบสนอง 5) ตอบสนองโดยอัตโนมัติ 6) ดัดแปลงกระบวนการตอบสนอง และ 7) ปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

3.3 จิตพิสัย (Affective) เป็นการเรียนรู้ที่แสดงออกด้านทัศนคติ ความรู้สึก เพื่อพัฒนาพฤติกรรมหรือบุคลิกลักษณะของแต่ละบุคคล มี 5 ระดับ ได้แก่ 1) ตั้งใจรับรู้ 2) ยอมรับและเชื่อถือ 3) เห็นคุณค่า 4) จัดระบบคุณค่าได้ 5) สร้างลักษณะนิสัย

4. การกำหนดคุณลักษณะนวัตกรรมการเรียนรู้

4.1 คุณลักษณะของนวัตกรรมการเรียนรู้ด้านประเภทการใช้งาน จัดอยู่ในประเภทใด เช่น นวัตกรรมประเภทเครื่องฉาย นวัตกรรมประเภทไม่ใช่เครื่องฉาย นวัตกรรมประเภทเครื่องเสียง เป็นต้น

4.2 คุณลักษณะของนวัตกรรมการเรียนรู้ด้านลำดับขั้นการเรียนรู้ ควรใช้นวัตกรรมในลำดับใดตามลำดับขั้นการเรียนรู้แบบกรวยประสบการณ์ ซึ่งมีการเรียงลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์เรียนรู้จากมากไปหาน้อยตามลำดับ ได้แก่ 1) ประสบการณ์ตรง 2) ประสบการณ์รอง 3) ประสบการณ์จากการแสดง 4) การสาธิต 5) การศึกษาออกสถานที่ 6) นิทรรศการ 7) โทรทัศน์ 8) ภาพยนตร์ 9) การบันทึกเสียง 10) วิทยู 11) ภาพนิ่ง 12) ทัศนศึกษา 13) วจนศึกษา

4.3 คุณลักษณะของนวัตกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากนวัตกรรมมีประสิทธิภาพในการถ่ายทอดประสบการณ์และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ได้ในระดับที่แตกต่างกัน ดังนั้นจะต้องพิจารณาคัดเลือกนวัตกรรมให้สอดคล้องกับประเภทของลักษณะข้อมูลและประสิทธิภาพการรับรู้ของผู้เรียน

5. การสำรวจทรัพยากรการพัฒนานวัตกรรม

5.1 สำรวจบุคลากร ควรสำรวจบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ ผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องที่เกี่ยวข้อง อาจได้แก่ 1) นักเทคโนโลยีการศึกษาด้านการพัฒนา การทดสอบ และทดลองใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ 2) นักวิชาการ ด้านหลักสูตรและเนื้อหา 3) นักจิตวิทยาการศึกษา ด้านพฤติกรรมและพัฒนการเรียนรู้ 4) ผู้สอน ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน 5) นักวัดและประเมินผล ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

5.2 สำรวจเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ ให้สำรวจก่อนดำเนินงานเพื่อเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับการนำเครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์มาใช้เพราะกระบวนการพัฒนาจำเป็นต้องใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์มาใช้ในการดำเนินการตามขั้นตอนต่อไป รวมทั้งจะได้คำนวณถึงปริมาณหรืองบประมาณในการดำเนินการ

5.3 สำรวจงบประมาณ ให้ทำการสำรวจงบประมาณเพื่อดำเนินการ ซึ่งอาจโดยการเขียนโครงการขอรับการสนับสนุนจากโรงเรียนหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือผู้มีเมตตาจิตที่จะให้การอนุเคราะห์

5.4 สํารวจสถานที่ให้ทำการสำรวจสถานที่ที่จะนํานวัตกรรมไปทดลองใช้ว่ามีความเหมาะสมเพียงใด รวมทั้งสภาพแวดล้อมข้างเคียงด้วย

6. การออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้

การออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ดี ต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและส่งผลกระทบต่อคุณภาพของนวัตกรรมการเรียนรู้พัฒนาขึ้น ให้พิจารณาโดยยึดหลักการดังนี้

6.1 หลักการและทฤษฎีทางจิตวิทยาการศึกษา ควรคำนึงถึงหลักการและทฤษฎีทางจิตวิทยาการศึกษา ดังนี้

1) การเสริมแรง นวัตกรรมการเรียนรู้ต้องมีอิทธิพลต่อการจูงใจผู้เรียนให้มากที่สุดหรือมากกว่าที่เคยใช้มา

2) การให้ความรู้เฉพาะเรื่อง นวัตกรรมการเรียนรู้ต้องเป็นสิ่งที่มียุทธศาสตร์การเรียนรู้เนื้อหาสาระให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้มากที่สุด

3) ความสัมพันธ์เนื้อหาและแรงจูงใจทั้งภายในและภายนอกของนวัตกรรมที่ดีมีคุณค่าและมีความหมายต่อผู้เรียนต้องสัมพันธ์กันในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้

4) พื้นฐานของการรับรู้ ความประณีต ความละเอียด ความสัมพันธ์กันและความชัดเจนของเนื้อหาพื้นฐานของการรับรู้ย่อม มีอิทธิพลต่อการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้อย่างยิ่ง

5) การใช้องค์ประกอบ ความคุ้นเคยของผู้เรียนและการใช้เทคนิคการนำเสนอของผู้สอนต้องสอดคล้องกับทัศนคติของผู้เรียน เป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนานวัตกรรม

6) ความเป็นรูปธรรม นวัตกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อผู้เรียน สามารถสัมผัสได้ว่าเป็นรูปธรรมเป็นสิ่งที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นอย่างยิ่ง

7) อัตราส่วนของเนื้อหาสาระ ในขณะที่นํานวัตกรรมไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องกำหนดปริมาณเนื้อหาและจัดลำดับการนำเสนอให้มีอิทธิพลและส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้มากที่สุด

8) การจัดตัวแปรทางการสอน นวัตกรรมการเรียนรู้ต้องสามารถจัดสภาพขององค์ประกอบต่าง ๆ ให้สามารถเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนเฉพาะจุดมุ่งหมายที่ต้องการได้มากที่สุด

9) ความเป็นผู้นำทางการสอน นวัตกรรมการเรียนรู้ต้องช่วยให้สามารถประยุกต์ใช้เทคนิควิธี หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้มาหลอมรวมกับประสบการณ์เดิม เพื่อใช้กิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์และสภาพของผู้เรียน

6.2 หลักการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ ให้คำนึงถึงพื้นฐานขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่บรรจุไว้ในนวัตกรรม ต้องมุ่งเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ การสังเกต การจดจำ มีความคิดสร้างสรรค์และกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรม โดยเฉพาะองค์ประกอบภายในนวัตกรรม ได้แก่ ความกลมกลืน

สัดส่วน ความสมดุล จังหวะ การเน้น ความเป็นเอกภาพและความแตกต่างหรือการตัดกันที่แสดงออก ด้วยการ ใช้ เส้น สี แสงและเงา

6.3 หลักการสื่อสาร สิ่งที่เราควรคำนึงในการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ คือ การถ่ายทอดข้อมูล อันเป็นความรู้และประสบการณ์จากผู้สอนไปยังผู้เรียน ด้วยการให้ความสำคัญกับองค์ประกอบของการสื่อสาร ได้แก่ ผู้ส่งสารหรือแหล่งของสาร เนื้อหาเรื่องราวของนวัตกรรมหรือช่องทางการนำข่าวสาร ไปถึงผู้รับหรือกลุ่มเป้าหมาย ผลที่เกิดขึ้นและปฏิกิริยาตอบสนอง ผู้เรียนที่สัมผัสได้ นอกจากนี้ยังต้อง พิจารณารูปแบบของการสื่อสารด้วยว่าเป็นการสื่อสารทางเดียวหรือการสื่อสารสองทางด้วย

6.4 หลักการเรียนรู้ ให้พิจารณาว่านวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น ควรตอบสนองต่อการเรียนรู้ใน ลักษณะใดบ้าง เช่น โดยการวางเงื่อนไข ด้านภาษา ด้านทักษะ การสัมผัส การแก้ปัญหา กระบวนการ ทางสังคม การสังเกต ความผิดพลาด การคัดค้านหรือโต้แย้ง เป็นต้น

7. การวางแผนและดำเนินการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้

7.1 กำหนดขั้นตอนการดำเนินงาน ต้องกำหนดขั้นการปฏิบัติเป้าหมายจำนวนทรัพยากรและ ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนไว้

7.2 การดำเนินงานตามแผน ให้นำเอาทรัพยากรต่าง ๆ ที่กำหนดไว้มาดำเนินการพัฒนาตาม แผนที่วางไว้อย่างเป็นระบบ ซึ่งอาจเป็นคู่มือหรือแบบประเมินผล หรือปฏิทินการดำเนินงานการพัฒ นาวัตกรรมการเรียนรู้ เป็นต้น

8. การตรวจสอบ ทดลองและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้

8.1 การตรวจสอบเบื้องต้น เป็นการตรวจสอบคุณภาพและความสอดคล้องกับการนำ นวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานจริง โดยกลุ่มผู้พัฒนาและผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นการตรวจสอบที่ เหมาะสมกับการวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ที่มีระยะเวลาแก้ไข้ปัญหาในช่วงสั้น ๆ

8.2 การทดลองและพัฒนา (Try - out) เป็นการตรวจสอบคุณภาพโดยนำไปใช้กับสถานการณ์ ที่แตกต่างกัน เพื่อปรับปรุงแก้ไข้ความบกพร่องที่ค้นพบจากการทดลอง ในขั้นนี้ี้จะมีความเหมาะสมกับ การวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้

ซึ่งการทดลองที่ได้มาตรฐานมี 3 ลำดับชั้น ดังนี้

1) ชั้นการทดลองแบบ 1 : 1 โดยการสังเกตพฤติกรรมของผู้สอนและผู้เรียนในขณะที่ใช้ นวัตกรรมการเรียนรู้โดยละเอียด หากพบว่ามีส่วนใดขาดตกบกพร่องจะต้องดำเนินการแก้ไข้ให้ดียิ่งขึ้น

2) ชั้นการทดลองกลุ่มเล็ก (5-10 คน) โดยการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีความสามารถ ทางการเรียนรู้แตกต่างกัน ทั้งที่เรียนอ่อน ปานกลางและเก่ง หากพบข้อผิดพลาดหรือบกพร่องก็ทำการ แก้ไขอีกครั้ง อันเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของนวัตกรรมการเรียนรู้

3) ชั้นทดลองกลุ่มใหญ่ (30 คนขึ้นไป) เป็นการตรวจสอบคุณภาพจากการใช้งานในสถานการณ์ที่จำลองขึ้นเช่นเดียวกับกลุ่มเล็ก ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มผู้เรียนอ่อน ปานกลางและเก่งเช่นเดียวกันและหากพบข้อบกพร่องก็ให้ทำการแก้ไขให้ดียิ่ง ๆ ขึ้น

8.3 การทดสอบประสิทธิภาพในสถานการณ์จริง หลังจากทดลองและปรับปรุงคุณภาพจนแน่ใจว่านวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอย่างแท้จริงแล้ว ทดสอบประสิทธิภาพเพื่อยืนยันว่านวัตกรรมนั้น ๆ เป็นนวัตกรรมที่มีมาตรฐานเชื่อถือได้อีกครั้งหนึ่ง

9. การสรุปและประเมินผล ซึ่งควรมีหลักการพิจารณา 4 ประการ ดังนี้

9.1 มีประสิทธิภาพ (Efficiency) หลังใช้นวัตกรรมการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ตรงตามเป้าหมายที่หลักสูตรกำหนดไว้อย่างชัดเจน

9.2 มีประสิทธิผล (Productivity) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เรียนจำนวนมากหรือทุกคนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

9.3 มีความประหยัด (Economy) นวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเมื่อนำมาใช้สอนแล้วมีความคุ้มค่ากับการลงทุน ทั้งด้านทุนทรัพย์ แรงงานและระยะเวลาที่สูญหายไป มีความคงทนถาวรไม่ชำรุดเสียหายง่าย ๆ

9.4 มีคุณลักษณะที่ดี (Goodness) นวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นต้องตรงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาใช้ง่าย สะดวกปลอดภัย ไม่สิ้นเปลืองประหยัดคุ้มค่า สามารถแก้ปัญหาข้อบกพร่องของเนื้อหาวิชาและสถานการณ์การเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

(สุวิสาข์ เหล่าเกิด เอกสารการเรียนรู้รายวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา เรื่องการพัฒนาวิธีการหรือนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม)

2.2 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2.2.1 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นแนวคิดที่รู้จักกันแพร่หลายในปัจจุบัน และมีผู้นำมาประยุกต์ใช้ใน การศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้อันหลากหลาย เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ซึ่งมีรากฐานแนวคิดมาจาก Jean Piaget (1963) นักจิตวิทยาพัฒนาการชาวสวิส Lev Vygotsky (1925) และนักจิตวิทยาของกลุ่มพุทธิปัญญานิยม นอกจากนี้ยังมีบุคคลสำคัญ ในการพัฒนาทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ได้แก่ John Dewey (1933), Jerome Bruner (1964) มีแก่นของทฤษฎีนี้ ก็คือ เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองและอย่างมีความหมายจากประสบการณ์ และจากการศึกษาได้ทราบเกี่ยวกับ แนวคิดพื้นฐานว่าแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivist) มีนักจิตวิทยาที่เป็นผู้นำเสนอ แนวคิดนี้คือ เพียเจต์ (Piaget, 1963) มีแนวคิดที่ว่า มนุษย์เราต้องสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านประสบการณ์ซึ่งประสบการณ์ จะกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้าง โครงสร้างทางปัญญา หรือที่เรียกว่า สคีมา (Schemas) ซึ่งสามารถเกิดการเปลี่ยนแปลง ขยาย เพิ่มเติม และมีความซับซ้อนมากขึ้นได้เมื่อผ่านกระบวนการ ดังนี้

1.1 การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างทางปัญญา (Assimilation) เป็นการตีความ หรือรับรู้ข้อมูลจาก สิ่งแวดล้อมมาปรับเข้ากับโครงสร้างทางปัญญา

1.2 การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นความสามารถในการปรับโครงสร้างทาง ปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมและสิ่งที่ต้องเรียนใหม่

2. กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivist) มีนักจิตวิทยาของกลุ่มพุทธิปัญญา ที่เป็นผู้นำเสนอแนวคิดนี้คือ วีกอทสกี (Vygotsky, 1925) มีแนวคิดสำคัญที่ว่า “ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้าน พุทธิปัญญา” รวมทั้งแนวคิดเกี่ยวกับศักยภาพในการพัฒนา ด้านพุทธิปัญญาที่อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนา (Zone of Proximal Development) ถ้าผู้เรียนอยู่ต่ำกว่าช่วงของการพัฒนา จำเป็นต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ ที่เรียกว่า ฐานความช่วยเหลือ (Scaffolding) โดยเชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านทางปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ได้แก่ เด็กกับผู้ใหญ่ พ่อแม่ครูและเพื่อน เชื่อว่าสังคมและวัฒนธรรมจะเป็นเครื่องมือทางปัญญาที่จำเป็นสำหรับการพัฒนา รูปแบบและคุณภาพของปัญญา

หลักการสำคัญ 3 ประการ คือ

2.1 ควรพัฒนาการเรียนรู้และพัฒนาด้านสังคมให้กับผู้เรียน โดยให้มีการทำกิจกรรมการร่วมมือ (Collaborative Activity)

2.2 การรู้พื้นฐานของเด็กเกี่ยวกับโซนพัฒนาการ (Zone of Proximal development) โดยผู้เรียน จะมีโซนพัฒนาการแตกต่างกัน สำหรับผู้เรียนที่มีโซนพัฒนาการ จะสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้โดยไม่ต้องได้รับการช่วยเหลือ แต่สำหรับผู้เรียนที่อยู่ต่ำกว่าโซนพัฒนาการ จะไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้และต้องได้รับการช่วยเหลือ ที่เรียกว่า ฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding)

2.3 การจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนควรจัดสภาพบริบทให้สอดคล้องกับสภาพหรือประสบการณ์ชีวิตจริง (Real World) ประสบการณ์นอกโรงเรียน ควรจะมีการเชื่อมโยงนำมาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียนของผู้เรียน

2.2.2 ความหมายของการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

จากการศึกษางานวิจัยของนักวิจัยหลายท่าน สามารถสรุปความหมายของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ได้ว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่าน กระบวนการลงมือปฏิบัติกระบวนการกลุ่ม การแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น ทำให้เกิดการค้นพบกับความรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่ๆ ที่แตกต่างไปจากเดิม จากนั้นก็จะเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกันจนได้ความรู้หรือข้อมูลใหม่ที่ตนเองเข้าใจ สามารถจดจำได้ยาวนาน และเป็นความรู้ที่คงทน

2.2.3 ลักษณะการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

การนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ในการเรียนการสอน สามารถทำได้ ดังนี้

1) ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ ด้วยตนเอง

2) การสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการ แปรและสร้างความหมายที่หลากหลาย

3) ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดการกระทำกับข้อมูลหรือ ประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริงโดยจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์สิ่งของ หรือ ข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนโดยผู้เรียนสามารถจัดการกระทำ ศึกษา สืบค้น วิเคราะห์ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จนเกิดเป็นความรู้ ความ เข้าใจขึ้น

4) การจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคม จริยธรรม โดยการสร้างปฏิสัมพันธ์ ทางสังคม การร่วมมือและการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดและ ประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและบุคคลอื่นๆ จะช่วย ให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ซ้ำซ้อน ขึ้น และหลากหลายขึ้น

5) ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ ตัวเองต้องการเรียนเอง ตั้ง กฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือ มีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6) ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และ ควบคุมการเรียนรู้เปลี่ยนไป เป็นการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้าง แรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนิน กิจกรรมให้เป็นไปตามในการที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษา แนะนำทั้งทางด้านวิชาการ และสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

7) การประเมินผลการเรียนการสอน ต้องมีการประเมินตามจุดมุ่งหมาย ในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปใน แต่ละ บุคคล และการประเมินควรใช้วิธีการหลากหลาย เช่น การประเมิน จากเพื่อน แฟ้มผลงาน (Portfolio) หรือการประเมินตนเอง เป็นต้น นอกจากนั้นการวัดผลจำเป็นต้อง อาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอาศัย บริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย โดยวัดตามสภาพจริง และกิจกรรม จริงที่นักเรียนปฏิบัติ

2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

2.3.1 ความหมายของสเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการของ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึงองค์ความรู้ วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริงที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่างๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน คำว่า STEM ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Science Foundation: NSF) ซึ่งใช้คำนี้เพื่ออ้างถึงโครงการหรือโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาไม่ได้ให้นิยามที่ชัดเจนของคำว่า STEM มีผลให้มีการใช้และให้ความหมายของคำนี้แตกต่างกันไป (Hanover Research, 2011, p.5) เช่น มีการใช้คำว่า STEM ในการอ้างอิงถึงกลุ่มอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (ที่มา : http://www.stemedthailand.org/?page_id=23)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ว่าสะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มมีลักษณะ 5 ประการได้แก่

- (1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ
- (2) สร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ
- (3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21
- (4) ทำทลายความคิดของนักเรียน
- (5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา

จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน ที่มา : http://physics.ipst.ac.th/?page_id=2481

2.3.2 การบูรณาการในสะเต็มศึกษา

ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา (disciplinary), การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (multidisciplinary integration), การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (interdisciplinary integration) และ การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (transdisciplinary integration)

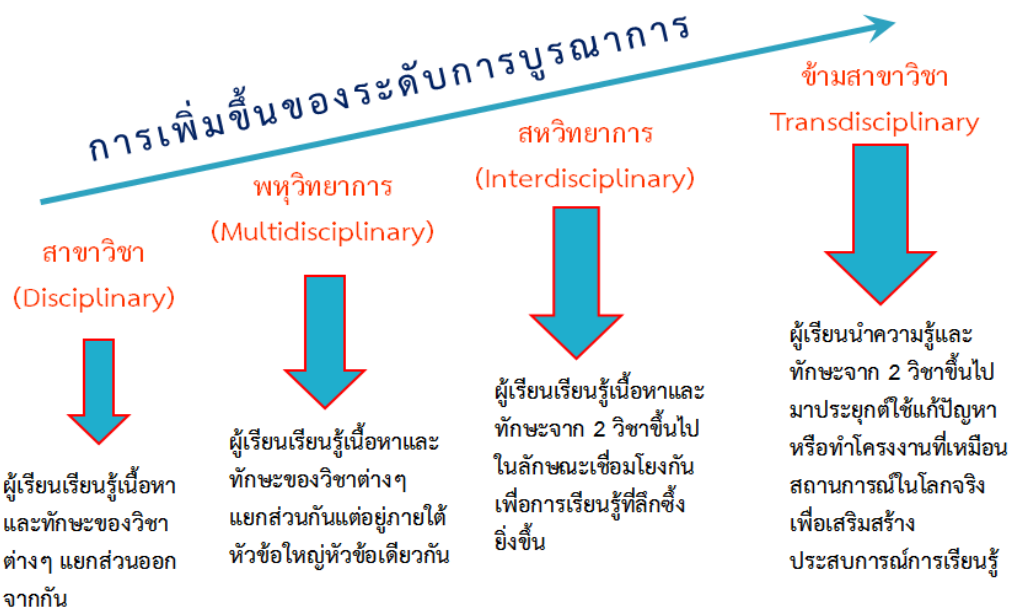
1. การบูรณาการภายในวิชา คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก (theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกัน และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้นๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่างๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาด้วยกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนที่ช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครูอาจกำหนดกรอบหรือ theme ของปัญหากว้างๆ ให้นักเรียนและให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหาเอง ทั้งนี้ ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัยกับการเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ (1) ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ (2) ตัวชี้วัดในวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และ (3) ความรู้เดิมของ

นักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบ problem/ project-based learning เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (instructional strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางบูรณาการแบบนี้



ภาพที่ 2.1: ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษา
ที่มา: http://physics.ipst.ac.th/?page_id=2481

2.3.3 ความคาดหวังต่อคุณลักษณะของผู้เรียน

กิจกรรมสะเต็มศึกษาส่งเสริมให้เกิดผู้เรียนมีคุณลักษณะดังนี้ (สุทธิดา จำรัส, 2560)

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถกำหนดคำถามและปัญหา ออกแบบการค้นคว้า เพื่อรวบรวมข้อมูล จัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และสามารถประยุกต์ไปสู่สถานการณ์ใหม่ๆ ได้
2. ความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม สามารถคิดสร้างสรรค์โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการประยุกต์ไปสู่การออกแบบด้วยกระบวนการเชิงวิศวกรรม
3. ความสามารถในการประดิษฐ์ ทราบความต้องการของสังคม และออกแบบสิ่งประดิษฐ์ อย่างสร้างสรรค์ทำการทดสอบ ปรับปรุง และนำไปใช้แก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการเชิงวิศวกรรมได้
4. ความเชื่อมั่นในตนเอง สามารถสร้างแรงจูงใจในการพัฒนาแนวคิด และมีความเชื่อมั่นใน ตนเองต่อการทำงานในกรอบเวลาที่กำหนดได้

5. การคิดอย่างมีเหตุผล สามารถประยุกต์ใช้เหตุผลและตรรกะ ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรม ในการออกแบบนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ได้

6. ความรู้ทางเทคโนโลยี เข้าใจและอธิบายธรรมชาติของเทคโนโลยี พัฒนาทักษะที่จำเป็นและสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม

2.3.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนแนวคิด การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น (กมลฉัตร กล่อมอิม และคณะ, 2557; 129-139) กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ได้แก่

1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และนักเรียนแต่ละคนสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันรวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทางของผู้สอน

2) ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่และนักเรียนแต่ละคน มีความรู้และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน

3) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การมีประสบการณ์ตรง และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันของผู้เรียนมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่

4) ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถ กระตุ้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือนักเรียนในทุกๆ ด้าน

2. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียนจุดเน้นของการเรียนแบบมีส่วนร่วม คือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมทางด้านจิตใจ การได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะชีวิตต่างๆ การแสวงหาความรู้ การคิด การจัดการความรู้ การแสดงออก การสร้างความรู้ใหม่ และการทำงาน (จิราณี เมืองจันทร์, 2557: 3) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ได้แก่

1) นักเรียนแต่ละคน มีส่วนร่วมทำให้เกิดการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม อาศัยหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะการแสวงหาออก ทักษะการสร้างความรู้ใหม่ และทักษะการทำงานกลุ่ม

2) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจเลือกบทเรียนที่ต้องการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มหรือศึกษาด้วยตนเอง นักเรียนจะร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอนฝึกปฏิบัติการวางแผนการทำงานกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันและทำรายงานผลการเรียนรู้

3) นักเรียนได้รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติ ทำกิจกรรมกลุ่ม ฝึกฝนทักษะการเรียนรู้ทักษะการบริหาร การจัดการ การเป็นผู้นำ ผู้ตามและที่สำคัญเป็นการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน

4) ครูมีบทบาทกระตุ้นให้นักเรียนได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง ผู้สอนอาจใช้ใบชี้แจง กำหนดกิจกรรม ของนักเรียน ในการนำเสนอประสบการณ์ ในกรณีที่นักเรียนไม่มีประสบการณ์ในเรื่องที่จะสอนหรือน้อย ผู้สอนอาจจะยกกรณีตัวอย่าง หรือสถานการณ์ก็ได้

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) บรูเนอร์ เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery learning) (วารุณี หนองห้าง, 2553: 35) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) ได้แก่

- 1) ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดี มีความหมายต่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี
- 2) ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน
- 3) ผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอด เนื้อหาสาระ วิธีการสอนและกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี
- 4) ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มาก เพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน
- 5) ผู้สอนสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่ผู้เรียน
- 6) ผู้สอนควรสอนความคิดรวบยอดให้แก่ผู้เรียน

4. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful verbal Learning) เน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจและความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เรียนรวมหรือเชื่อมโยง (Subsume) สิ่งที่เรียนใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นความคิดรวบยอด (Concept) หรือความรู้ที่ได้รับใหม่ ในโครงสร้างสติปัญญาที่ความรู้เดิมที่อยู่ในสมองของผู้เรียนอยู่แล้ว (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557: 92) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful verbal Learning) ได้แก่

- 1) ผู้สอนควรมีการแนะนำบทเรียนก่อนการเรียนการสอน และก่อนที่จะสอนสิ่งใดใหม่ มีการสำรวจความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำความเข้าใจเรื่องที่จะเรียนใหม่หรือไม่ ถ้ายังไม่มีต้องจัดให้ก่อนสอนเรื่องใหม่
- 2) ผู้สอนควรสอนโดยไม่เน้นการท่องจำ แต่สอนให้เกิดการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน
- 3) ผู้สอนควรใช้ Advance organizer เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างมีความหมายจากการสอนหรือการบรรยายของผู้สอน

4) ผู้สอนควรช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยการจัดเรียงข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้เรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่

5) ผู้สอนควรนำเสนอกรอบหลักการกว้างๆ ก่อนที่จะให้เรียนรู้ในเรื่องใหม่

5. ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและแนวความคิดตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน (ทวิป แซ่ฉิน, 2556: 11) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) ได้แก่

1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสนใจ จะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการคิดทำและการเรียนรู้ต่อไป

2) เป็นการจัดสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันอันจะเป็นประโยชน์ต่อการสร้างองค์ความรู้ เช่น ความถนัด ความสามารถและประสบการณ์แตกต่างกัน ซึ่งจะเอื้อให้มีการช่วยเหลือกันและกัน การสร้างสรรค์ผลงานและความรู้ รวมทั้งพัฒนาทักษะทางสังคมด้วย

3) เป็นบรรยากาศที่มีความเป็นมิตร เป็นกันเองที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัย จะเอื้อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข

2.3.5 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา เรียกว่า Science and Engineering Practices (National Research Council [NRC, 2012) การออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการสร้างสรรค์ที่เกิดจากการระบุปัญหา และคิดหาทางแก้ปัญหาอาจออกมาในลักษณะของผลิตภัณฑ์ โครงสร้าง วิธีการ ขึ้นอยู่กับปัญหา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สสวท., 2559) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา โดยผู้เรียนร่วมกัน อภิปรายถึงปัญหาที่ควรได้รับการหาคำตอบ และการกำหนดสาเหตุแห่งปัญหา ทั้งสาเหตุย่อย ๆ และสาเหตุหลัก โดยการระดมความคิด และค้นคว้า ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็น การรวบรวมข้อมูลและเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา การรวบรวมข้อมูลทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง

การสร้างและศึกษาแบบจำลอง ศึกษาจากเอกสาร สืบค้นออนไลน์ สอบถามผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ และ ประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทั้งการลงมือปฏิบัติและการคิด การออกแบบการทดลอง หรือ แบบจำลอง

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิด ที่เกี่ยวข้อง โดยผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปวาด ตาราง แผนผัง เพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งกับ สมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือเกี่ยวกับปัญหาที่กำหนดไว้ โดยมีการอ้างอิงความรู้ให้เหตุผลประกอบการลง ข้อสรุปเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เพื่อวางแผนการ ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตาม สถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนด ลำดับ ขั้นตอนของการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนออกแบบแนวทางแก้ปัญหา เครื่องต้นแบบ หรือแบบจำลอง เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการ เพื่อแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบ และประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือ ประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหา เพื่อการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้ อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการ นำเสนอ แนวคิด กระบวนการแก้ปัญหา และผลลัพธ์ของการสร้างชิ้นงาน หรือผลการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่น รับรู้ เข้าใจ และรับฟังข้อเสนอแนะเพื่อนำไปพัฒนาต่อไป

2.3.6 แนวทางการวัดผลประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การวัดและประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นอกจากมีการวัดผลการ เรียนรู้ตามแนวทางการวัดผลของสาขาวิชาที่นำมาบูรณาการร่วมกันแล้ว ยังต้องมีการวัดสมรรถนะใน การนำความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้การออกแบบและพัฒนาชิ้นงาน รวมทั้งทักษะสำคัญ ของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การวัดและประเมินผลในสภาพจริงผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ การสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังนี้ (สสวท., 2558: 18-19)

1. การประเมินจากสภาพจริง (Authentic assessment) หมายถึง การประเมิน ความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วย

ตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

2. การวัด และ ประเมิน ผลด้าน ความสามารถ (Performance Assessment) ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติจริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงานผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) การมอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2) การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงานการมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างครูและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้าของครู

1. การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษาแล้วปฏิบัติตามขั้นตอน ให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น

2. การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือ ปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

3. การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังคงมีความจำเป็นเนื่องจากใช้ความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการต่างๆได้ ดังนั้น ในการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วยโดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดระดับสูง แบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

2.3.7 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในระดับอุดมศึกษาและอาชีวศึกษา

1. เทคนิคการจัดการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐาน

คุณวุฒิ ระดับอุดมศึกษา การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ระดับอุดมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ได้พัฒนาตนเองจากประสบการณ์ที่ได้รับ ระหว่าง การศึกษาซึ่งเป็นผลการเรียนรู้อย่างน้อย 5 ด้าน คือ ด้าน คุณธรรม จริยธรรม ด้านความรู้ด้าน ทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความ รับผิดชอบ และด้านทักษะการ วิเคราะห์เชิงตัวเลข การ สื่อสารและการใช้เทคโนโลยีตัวอย่างเทคนิคการจัดการ เรียนรู้เพื่อพัฒนาการ เรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ ได้นำเสนอ ดังตารางที่ 1 (Office of the Higher Education Commission, 2017; The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014)

ตารางที่ 2.1: เทคนิคการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ

| ผลการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ | เทคนิคการจัดการเรียนรู้ |
|--|--|
| 1. ด้านคุณธรรม จริยธรรม ผู้เรียนมีการพัฒนานิสัยและการปฏิบัติตนตามศีลธรรมทั้งในเรื่องส่วนตัวและสังคม ประพฤติอย่างมีคุณธรรม จริยธรรม ด้วยความรับผิดชอบต่อทั้งในส่วนตัวและส่วนรวม รวมถึงความสามารถในการปรับวิถีชีวิตในความขัดแย้งค่านิยมได้ | - การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ - การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง |
| 2. ด้านความรู้ ผู้เรียนมีความสามารถในการเข้าใจ การนึกคิด การนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ และจำแนกข้อเท็จจริงในหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนกระบวนการต่างๆ ในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา | - การใช้โครงงานเป็นฐาน - การเรียนรู้แบบนำตนเอง - สะเต็มศึกษา |
| 3. ด้านทักษะทางปัญญา ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์และใช้ความรู้ ความเข้าใจในแนวคิด หลักการ ทฤษฎีและกระบวนการต่างๆ ในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา | - การใช้ปัญหาเป็นฐานการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา - เทคนิคการใช้แผนที่ความคิด |
| 4. ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ผู้เรียนมีความสามารถในการทำงานเป็นกลุ่ม การแสดงถึงภาวะผู้นำ ความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ความสามารถในการวางแผนและรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง | - การใช้กระบวนการกลุ่ม - การใช้โครงการรับใช้สังคมเป็นฐานเรียนรู้ - การใช้โครงการจิตอาสาตามแนวทางสะเต็ม |
| 5. ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข ความสามารถในการใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์และสถิติ ความสามารถในการสื่อสารทั้งการพูด การเขียน และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ | - การใช้เทคโนโลยีเป็นฐานการเรียนรู้ - การใช้เครือข่ายสังคมเป็นฐานการเรียนรู้ |

จะเห็นว่าเทคนิคการเรียนการสอนเพื่อจัดการเรียนรู้ แก่ผู้เรียนตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิให้ครบทั้ง 5 ด้าน นั้นต้องมีการบูรณาการการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ได้ คุณลักษณะของผู้เรียนที่พึงประสงค์ การจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาจึงนับว่า สามารถส่งเสริมผลการเรียนรู้และทักษะที่จำเป็นใน ศตวรรษที่ 21 ได้อีกทางหนึ่ง

2. สะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) มาจากคำว่า Science, Technology, Engineering and Mathematics Education: STEM Education เป็น วิธีการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยเน้น การสร้างองค์ความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งเน้น การพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ ต่อการดำเนินชีวิต และสร้างนวัตกรรมในการเพิ่มขีด ความสามารถในการแข่งขัน (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014)

ซึ่งแนวทางสะเต็มศึกษา ได้ให้ความสำคัญกับกระบวนการในการนำความรู้เหล่านี้ มาใช้ประกอบการคิด ค้นคว้า และคัดเลือกวิธีการที่ เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตและการทำงานอีกด้วย สะเต็มศึกษาจะมีจุดเด่นที่ เน้นให้มีการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ และ เทคโนโลยีมาใช้แต่ในประเทศไทยไม่ได้มีวิชาที่เรียน เกี่ยวกับวิศวกรรมศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนั้นจึงเป็นการนำกระบวนการทางวิศวกรรมมาใช้ใน การแก้ปัญหามากกว่าการเรียนแบบวิศวกรรมศาสตร์ อย่างเต็มรูปแบบ (Titiya Netwong, 2017) การจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการ เรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้อิง วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีผนวกกับแนวคิด การออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้าน วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีและได้นำ ความรู้มาออกแบบ ชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนอง ความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้ เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม (Montree Julawatthanaton, 2013; Ruthai Plangwatthana, 2013) โดยทั่วไปการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือการแก้ปัญหา เรื่องใดเรื่องหนึ่ง มักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำและ ต่อเนื่องจนกว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้ดังนั้น National Science Teachers Association (NGSS Lead States, 2013) ได้เสนอผลการ วิเคราะห์ภาพรวมการจัดการเรียนรู้ไว้ 5 แนวทาง คือ 1) การเรียนแบบสอดคล้องกัน (Coordinate) หมายถึง การแยกสอน แต่ละรายวิชา แต่จะมีเนื้อหาที่ สอดคล้องกัน เพื่อนำความรู้ไปเชื่อมโยงซึ่งกันและกัน เช่น ในช่วงชั้นหรือชั้นปีเดียวกัน เนื้อหาสาระของแต่ละ วิชาที่ควรจะเชื่อมโยงกัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ที่ เพียงพอสำหรับทำความเข้าใจในรายวิชาอื่น ๆ โดยที่ ผู้สอนของรายวิชานั้นไม่ต้องสอนเพิ่มเติม 2) การเรียนแบบเสริมกัน (Complement) หมายถึง การเรียนรู้ในหัวข้อหลักของรายวิชาหนึ่งจะมีการเสริม ความรู้ในรายวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง 3) การเรียนรู้แบบสัมพันธ์กัน (Correlate) หมายถึง การเรียนรู้ที่แยกวิชา แต่

มีหัวข้อในการเรียนรู้เดียวกัน โดยที่เนื้อหาสาระจะสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชานั้น 4) การเรียนรู้โดยมีตัวเชื่อม (Connections) หมายถึง การเรียนรู้โดยใช้วิชาใดวิชาหนึ่งเป็นวิชาในการ เชื่อมโยงวิชาอื่น แต่ส่วนใหญ่จะใช้วิชาเทคโนโลยีและ วิศวกรรมเป็นตัวเชื่อม 5) การเรียนรู้แบบรวมกัน (Combine) หมายถึงการใช้ความรู้ของ 4 วิชา หรือแม้แต่รายวิชาอื่นๆ ที่นอกเหนือ จาก STEM มาบูรณาการรวมกันเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทาง สะเต็มศึกษา จึงสามารถบูรณาการศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และ คณิตศาสตร์ได้ ดังรูปที่ 2



ภาพที่ 2.2: การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ที่มา: NGSS Lead States, 2013

กล่าวได้ว่าการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดทักษะการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนทั้งมีนอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวม ที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. สะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนในระดับอาชีวศึกษา

ปพิชญา สมศักดิ์ (2562) กล่าวถึงการจัดการเรียนแบบสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนในระดับอาชีวศึกษาไว้ว่า หลักสูตรระดับอาชีวศึกษาเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นทักษะการปฏิบัติ มุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนระดับช่างฝีมือ ระดับช่างเทคนิค และระดับเทคโนโลยี โดยเน้นให้มีทักษะที่หลากหลาย (Multi Skill) เปลี่ยนแปลงไปสู่สังคมฐานความรู้ (Social Knowledge Based) เพื่อการพัฒนาประเทศ มุ่งเน้นการผลิตผู้สำเร็จการศึกษาทั้งปริมาณ และคุณภาพ มีสมรรถนะ ทักษะฝีมือ เป็นที่ยอมรับของสถานประกอบการ ตอบสนองต่อนโยบายของรัฐบาลในยุคไทยแลนด์ 4.0 ที่มุ่งเน้นผลิตนักนวัตกรรมที่เป็นหัวจักรสำคัญในการพัฒนาและขับเคลื่อนประเทศให้เท่าเทียมนานาชาติ โดยรูปแบบในการจัดการเรียนการสอนสายอาชีวะส่วนใหญ่ได้แก่ รูปแบบ Active Learning, project-based learning, Problem-Based Learning เป็นต้น ซึ่งรูปแบบที่ได้รับความนิยมและสามารถตอบสนองต่อการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือการจัดการเรียนการสอนรูปแบบ STEM EDUCATION

หลักสูตรสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนนักศึกษาอาชีวะ เป็นการใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะโดยใช้โครงงานหรือการตั้งปัญหาเป็นฐาน และเชื่อมโยงหลักวิทยาศาสตร์เข้ามาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันโดยใช้วงจรการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Cycle) มาช่วยทำภารกิจในการทดลองให้สำเร็จ หลักสูตรมุ่งเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสุข มีส่วนร่วมในการเรียน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานเป็นทีม ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดวิเคราะห์ การนำเสนอ และเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ ซึ่งเป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและในการพัฒนาวิชาชีพได้ต่อไปในอนาคต

ธิดารัตน์ เสือคง (2561) ศึกษาการจัดการเรียนรูตามแนวสะเต็มศึกษาของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลำพูน ได้รับ ความร่วมมือในการจัดกระบวนการจัดการเรียนรูแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) จากหน่วยงาน ดังนี้ 1) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลำพูน 2) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษารวมกับ British council และ Newton Fund 3) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (มทร.ล้านนา) จากกระบวนการจัดการเรียนรูจากทั้ง 3 หน่วยงานทำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ และเป็นการเสริมทักษะกระบวนการคิดสร้างสรรค์ กระบวนการทำงานร่วมกัน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวันได้

2.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

Eysenck (1972: 16) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนที่อาศัยความสามารถเฉพาะบุคคล โดยตัวบ่งชี้ถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจจะได้มาจากการตรวจการบ้านหรือคะแนนที่ได้จากโรงเรียนหรืออาจวัดด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

Good (1973: 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือทักษะที่เกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วซึ่งได้จากการทดสอบของผู้สอน

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537: 39) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ศศิธร ศรีวิเชียร (2539: 31) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางการแสดงออกซึ่งความสำเร็จของบุคคลในการเข้าถึงความรู้ได้ ซึ่งสามารถวัดด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทั่วไป

สนทยา เขมวิรัตน์ (2545: 6) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือความสามารถของบุคคลที่ได้มาจากการเรียนรู้ โดยสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาหรือศึกษาต่อเนื่องได้ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

เมธี ธรรมวัฒนา (2544 : 14) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือความสามารถของบุคคลอันได้มาจากการเรียนรู้ และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาและศึกษาต่อได้ ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือหรือแบบทดสอบ

ขวัญชัย สงวนพงษ์ (2546: 10) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือความสามารถของบุคคลที่ได้จากการเรียนรู้โดยสามารถนำความรู้ความสามารถไปใช้แก้ปัญหาหรือศึกษาต่อเนื่องได้ ซึ่งสามารถวัดด้วยเครื่องมือหรือแบบทดสอบ

ปิยพร แสงนวล (2547: 12) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะความสำเร็จในความรู้ ความสามารถของบุคคลที่ได้จากประสบการณ์การเรียนรู้ อันเกิดจากการฝึกอบรมหรือการสอนทำให้นักเรียนมีความสามารถหรือพฤติกรรมที่พัฒนาขึ้น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบสอบถามหรือจากการสังเกตพฤติกรรมและความสำเร็จในด้านอื่นๆ ประกอบ

2.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผล (Measurement) และการประเมินผล (Evaluation) มีความหมายแตกต่างกันในบางประเด็น ซึ่งการประเมินผลมีความหมายกว้างกว่า โดยมีผู้ให้ความหมายของการวัดผลและการประเมินผลไว้ต่างๆ กัน ดังนี้

ความหมายของการวัดผล

Cronbach (1970: 26) กล่าวว่า การวัดผลเป็นการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์เข้ากับสิ่งของหรือเหตุการณ์ที่เป็นไปตามกฎ

ล้วน สายยศ (2539: 10) กล่าวว่า เป็นการนำเครื่องมือไปกระตุ้นสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งปริมาณของสิ่งนั้น

Nelson (1970: 1) กล่าวว่า การวัดผลเป็นการบรรยายพฤติกรรมของนักเรียนออกมาเป็นปริมาณ ซึ่งไม่เกี่ยวกับคุณค่าของพฤติกรรมนั้นๆ

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531: 639) กล่าวว่า การวัดผลหมายถึง การหาปริมาณของความเจริญงอกงามของการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนออกมาเป็นตัวเลขด้วยเครื่องมือสำหรับการวัด ซึ่งยังไม่รวมถึงการแปลหรือการพิจารณาคุณค่าของปริมาณนั้นแต่อย่างใด

ปิยพร แสงนวล (2547: 14) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง กระบวนการที่กำหนดค่าเป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์ให้กับแต่ละหน่วยของชุดวัตถุหรือกลุ่มบุคคลรวมทั้งกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล และผลของกระบวนการนั้น หรืออาจกล่าวได้ว่าการวัดผลเป็นการตีค่าเชิงปริมาณ

ความหมายของการประเมินผล

การประเมินผลเป็นศัพท์ที่ใช้ควบคู่กับการวัดผลเสมอ โดยทั่วไปหมายถึงการพิจารณาตัดสินเกี่ยวกับคุณภาพของสิ่งต่างๆ กล่าวได้ว่า อาจเป็นการตีราคาหรือประมาณคุณค่ามีผู้ให้ความหมาย ดังนี้

Ebel (1972: 362) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง การตัดสินความสามารถซึ่งใช้คะแนนการวัดผลมาเป็นเครื่องมือพิจารณาประกอบการตัดสิน

Nelson (1970: 1) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง เป็นการนำเอาผลจากการวัดมาพิจารณาตัดสินความสามารถ

ล้วน สายยศ (2539: 2) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง เป็นกระบวนการพิจารณาตัดสินใจที่เป็นระบบครอบคลุมถึงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531: 639) กล่าวว่า การประเมินผล หมายถึง การวัดผลประกอบการตัดสินคุณค่าของผลนั้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมิน

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นก็คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบจึงเปรียบเสมือนเครื่องมือวัดผลทางด้านความรู้ความคิด (อำนาจ เลิศขันธ์, 2542: 7)

Bloom (อ้างในภพ เลหาทไพบูรณ์, 2537: 93) ได้จำแนกวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน คือ

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) คือ มุ่งพัฒนาการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า
2. ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) คือ มุ่งพัฒนาคุณลักษณะด้านจิตใจหรือความรู้เกี่ยวกับความสนใจ เจตคติ และการปรับตัว
3. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) คือ มุ่งพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างร่างกายและสมองที่มีความสามารถในการปฏิบัติจนมีทักษะมีความชำนาญในการดำเนินงานต่างๆ

2.4.3 ทฤษฎีแนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Prescott (1961: 14-16) สรุปองค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต สุขภาพ ข้อบกพร่องและลักษณะท่าทางของร่างกาย
2. องค์ประกอบด้านความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดา ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดาและบุตร ความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในครอบครัว
3. องค์ประกอบด้านวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ขนบธรรมเนียม ประเพณีความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบด้านความสัมพันธ์ในหมู่เพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกัน
5. องค์ประกอบด้านพัฒนาการแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติและแรงจูงใจ
6. องค์ประกอบด้านการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงอารมณ์

Klausmeir (1961: 28-29) ศึกษาองค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกี่ยวข้องกับการที่นักเรียนจะประสบความสำเร็จ หรือความล้มเหลวในชีวิตว่าเกิดจากลักษณะส่วนตัวของนักเรียนไว้ 6 ประการคือ

1. คุณลักษณะผู้เรียน ได้แก่ ความพร้อมทางด้านสมอง สติปัญญา ร่างกาย และความสามารถทางด้านทักษะของร่างกาย

2. คุณลักษณะทางด้านจิตใจ ได้แก่ ความสนใจ แรงจูงใจเจตคติและค่านิยม ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง ความเข้าใจสถานการณ์ อายุและเพศ
3. คุณลักษณะของผู้สอน ได้แก่ สติปัญญา ความรู้ในวิชาที่สอน การพัฒนาความรู้ทักษะทางร่างกาย ลักษณะทางจิตใจ สุขภาพ ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง อายุและเพศ
4. พฤติกรรมระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการเรียนการสอน คือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ความคิด วิธีการที่ครูนำมาสอน ทักษะทางร่างกายกับความรู้สึกของกลุ่ม ได้แก่ โครงสร้างเจตคติ ความสามัคคี และการเป็นผู้นำ
5. คุณลักษณะของพฤติกรรมเฉพาะตัว ได้แก่ การตอบสนอง เครื่องมืออุปกรณ์
6. แรงผลักดันภายนอก ได้แก่ ครอบครัว สิ่งแวดล้อม และอิทธิพลทางศิลปวัฒนธรรม

Bloom (1976: 167-169) ได้ศึกษาถึงลักษณะของผู้เรียนและการสอน สรุปได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีดังนี้

1. ตัวแปรเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Entry Behaviors) หมายถึง การเรียนรู้ที่จำเป็นต่อการเรียนและมีมาก่อนการเรียน
2. ตัวแปรเกี่ยวกับลักษณะด้านจิตพิสัย (Affective Entry Characteristic) หมายถึง สถานการณ์ที่ผู้เรียนแสดงออก เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้แก่ ความสนใจและเจตคติต่อเนื้อหาที่เรียนในโรงเรียน การยอมรับ ความสามารถ และบุคลิกภาพ
3. คุณภาพการสอน (Quality of Instruction) หมายถึง ประสิทธิภาพซึ่งผู้เรียนจะได้รับผลสำเร็จในการเรียนรู้ ซึ่งได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนการเสริมแรงจากครูการแก้ไขข้อผิดพลาด และการรู้ผลสะท้อนกลับของการกระทำว่าถูกต้องหรือไม่

Carroll (1971: 33) ได้เสนอแบบจำลองของการเรียนรู้ในระบบโรงเรียน (Model of School Learning) ว่าประกอบด้วยองค์ประกอบภายใน ดังนี้

1. ความถนัดทางการเรียนเป็นความสามารถเฉพาะของแต่ละบุคคลที่สามารถจะเรียนได้ดีในบางวิชา
2. ความสามารถที่จะเข้าใจคำสอนซึ่งเป็นส่วนผสมกันระหว่างเขาวัวปัญญาทั่วไปและความเข้าใจเป็นความสามารถที่จะเรียนรู้ได้เร็วเข้าใจคำอธิบายของครูสามารถตอบปัญหาเกี่ยวกับวิชานั้นๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว
3. การอุทิศเวลาให้กับการเรียน เป็นความพยายามของผู้เรียนที่จะทุ่มเทความเข้าใจความสนใจ และเวลาให้กับการเรียนอย่างจริงจังและองค์ประกอบภายนอกมี 2 ประเภท ดังนี้
 1. ความหมายของระยะเวลาที่โรงเรียนจัดการศึกษาให้เป็นไปตามความสามารถของแต่ละบุคคล คือ จัดระยะเวลาให้เหมาะกับการเรียนในวิชานั้น เช่น ไม่จัดเวลาเรียน

คณิตศาสตร์ติดต่อกันเกินกว่าหนึ่งคาบ หรือไม่จัดเวลาเรียนให้นักเรียนมากเกินไปจนนักเรียนไม่สามารถที่จะรับได้ เป็นต้น

2. ประสิทธิภาพในการสอน เป็นประสิทธิภาพ ซึ่งผู้เรียนจะได้รับผลสำเร็จในการเรียนซึ่งเป็นผลจากครูผู้สอนและการบริหารงานด้านวิชาการของผู้บริหาร

Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD) (อ้างใน สุนันท์ สังข์อ่อง, 2531: 95) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน คือ ลักษณะผู้เรียนและบรรยากาศการเรียนการสอน

1. ลักษณะผู้เรียนที่ต้องตระหนักถึง

1.1 ตัวแปรทางกายภาพ ได้แก่ อายุ เพศ ชนชั้นทางสังคม ระดับวุฒิภาวะ

1.2 ตัวแปรทางจิตวิทยา ได้แก่ ระดับการพัฒนาการทางสติปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบการคิด โนภาพเกี่ยวกับตนเอง แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

2. ลักษณะบรรยากาศการเรียนการสอน

2.1 ตัวแปรทางกายภาพ ได้แก่ เวลา สถานที่ ขนาดห้องเรียน บรรยากาศในห้องเรียน

2.2 ตัวแปรด้านเนื้อหา ได้แก่ ลักษณะเนื้อหา สื่อการเรียน การลำดับเนื้อหา

2.3 ตัวแปรด้านพฤติกรรมของครู ได้แก่ พฤติกรรมการสอนของครู เทคนิคการจัดการ

จัดการ

2.4 ตัวแปรด้านบุคลิกภาพของครู ได้แก่ ลักษณะที่เป็นมิตร อบอุ่น การใช้วินัย

2.4.4 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. เจตคติต่อวิชาเรียน

เจตคติหรือทัศนคติเป็นสภาพทางจิตอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึก ความคิดและการกระทำของบุคคล และเป็นตัวการสำคัญที่กำหนดแนวทางการแสดงออกของพฤติกรรมมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเจตคติต่อวิชาที่เรียน ดังนี้

Prescott (1961) ทำการศึกษาเรื่องเด็กติดต่อกันมาเป็นเวลา 30 ปี โดยใช้ความรู้ทางวิชาชีววิทยา จิตวิทยาและการแพทย์ประกอบการวิจัย ได้สรุปว่ามี 6 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา และ 1 ใน 6 องค์ประกอบนั้น คือ องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน (Self Development Factor) ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียน เป็นต้น

Bowman (1964) ทำการศึกษากับนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน พบว่า สัมฤทธิ์ผลทางการศึกษานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ คือ เจตคติต่อวิชาของนักศึกษา วิธีการสอน ธรรมชาติของนักศึกษา สิ่งแวดล้อมทางบ้าน ผู้ปกครอง ความสัมพันธ์ระหว่างครูอาจารย์กับนักศึกษา และความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษาด้วยกันเอง

นภาพร เมฆรักษวานิช (2514) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างนิสัยในการเรียนและเจตคติในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนรัฐบาล เขตพระนคร จำนวน 400 คน พบว่า นิสัยในการเรียน และเจตคติในการเรียน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีนิสัยในการเรียน และเจตคติในการเรียนดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

จรัญ สวัสดิ์ถาวร (2519) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 3 จำนวน 378 คน พบว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เพ็ญ จรุงธรรมพินิจ (2530) ศึกษาพบว่าเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ทัศนีย์ บุญเต็ม (2539) พบว่าเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชัยยุทธ ทองทิพย์ (2537) และทรายทอง พวงสันเทียะ (2542) ต่างก็พบว่า เจตคติต่อวิชาที่เรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุชาติ เอื้องทิพย์ (2538: 98-109) ศึกษาพบว่าพฤติกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สะพรั่งพร้อม รัฐสมุทร (2534: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาพบว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง กรุงเทพมหานคร มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

นุกูล ภูประเสริฐ (2534: บทคัดย่อ) ศึกษาพบว่า ตัวพยากรณ์ที่ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือ ความรู้สึกรู้สีก่อนวิชาคณิตศาสตร์

2. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสำคัญให้บุคคลเกิดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ขึ้นต้องอาศัยแรงขับภายในของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า และนำไปสู่การเรียนรู้ตามเป้าหมาย

McClelland (1969, อ้างถึงในสุชาติ ลีตระกูล, 25424) ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้านที่ไม่ใช่สติปัญญากับผลการเรียน ผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในระดับสูงกับผลการเรียน

Khan (1967) พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์อย่างมีนัยสำคัญ

Night and Sassenrath (อ้างถึงในบุญชม ศรีสะอาด, 2524) ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างในมหาวิทยาลัยอินเดียนนา จำนวน 139 คน ใช้แบบทดสอบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ IPIT (Iowa picture interpretation test) ซึ่งเป็นข้อสอบแบบรูปภาพ (TAT) 24 รูป ผลการวิจัยพบว่าผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่

สัมฤทธิ์สูงจะเป็นผู้ที่ทำงานผิดพลาดน้อยที่สุด ทำงานเรียบร้อย และมีความจำดีกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำ

Raffini (1970) ได้ศึกษาผลของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่มีต่อการเรียนรู้ และการจำ โดยศึกษาจากนิสิตปริญญาตรี พบว่า ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ราไพทิพย์ อีระนิตติ (2524) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2521 ของวิทยาลัยครู 4 แห่ง จำนวน 240 คน ผลการวิจัย พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีระดับแรงจูงใจแตกต่างกัน

รสา สุขุมารพันธ์ (2516) ที่ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิทยาลัยครู พบว่า นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงกว่านักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ฉันทนา จินตโกวิท (2522) ได้ศึกษาโดยใช้ตัวพยากรณ์ 5 ตัว คือ ความถนัดทางการเรียน เจตคติในการเรียน นิสัยในการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิม โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมและผลสัมฤทธิ์เฉพาะกลุ่มวิชาเลือกเป็นตัวแปรเกณฑ์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร ผลปรากฏว่า คะแนนจากแบบทดสอบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม สำหรับกลุ่มผู้เรียนโปรแกรมศิลป์ ภาษาฝรั่งเศส ประเภทโรงเรียนชาย และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉพาะกลุ่มวิชาเลือกสำหรับกลุ่มผู้เรียนโปรแกรมเดียวกันประเภทโรงเรียนหญิง

วิมลรัตน์ คล้ายเนียม (2533) ได้ศึกษาเรื่องแบบจำลองของผลการเรียนโปรแกรมวิชาบริหารธุรกิจในวิทยาลัยครูนครสวรรค์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับอนุปริญญาชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ที่เรียนโปรแกรมวิชาบริหารธุรกิจ จำนวน 81 คน ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เส้นทาง (Path analysis) พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีอิทธิพลในรูปที่เป็นทั้งสาเหตุทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และงานวิจัยของ สุนันทา ประไพตระกูล (2534) พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. พฤติกรรมการเรียน

Naddox (1963) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนอกจากจะขึ้นอยู่กับความสามารถของบุคคล การทำงานหนักหรือความขยันแล้วยังขึ้นอยู่กับวิธีเรียนที่มีประสิทธิภาพ และยังพบว่า ความแตกต่างระหว่างบุคคลเกี่ยวกับสมรรถภาพการเรียน และการทำงานถูกกำหนดด้วยสติปัญญา และความสามารถเฉพาะประมาณร้อยละ 50-60 วิธีเรียนที่มีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 30-40 สภาพแวดล้อมอื่นๆ ประมาณร้อยละ 10-15

Brown and Holtzman (1956) ได้สร้างแบบสำรวจนิสัยและเจตคติในการเรียน (SSHA) และพบว่า คะแนนนิสัยในการเรียนที่วัดจากแบบสำรวจนิสัย และเจตคติในการเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .80

Lindgren (1969) ได้ศึกษาสาเหตุและวิธีศึกษาเล่าเรียนของนักศึกษาปริญญาตรีที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำใน San Francisco State College พบว่า นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีนิสัยการเรียนที่ดีร้อยละ 33 ส่วนนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีนิสัยในการเรียนที่ดีร้อยละ 25

Cowell and Entwistle (1971) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพ เจตคติในการเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิทยาลัยอาชีวศึกษาจำนวน 117 คน พบว่านิสัยในการเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .29

สุวิมล ว่องวานิช (2523) ได้ศึกษาสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างองค์ประกอบด้านเซาว์ปัญญา ปัญหาส่วนตัว นิสัยและเจตคติในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบสำรวจนิสัยและเจตคติในการเรียนของ Brown and Holtzman ผลการวิจัยพบว่า นิสัยในการเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($r = .381$) ต่อมาในปี พ.ศ. 2525 สุวิมล เด่นสมุทร ได้ศึกษาตัวแปรด้านจิตวิทยาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. บุคลิกภาพและพฤติกรรมการสอนของอาจารย์

กรมวิชาการได้ทำการจัดประชุมปฏิบัติการเรื่องการสร้างรูปแบบพฤติกรรมการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อของนักศึกษาโดยสรุปผลถึงองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ที่ดีของนักเรียนมี 5 องค์ประกอบ (อ้างในมาลี จุฑา, 2542: 72) คือ

คุณลักษณะของครู การจัดกระบวนการเรียนการสอนการจัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน การจัดสภาพนอกชั้นเรียน และความสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้ปกครองและชุมชน

บุญสม สุขุมาลพงษ์ (2536: 8) กล่าวถึงวิธีการสอน หมายถึง การแสดงออกซึ่งกริยาอาการท่าทางในการทำกิจกรรมของอาจารย์ที่สามารถสังเกตได้ในการสอนแต่ละครั้ง

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2526: 25) ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสอน พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ประกอบด้วย ความรู้ก่อนเรียน ความสนใจของผู้เรียน เวลาที่ใช้ในการเรียนและวิธีการสอน โดยตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด คือ วิธีการสอน

สนทยา เขมวีรัตน์ (2542: 79) ได้ทำการศึกษาตัวแปรบางประการที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สายบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพณิชยการพระนคร พบว่า ตัวแปรที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ได้แก่ พื้นฐานความรู้เดิม และการสอนของครู โดยสามารถร่วมพยากรณ์ได้ ร้อยละ 55.60

5. สภาพเศรษฐกิจของครอบครัว

Centra and Potter (1980: 273-274) ได้ศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะของครอบครัว อิทธิพลจากบิดามารดาที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคนอเมริกันเชื้อสายเม็กซิโก พบว่า รายได้ของบิดามารดา มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

อำรุง จันทวานิช (2526: 54-60) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยทางด้านโรงเรียนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา พบว่า ภูมิหลังทางเศรษฐกิจและสังคมของนักศึกษามีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Astin (1964: 227) ได้ทำการวิจัยกับนักศึกษาระดับอุดมศึกษาจำนวน 36,581 คน พบว่า นักศึกษาที่มีผู้ปกครองด้อยการศึกษา และด้อยทางสภาพเศรษฐกิจของครอบครัว มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

Benson (1978: 5239-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเงินเดือนของครู ขนาดของโรงเรียนละพื้นฐานทางเศรษฐกิจของนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้ข้อมูลจากโรงเรียนรัฐบาล 43 แห่งในรัฐโอกลาโฮมา ผลการวิจัย พบว่า พื้นฐานทางเศรษฐกิจของนักเรียน เงินเดือนของครู ระดับการศึกษาของครูมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

Motley (1970: 2807-B) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การทำนายค่าองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาในวิทยาลัยชั้นปีที่ 2 จำนวน 1,185 คน พบว่า ตัวแปรด้านสภาพเศรษฐกิจเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ใช้ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาได้

Roger (1983: 3795-A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมทางบ้านทางโรงเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 จำนวน 1,660 คน ทางตอนใต้ของออนทาร์โอ พบว่า สภาพแวดล้อมทางบ้าน ซึ่งวัดทางด้านฐานะทางเศรษฐกิจและครอบครัว มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

summellika อุดาการ (2537: 18) ได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของนักศึกษาที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับฐานะทางเศรษฐกิจ ได้แก่รายได้ครอบครัว โดยแบ่งสภาพทางเศรษฐกิจออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูง ระดับกลาง และระดับต่ำ พบว่าผู้ปกครองมีฐานะทางเศรษฐกิจระดับปานกลางและระดับสูง ให้การส่งเสริมการเรียนของนักเรียนในการปกครองสูงกว่าผู้ปกครองที่มีฐานะทางเศรษฐกิจต่ำ

6. การสนับสนุนของครอบครัว

ธีระยุทธ รัชชะ (2544: 19) กล่าวว่า การส่งเสริมของผู้ปกครอง หมายถึง การให้การดูแลเอาใจใส่บุตรหลาน ให้กำลังใจในการศึกษาเล่าเรียน และดูแลค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเรียน โดยไม่บังคับให้ผู้เรียน เรียนในสาขาที่ผู้เรียนไม่สมัครใจ การเลือกสาขาที่เรียนควรเป็นหน้าที่ของผู้เรียน

สายสุนีย์ สว่างทรัพย์ (2540: 6567) กล่าวว่า ผู้ปกครองสามารถช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น โดยการส่งเสริมการเรียนของนักเรียนด้วยกลวิธีต่างๆ พร้อมทั้งการติดต่อกับโรงเรียนอยู่เสมอ บทบาทหน้าที่ของผู้ปกครองที่ต่อนักเรียน หมายถึง ภาระหน้าที่ในการให้การเลี้ยงดู การให้การอบรมสั่งสอน และการให้การศึกษแก่นักเรียน หน้าที่สำคัญที่จะส่งเสริมให้นักเรียนก้าวไปสู่ความสำเร็จในชีวิตภายภาคหน้า ก็คือ หน้าที่การให้การศึกษแก่นักเรียนเมื่อผู้ปกครองเห็นถึงความสำคัญของการให้การศึกษ

Mc Clettand (1969: 6) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยมุ่งดูจากบริบททางครอบครัว พบว่า ความคาดหวังของบิดามารดา เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญยิ่งต่อบุตร และมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมของบุตรที่จะเปลี่ยนพฤติกรรมตามความคาดหวังของบิดามารดา อันส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมทางครอบครัว ประกอบด้วย การส่งเสริมและช่วยเหลือด้านการเรียนจากบิดามารดาและความคาดหวังของบิดามารดาที่มีต่อการเรียนของบุตร ซึ่งเป็นสภาพบรรยากาศทางปัญญาภายในครอบครัว

ประดินันท์ อุปรนัย (2520), ปาจารย์ รัชชวัลคุ (2527) และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2526) กล่าวไว้สอดคล้องกันว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันสูงกับสภาพแวดล้อมทางบ้าน ครอบครัวเป็นสถาบันขั้นมูลฐานในการเสริมสร้าง และฝึกฝนพฤติกรรม โดยเฉพาะด้านการเรียน (เพ็ญ จรุงธรรมพินิจ, 2530) ซึ่ง Cronbach (1977) เห็นว่า ทักษะทางปัญญาของเด็กเริ่มเกิดขึ้นภายในครอบครัว และครอบครัวยังเป็นพลังสำคัญในช่วงการศึกษาในโรงเรียนของเด็ก สำหรับนักจิตวิทยาลักษณะสำคัญที่สุดของครอบครัวที่ไม่ใช่ฐานะของพ่อแม่หรือระดับการศึกษา แต่เป็นลักษณะทางจิตวิทยาภายในครอบครัว ซึ่ง Cronbach ได้เน้นถึงบรรยากาศทางปัญญา และบรรยากาศทางอารมณ์ภายในครอบครัวที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนของเด็ก ซึ่งมีงานวิจัยหลายชิ้น

ให้เห็นว่า การส่งเสริมและช่วยเหลือด้านการเรียนจากบิดามารดา และความคาดหวังของบิดามารดา มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของนักเรียนอย่างมาก มากกว่าอิทธิพลของครูกับโรงเรียน

Song และ Hattie (1984) ได้ศึกษา รูปแบบเชิงสาเหตุของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเกรดเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาและสังคมศาสตร์ พบว่า คุณลักษณะทางจิตวิทยาในครอบครัว ซึ่งประกอบด้วย การส่งเสริมและความคาดหวัง กิจกรรมภายในบ้าน ความสนใจเกี่ยวกับการเรียน การประเมินของพ่อแม่เกี่ยวกับคุณภาพทางวิชาการของเด็ก การให้รางวัลและการลงโทษของพ่อแม่ที่มีต่อเด็ก จะมีผลทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุชาติ ลีตระกูล (2524) พบว่าการส่งเสริมการเรียนของผู้ปกครองเป็นตัวพยากรณ์ที่ดี ในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัด นครสวรรค์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2530) ได้วิจัยเรื่องประสิทธิภาพของการมัธยมศึกษาโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาทั่วประเทศในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนมัธยมศึกษาสายสามัญจำนวน 255 โรงเรียน ปีการศึกษา 2526 พบว่า ตัวแปรที่อธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านวิชาการ ได้แก่ ระดับการศึกษาของบิดามารดา การมีผู้ช่วยเหลือด้านการเรียนที่บ้าน

7. สภาพแวดล้อมทางมหาลัย

สถานศึกษาเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเรียนการสอน ตัวแปรทางด้านสภาพแวดล้อมทางโรงเรียนได้แก่ นโยบายของโรงเรียนในการส่งเสริมการเรียนการสอน ความเป็นผู้นำทางด้านวิชาการของผู้บริหาร การจัดสรรบุคลากร งบประมาณ การให้บริการและการอำนวยความสะดวกต่างๆ แก่ผู้สอนและผู้เรียน ขนาดของโรงเรียน และแหล่งที่ตั้งของโรงเรียน (ประจวบจิตร์ คำจตุรัส, 2537: 16) มีผู้ที่ศึกษาวิจัยได้พบว่า บรรยากาศและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Bowser (1989: 311) พบว่า ตัวแปรด้านบรรยากาศของโรงเรียนส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2530 : 162) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการมัธยมศึกษา พบว่า สภาพเกี่ยวกับโรงเรียน วัสดุอุปกรณ์ในโรงเรียน บรรยากาศและสภาพแวดล้อมในโรงเรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

วสันต์ ชานินทร์ธราธาร (2542: บทคัดย่อ) พบว่าองค์ประกอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ บรรยากาศและสภาพแวดล้อมในวิทยาลัย ซึ่งประกอบด้วยสภาพแวดล้อมทางกายภาพ สภาพแวดล้อมทางด้านวิชาการและสภาพแวดล้อมทางด้านการบริหารและการจัดการ

นวลพรรณ นวลแสง (2534: บทคัดย่อ) พบว่าสภาพความพร้อมของโรงเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นตัวพยากรณ์เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

2.5 ทักษะการแก้ปัญหา

2.5.1 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา

มิลเลอร์ (Miller, 1998) ได้ให้ความหมายของ ทักษะการแก้ปัญหาว่า หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างเป็นนามธรรมที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา การวางแผนในอนาคตและการมองหาความช่วยเหลือจากบุคคลอื่นๆ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้ให้ความหมายของ ทักษะการแก้ปัญหาว่า หมายถึง การใช้ประสบการณ์ที่ค้นพบด้วยตนเองที่เกิดจากการสังเกต การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความ และการสรุปความเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหอย่างมีประสิทธิภาพ

กรมควบคุมโรค (2546) กล่าวว่า ทักษะในการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการคิดหาทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาให้ดีที่สุดและเหมาะสมกับตนเองมากที่สุด

ประเสริฐ ต้นสกุล (2551) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ การประดิษฐ์คำตอบ การพิจารณาผลพวงและค้นหาวิธีการที่เหมาะสม

กองสุศึกษา (2551) กล่าวว่าทักษะการแก้ปัญหาเป็นความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหาที่เกิดจากความตึงเครียดทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ

มณฑรา ธรรมบุศย์ (2551) กล่าวว่าทักษะในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการรู้จักขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นในยามจำเป็น รู้จักพัฒนาและประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหาสามารถหาทางแก้ปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

สรุป ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสบการณ์กำหนดทางเลือกเพื่อ จัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตอย่างเป็นระบบและเหมาะสมกับตนเองที่สุด

2.5.2 แนวทางการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

ปัญหาเป็นเรื่องปกติและเกิดขึ้นได้กับมนุษย์ทุกๆ คน และการแก้ปัญหาก็เป็นทักษะที่เป็นประโยชน์สำหรับการเผชิญกับความยุ่งยากของปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันอย่างไรก็ตามการขาด ทักษะของการแก้ปัญหาหรือความสามารถในการแก้ปัญหาก็มีความสัมพันธ์กับปัญหาทางด้านจิตใจที่มากมายไม่ว่าจะเป็นเด็กและผู้ใหญ่วรรวมถึงอาการของความซึมเศร้าและความยุ่งยากในสัมพันธภาพระหว่างบุคคลด้วยในแนวคิดหลักการของการบำบัดเชิงพฤติกรรมนั้น ทักษะการแก้ปัญหาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการกับปัญหาต่างๆ ของบุคคลได้ไม่ว่าจะเป็นปัญหาความเครียด ปัญหาความวิตกกังวล ปัญหาด้านความโกรธ ปัญหาการควบคุมตนเองและการแสดง

พฤติกรรมที่เหมาะสม ตลอดจนการปรับตัวทางสังคม (Spiegler; & Guevremont, 1998) ซึ่งเรซ (Race, 1994) ได้เสนอแนวคิดของการแก้ปัญหา เมื่อบุคคลเผชิญกับปัญหาไว้ ดังนี้

1. ยอมรับว่าคุณมีปัญหา (Accept that you may have a problem) เพื่อเป็นการช่วยให้บุคคล ไม่ต้องมองหาว่าจะเกิดปฏิหารย์กับตนเอง และจะได้ไม่เสียเวลากับการที่จะกล่าวโทษตนเองและบุคคลอื่นๆ

2. บอกให้ได้ว่าปัญหาของคุณคืออะไร (What the problem is) เพื่อทำความเข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่เป็นปัญหาและทำให้คุณไม่สบายใจ

3. ลองมองหาบุคคลที่คุณสามารถจะพูดคุยเกี่ยวกับปัญหาของคุณได้ (Talk about your problem to someone) การมองหาบุคคลที่จะพูดคุยในปัญหาของเรานั้น ควรเป็นบุคคลที่คุณสามารถไว้วางใจได้

4. หาคำตอบว่าทำไมจึงเกิดปัญหาขึ้น (Work out why the problem arose) วิธีนี้อาจจะไม่ได้ ช่วยในการแก้ปัญหาของคุณในปัจจุบันมากนัก แต่เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาแบบนี้ซ้ำกับคุณอีกในอนาคต

5. ปรึกษาบุคคลอื่นโดยการบอกถึงแผนการแก้ปัญหาของคุณว่าเป็นอย่างไร (Tell someone ' what you are planning to do) ถ้าคุณไม่มั่นใจว่าวิธีการแก้ปัญหาของคุณจะได้ผลหรือไม่ให้ลองปรึกษา กับบุคคลอื่นที่คุณมั่นใจและไว้ใจ เพื่อบางทีอาจจะมีย่อแนะนำเพิ่มเติมประกอบกับเป็นการให้คุณได้ทบทวนแผนการแก้ปัญหาของคุณด้วย

6. ดำเนินการตามแผนการแก้ปัญหา (Keep a log of what you do) สิ่งนี้จะช่วยให้คุณรู้สึกว่าคุณได้มีการปฏิบัติตามแผนของคุณเพื่อเป็นการแสดงถึงความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาด้วย

7. ปรับมุมมองปัญหาว่าไม่ใช่อุปสรรคแต่เป็นโอกาสที่ทำให้คุณพัฒนาตนเอง (Regard each problem as an opportunity to grow) เมื่อคุณรู้สึกเป็นทุกข์กับปัญหา ให้ลองปรับมุมมองใหม่ว่าเป็นสิ่งที่มีคุณค่าในการพัฒนาให้ตัวเองมีทักษะเพิ่มความสามารถกับตนเอง

สำหรับขั้นตอนของการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดโคนิวและเครสเนอร์ (O' Donohue; Krasner) ได้แบ่งขั้นตอนของการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

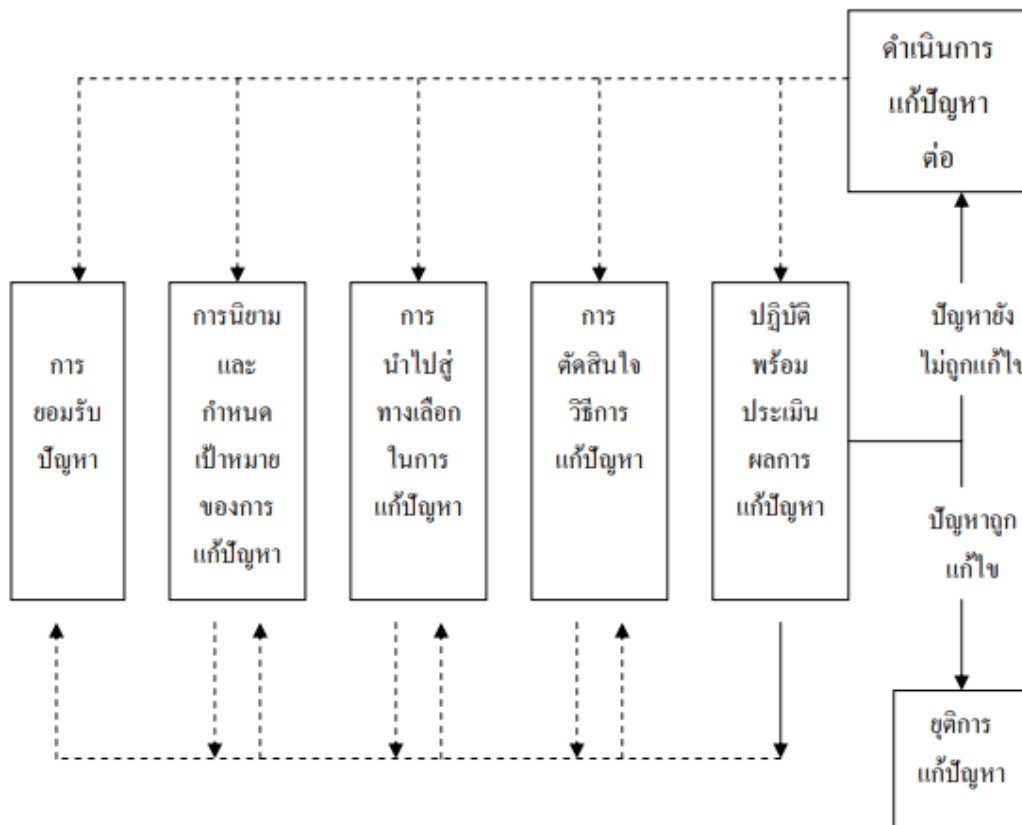
ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจในปัญหา (Problem orientation) ซึ่งเป็นการรับรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้น และในการแก้ปัญหานั้นจะไม่เป็นการเสียเวลา หรือคุ้มค่างกับเวลาที่เสียไป

ขั้นที่ 2 การนิยามปัญหา (Problem definition) เป็นการรวบรวมข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น และทำความเข้าใจในปัญหานั้นๆ ว่าเป็นอย่างไร ตลอดจนการกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหาที่เป็นปัญหาจริง

ขั้นที่ 3 การนำไปสู่ทางเลือกต่างๆ ในการแก้ปัญหา (Generation of alternativesolutions) ขั้นนี้เป็นระดับวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ อาจเป็นการมองหาคำแนะนำเกี่ยวกับความคิดเห็นจากบุคคลต่างๆ

ขั้นที่ 4 การตัดสินใจ (Decision making) เป็นการเปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้สำเร็จ

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติการและการตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา (Solution implementation and verification) เป็นขั้นตอนการนำวิธีการแก้ปัญหาที่ตัดสินใจเลือกแล้วไปใช้ และพิจารณาถึงระดับของประสิทธิผลของวิธีการแก้ปัญหานั้นๆ นอกจากนี้ สไปเกลอร์ และ กูเวรเมงท์ (Spiegler & Guevremont, 1998: 346-355) ได้เสนอ แนวคิดของกระบวนการพื้นฐานการแก้ปัญหา ไว้ว่า ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ การยอมรับในปัญหาที่เกิดขึ้น การนิยามปัญหาและการกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหาคำนำไปสู่ทางเลือกต่างๆ ในการแก้ปัญหา การตัดสินใจวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด และการปฏิบัติพร้อมทั้งการประเมิน ประสิทธิภาพ โดยขั้นตอนแสดงดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 : กระบวนการแก้ปัญหา
ที่มา: (Spiegler & Guevremont, 1998: 346-355)

ทักษะการแก้ปัญหา จึงเป็น ความสามารถในการคิดและลงมือปฏิบัติ ซึ่งจำเป็นต้องมี การนำองค์ความรู้และทักษะต่างๆ มาใช้ร่วมกัน เพื่อส่งผลให้สามารถแก้ไขปัญหาหรือสนองความต้องการในแต่ละสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม ทักษะการแก้ปัญหาอาจ แสดงออกในรูปแบบของกระบวนการแก้ปัญหา โดยที่ผู้สอน สามารถออกแบบการจัดการเรียนการสอน โดยการกำหนดสถานการณ์จำลอง หรือนำข้อมูลจากสถานการณ์จริงมาให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ ซึ่งอาจเป็นการสอนในรูปแบบของการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning: PBL) หรือการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning : PBL) โดยในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา มีดังนี้ (สุธิดา การิมี่, 2561)

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจในปัญหา

ขั้นที่ 2 การนิยามและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 การนำเสนอทางเลือกหรือแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

ขั้นที่ 5 การลงมือปฏิบัติและการแก้ปัญหาและตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา

จากขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น พบว่าสอดคล้องกับขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงได้ และยังเป็นกระบวนการที่ช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้สถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกหาความรู้เพื่อหาแนวทางแก้ไข ได้ฝึกทักษะการคิด การตัดสินใจ ได้ลงมือปฏิบัติ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และนำทักษะจากการเรียนมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวันได้

2.5.3 กิจกรรมการเรียนการสอนกับทักษะการแก้ปัญหา

ทักษะในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน ซึ่งจะดีหรือไม่ดีขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์และประสบการณ์ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาย่อมส่งผลต่อตัวผู้เรียนเช่นกัน สมจิต สวธนไพบูลย์ (2541: 56) ได้อธิบายว่าในการที่จะแก้ปัญหาต่างๆ ได้ผู้สอนจะต้องจัดสภาพการณ์ต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการในการแก้ปัญหา เช่น

1. จัดสร้างบริบทที่เป็นสถานการณ์ใหม่ๆ และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายๆ วิธีมาให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาให้มากๆ

2. ปัญหาที่ได้หยิบยกมาให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนนั้น ควรเป็นปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยพบมาก่อน ควรเป็นปัญหาที่ไม่เกินความสามารถของผู้เรียน หรืออาจกล่าวได้ว่าปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะกระบวนการทางเขาวนปัญญาของผู้เรียน

3. การฝึกแก้ปัญหาที่ผู้สอนควรจะแนะนำให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ปัญหาว่าเป็น ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งใดและหากเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกออกไปเป็นปัญหาย่อยๆ แล้วคิดปัญหาย่อย แต่ละปัญหาและเมื่อแก้ปัญหาย่อยได้หมดทุกข้อก็เท่ากับแก้ปัญหาที่ตัวเอง

4. จัดบรรยากาศในการเรียนการสอนหรือจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนให้มีเปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่า เขาสามารถคิดค้นและปรับเปลี่ยนอะไรได้บ้างในบทบาทที่ต่างกัน เป็นการให้ออกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอ

5. ฝึกฝนแก้ปัญหาหรือการแก้ปัญหาปัญหาใดๆก็ตาม ผู้สอนไม่ควรบอกวิธีการ แก้ปัญหาให้ตรงๆ เพราะถ้าบอกให้แล้วผู้เรียนจะไม่ได้ใช้ยุทธศาสตร์การคิดของตนเอง

สำราญ วังนุราช (2542) ได้ให้แนวทางในการจัดการเรียนการสอนในกระบวนการ การแก้ปัญหา ดังนี้

1. สอนให้นักเรียนเข้าใจในความหมาย และประเภทของการแก้ปัญหา

2. สอนให้นักเรียนเข้าใจในเทคนิคการแก้ปัญหาแบบขั้นตอนเดียว และฝึกให้ นักเรียนใช้เทคนิคดังกล่าวซึ่ง ได้แก่ การคิดถอยหลัง การทำปัญหาให้ง่ายลง การพิจารณาปัญหา โดยรวมและเฉพาะการสุ่มและลองผิดลองถูก การใช้กฎ การใช้คำใบ้การใช้วิธีผ่าครึ่ง การสร้างตาราง หรือกราฟ การสร้างแบบจำลอง และการแสดงท่าทางประกอบ

3. สอนให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนในการแก้ปัญหาแบบหลายขั้นและฝึกให้ใช้ขั้นตอน ดังกล่าวแก้ปัญหาซึ่งได้แก่ สำรวจปัญหา ระบุปัญหา หาทางแก้ไขที่หลากหลาย เลือกทางที่คิดว่า ดีที่สุด ออกแบบวิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา เลือกการออกแบบที่ดีที่สุดมาใช้รวบรวมผลและ ดีความ การแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหา

ทิศนา แคมมณี (2550: 9-14) กล่าวถึงกระบวนการที่ครูจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนใน การคิดแก้ปัญหา มีดังนี้

1. การสังเกต / การสงสัย

2. การอยากรู้คำตอบในสิ่งที่สงสัย

3. การแสวงหาคำตอบในเรื่องที่สงสัย

4. การคาดคะเนคำตอบในเรื่องที่สงสัย โดยเรื่องโยงความรู้และประสบการณ์เดิม การใช้เหตุผล การคิดริเริ่ม การใช้จินตนาการ

5. การรวบรวมข้อมูลในเรื่องที่สงสัย โดยวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูล การแจกแจง ข้อมูล การกำหนดแหล่งข้อมูล การลงมือเก็บข้อมูล

6. การพิจารณาข้อมูลและสรุปข้อมูลในเรื่องที่สงสัย โดยการวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบการแยกแยะข้อมูล การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การเชื่อมโยงข้อมูล การใช้เหตุผล การประเมินข้อมูล และการลงสรุปข้อมูล

7. การทดสอบคำตอบในเรื่องที่สงสัย และสรุปผลการทดลอง

8. การสรุปคำตอบในเรื่องที่สงสัย

มังกร ทองสุขดี (2552: 5-10) กล่าวถึงวิธีการฝึกให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ฝึกให้เด็กทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กันมานาน เป็นวิธีที่มีประโยชน์อยู่เสมอ การทำงานช่วยให้เรามีประสบการณ์เพิ่มขึ้นย่อมจะช่วยให้เรามีหนทางในการคิดแก้ปัญหามากขึ้น

2. ฝึกให้เด็กมีการทดสอบอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครู อาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะนำให้นักเรียนกระทำกิจกรรมบางอย่างหรือ การแสดง การสาธิต เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นั้น อาจหาแนวทางต่างๆ ช่วยได้เป็นอย่างดีการสอนเนื้อหาวิชา บางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา โดยการทดลองค้นคว้า จากแหล่งวิชาการต่างๆ

3. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผลแก่ตนเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจเป็นการเชื่อแบบลางสังหรณ์ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของตนเอง มีนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์

4. ให้อ่านการวิจารณ์ (Critical thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้ กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ปัญหาออกเป็นชั้นๆ ดังนี้

4.1 การกำหนดปัญหา

4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง

4.3 ตั้งสมมติฐาน

4.4 ประเมินผล วิธีการคิดแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถนำไปใช้ใน อนาคตได้อีกด้วย นอกจากนั้นครูควรแนะนำทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือทำในเรื่องเหล่านี้ด้วย

1. ฝึกให้อ่านการวิเคราะห์-สังเคราะห์ (Analysis-Synthesis)

2. ฝึกให้อ่านการฝึกความเห็น (Suggestion) การฝึกหรือกระตุ้นฝึกให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเองเพราะการคิดช่วยให้นักเรียนของนักเรียนดีขึ้นดีกว่าการฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำเพียงอย่างเดียว ครูต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจแสดงออกทางความคิดเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้ จากที่กล่าวมาข้างต้น

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหานั้น ครูมีบทบาทสำคัญในการฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะนี้ด้วยตนเองมากที่สุด โดยครูทำหน้าที่เป็นโค้ช คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือเมื่อเกิดความจำเป็นจริงๆ เท่านั้นเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดหาวิธีการด้วยตนเองมากที่สุด และสิ่งสำคัญที่สุดคือการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด การส่งเสริมให้ กำลังใจ ข้อเสนอแนะ และวิธีการใหม่ๆ จนกว่าผู้เรียนจะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

3. กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่างที่จะช่วยให้การแก้ปัญหามุ่งบรรลุได้ตามจุดมุ่งหมาย ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหานั้นจะมีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่าน เสนอแนวคิดและขั้นตอน ดังนี้

Bloom (1976) เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้ตอบปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบ เคยเห็น และ เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะได้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่

ขั้นที่ 3 การแยกแยะของปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎีหลักการ ความคิดและวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

Weir (1974: 17) ได้สรุปขั้นตอนในการ แก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุปัญหา (Statement of the Problem)
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Defining the Problem or Distinguishing Essential Features)
3. ขั้นเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Searching for and Formulating a Hypothesis)
4. ขั้นตรวจสอบวิธีการ (Verifying the Solution)

Llewellyn (2002) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์โดยมีลักษณะ เป็นวงจร ดังนี้

1. ระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข (Defining the Problem to be Solved) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องวิเคราะห์เพื่อพิจารณาเลือกปัญหาที่ต้องการแก้ไขจากสถานการณ์ที่กำหนด

2. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา (Sollecting and Analyzing Information about the Problem) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องคิดวิเคราะห์และใช้ทักษะการรวบรวม ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยใช้ประสบการณ์เดิมและความรู้ต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์

3. คิดวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Generating Possible Solutions to the Problem) เป็นขั้นที่นักเรียนระดมสมองเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการสื่อสาร สนทนาถึง ประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข อาศัยมุมมองที่หลากหลายและการคิดนอกกรอบ

4. เลือกและออกแบบกลยุทธ์หรือวางแผนเพื่อแก้ปัญหา (Selecting and Designing a Strategy or Plan) นักเรียนตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่โดยวางแผนวัสดุที่ต้องการใช้ เป็นไปได้ แหล่งความรู้ที่จำเป็น และขั้นตอนการสร้างอย่างชัดเจน

5. ปฏิบัติตามแผนที่กำหนด (Implementing a Plan to Solve the Problem) นักเรียนลงมือแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้มีการบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในรูปตารางหรือกราฟ

6. ประเมินและสื่อสาร เผยแพร่ผลการแก้ปัญหา (Evaluating and Communicating the Results) นักเรียนทดสอบวิธีแก้ปัญหาที่ได้ปฏิบัติหากยังไม่บรรลุผลสามารถ ย้อนกลับไปยังขั้นตอนที่ 2 เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอีกครั้ง

สวิตช์ มูลค่า (2547: 28) สรุปขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาเป็นการทบทวนปัญหาที่พบเพื่อทำความเข้าใจให้่องแท้ในประเด็นต่างๆ รวมทั้งการกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานหรือหาสาเหตุของปัญหา เป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหา โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ช่วยในการ

ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา เป็นการคิดหาวิธีการ เทคนิคเพื่อแก้ปัญหาและกำหนดขั้นตอนย่อยของการแก้ปัญหาไว้อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่างๆ ตามแผนที่วางไว้ ซึ่งขั้นนี้จะเป็นขั้นของการทดลองและลงมือแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน เป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์วินิจฉัยว่ามีความถูกต้อง เทียงตรงและเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดและทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 6 สรุปผล เป็นการประเมินผลวิธีการแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ผลดีที่สุด โดยอาจสรุปในรูปของหลักการที่จะนำไปอธิบายเป็นคำตอบตลอดจนนำความรู้ไปใช้

2.5.4 การประเมินทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา

Charles, Lester & O'Daffer (1987) แนะนำวิธีประเมินผลการแก้ปัญหา ไว้ 4 วิธี ได้แก่ (1) การสังเกตและการถามคำถามนักเรียน (Observing and Questioning) (2) การประเมินโดยใช้ข้อมูลจากการประเมินตนเองของนักเรียน (Using self-assessment data from students) (3) การให้คะแนนรูบริก (Rubric Scoring) และ (4) การใช้แบบทดสอบ (Using Tests) รายละเอียด ดังนี้

วิธีที่ 1 การสังเกตและการถามคำถามนักเรียน เป็นวิธีการประเมินที่มีคุณค่ามาก สามารถใช้ประเมินในขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลหรือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มโดยครูจะประเมิน ในขณะที่ตรวจตราไปยังกลุ่มต่างๆ ขณะที่นักเรียนกำลังลงมือแก้ปัญหาในขณะที่ครูสังเกตและ ถามคำถามนักเรียนครูจะต้องบันทึกข้อมูลที่ได้ให้ตรงประเด็นทันทีที่ได้ข้อมูล เครื่องมือที่ครูใช้ใน การบันทึกข้อมูล

ประกอบด้วย แบบบันทึกผลการสังเกต (Comment Card) แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) และมาตราการประเมิน (Rating Scale)

วิธีที่ 2 การประเมินโดยใช้ข้อมูลจากการประเมินตนเองของนักเรียน เป็นวิธีการ ประเมินที่ใช้ในการประเมินผลการแก้ปัญหา การประเมินด้วยวิธีนี้จะได้รับประโยชน์มากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับสิ่งที่นักเรียนสะท้อนเกี่ยวกับความรู้สึก ความเชื่อ ความตั้งใจ รูปแบบการคิดและอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาออกมามาน้อยและตรงตามความเป็นจริงแค่ไหน

วิธีที่ 3 การให้มีการคะแนนรูบรีค เป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากงานที่นักเรียนทำหรือพฤติกรรมที่แสดงออกมีการกำหนดคะแนน พร้อมระบุรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม ซึ่งการให้คะแนนแบบรูบรีค นิยมใช้ในการประเมินงานเขียน มี 2 แบบ คือ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ และการให้คะแนนแบบองค์รวม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic Scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องประเมิน เช่น เมื่อต้องการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอาจแยกพิจารณาเป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา กลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบของปัญหา ในการให้คะแนนจะกำหนดเกณฑ์ของคะแนนในแต่ละด้านแล้วรายงานผลโดยจำแนกเป็นด้านๆ และอาจสรุปรวมคะแนนทุกด้านด้วยก็ได้ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์มักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน แล้วนำผลการประเมินที่ได้ไปส่งเสริมจุดเด่นหรือแก้ไขจุดด้อยเหล่านั้น การประเมินผลโดยให้คะแนนแบบวิเคราะห์จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกต และการใช้คำถาม

2. การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic Scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลงานของนักเรียน โดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงาน หรือ พฤติกรรมของนักเรียนที่ควรมี เป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ไม่ต้องแยกแยะเป็นด้านๆ การให้คะแนนแบบองค์รวม มักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสิน หรือสรุปผลการ เรียนของนักเรียน เป็นการประเมินที่เหมาะสมสำหรับการประเมินที่มีพิสัยกว้างๆ และต้องการผลที่เป็น ภาพรวมกว้างๆ การประเมินผลด้วยวิธีนี้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับวิธีการประเมินผล อย่างอื่น เช่น การสังเกต การใช้คำถาม วิธีที่ 4 การใช้แบบทดสอบ แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลการแก้ปัญหา มี 2 ประเภท ได้แก่ 1. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-Choice Test) แบบทดสอบชนิด เลือกตอบ ประกอบด้วยข้อคำถาม ซึ่งแต่ละข้อคำถามจะมีตัวเลือกหลายๆ ตัวเลือกให้นักเรียนเลือกที่ คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว 2. แบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ (Completion Test) แบบทดสอบชนิดเติม คำตอบเป็นแบบทดสอบที่เว้นช่องว่างเอาไว้ให้เพื่อนักเรียนเติมคำ ตัวเลข ชุดของสัญลักษณ์ หรือ ประโยคที่คิดว่าถูกต้องลงในช่องว่าง

2.5.5 ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

การแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative Problem Solving) เป็นการแก้ปัญหาร่วมกัน ตั้งแต่ 2 คน ขึ้นไป โดยนำผลประโยชน์ที่ต้องการเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการคิดเพื่อหาทางออก มากกว่า การประนีประนอม กับทุกฝ่าย ซึ่งการแก้ปัญหามีวิธีการและทางออกมากกว่าหนึ่งทางที่สามารถน าทุกฝ่ายไปสู่จุดที่พอใจ และ ได้รับผลประโยชน์สูงสุด

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2557) กล่าวว่า การแก้ปัญหาแบบร่วมมือเป็นการร่วมมือกันแก้ปัญหาที่ประกอบด้วยคนสองคนขึ้นไป โดยยึดประโยชน์ที่จะได้รับจากการแก้ปัญหาเป็นหลักเพื่อกระตุ้นให้เกิดความร่วมมือในการหาทางออก โดยวิธีการแก้ปัญหาสามารถมีได้มากกว่าหนึ่งวิธี นอกจากนี้ ธีรญา ไชยเดช และคณะ (2560) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือว่าเป็นความสามารถของผู้เรียนที่ร่วมแก้ปัญหาในกระบวนการกลุ่ม โดยประกอบด้วยสมรรถนะหลัก 3 ด้าน ดังนี้ (1) การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (2) การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาและ (3) การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม โครงการ PISA ประเทศไทย (2561) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาแบบร่วมมือซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเป็นความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ต้องทำงานเป็นกลุ่ม และ Fiore and other (2017) กล่าวว่า การแก้ปัญหาแบบร่วมมือเกิดจากความร่วมมือ (Sollaboration) และการแก้ปัญหา (Problem Solving) โดยอาศัยความร่วมมือจากคนหลายคน ทั้งนี้ยังประกอบทักษะอื่น เช่น การสื่อสารระหว่างกัน การแลกเปลี่ยนความคิด การแบ่งปันผลการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

2.5.6 องค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

เอกรินทร์ อัจชะกุลวิสุทธิ์ (2557) กล่าวว่า องค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ดังนี้

1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน หมายถึง นักเรียนรู้และเข้าใจข้อสารสนเทศที่สำคัญ รู้จุดเด่นจุดด้อยที่เกี่ยวข้องกับงานที่กลุ่มกำลังดำเนินการแก้ไข รวมทั้งมีการสื่อสารข้อสารสนเทศต่างๆ มีการติดตาม แก้ไขและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันตลอดการทำงาน

2. การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา หมายถึง นักเรียนเข้าใจปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม มีการสื่อสารในขณะทำงานร่วมกันอาจเป็นการอภิปราย การต่อรอง การให้เหตุผลหรือการโต้แย้งก็ได้ นอกจากนี้ยังรวมถึงการที่นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้ด้วย

3. การสร้างและเก็บรักษาระเบียบของกลุ่ม การสร้างและเก็บรักษาระเบียบของกลุ่ม หมายถึง นักเรียนเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและสมาชิกในกลุ่ม ติดตามและรักษากฎระเบียบที่มี

ร่วมกัน รวมทั้งมีการสื่อสาร ถ่ายทอดข้อสารสนเทศที่สำคัญและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการทำงานให้สมาชิกในกลุ่มทราบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2560) องค์กรประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 ดังนี้

1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (Establishing and maintaining shared understanding) หมายถึง นักเรียนต้องสามารถระบุสิ่งที่สมาชิกแต่ละคนรู้เกี่ยวกับปัญหา สามารถระบุมุมมองเกี่ยวกับการทำงานของสมาชิกในกลุ่ม รวมทั้งสร้างความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับปัญหา แสดงความคิดเห็นเมื่อมีสมาชิกในกลุ่มร้องขอ ติดตามและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกันได้ ซึ่งนักเรียนต้องอาศัยการพูดคุยสื่อสารกันเป็นสิ่งสำคัญ ทักษะเหล่านี้จะเกยโยงไปยังการรู้จักตนเองของนักเรียนและรู้จักความสามารถของสมาชิกในกลุ่มด้วย

2. การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (Taking appropriate action to solve the problem) หมายถึง นักเรียนต้องสามารถระบุประเภทของกิจกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและดำเนินการตามลำดับขั้นตอนที่เหมาะสมกับปัญหา มีความเข้าใจถึงข้อจำกัดของปัญหาลงมือปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมายพร้อมทั้งติดตามผลการดำเนินงานด้วย ทั้งนี้ความสามารถในด้านนี้ยังจำเป็นต้องอาศัยการพูดคุยสื่อสาร เช่น การอธิบาย การแสดงเหตุผล การเจรจาต่อรองหรือการโต้แย้งอย่างมีเหตุมีผลเพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้ที่จะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพต้องรู้และเข้าใจข้อจำกัดต่างๆ ตามกฎเกณฑ์ แก้ไขปัญหาได้ตรงประเด็นและประเมินผลของการแก้ปัญหาด้วย

3. การสร้างและเก็บรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and maintaining team organization) หมายถึง นักเรียนต้องเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและของสมาชิกในกลุ่มโดยมีการแบ่งหน้าที่กันตามความสามารถและความถนัดของสมาชิกแต่ละคน ใช้ความรู้ของผู้ที่มีความชำนาญในกลุ่มเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ปฏิบัติตามกฎระเบียบของกลุ่ม ฝึติดิตตามรักษากฎระเบียบให้เป็นไปตามที่ตกลงไว้อยู่เสมอ รวมทั้งส่งเสริมให้มีการสื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่มเพื่อให้การดำเนินงานบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะสามารถดำเนินการจนเสร็จภารกิจและสามารถสะท้อนความคิดเห็นที่มีต่อความสำเร็จในการดำเนินงานด้วย

Fiore and other (2017) องค์กรประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ดังนี้

1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน (establishing and maintaining shared understanding) นักเรียนจำเป็นต้องสามารถระบุได้ว่าสมาชิกแต่ละคนมีความรู้อะไร (แต่ละคนในกลุ่มรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหา) ระบุได้ว่าสมาชิกแต่ละคนมีมุมมองเกี่ยวกับการทำงานร่วมกัน ซึ่งการที่จะทำให้ทราบถึงสิ่งเหล่านี้ได้จะต้องอาศัยการแบ่งปันมุมมองเกี่ยวกับปัญหาโดยการสื่อสารพูดคุยและทำกิจกรรมร่วมกัน แบ่งปันข้อมูลที่จำเป็นให้กับสมาชิกในกลุ่มเพื่อให้การทำงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี นอกจากนี้ยังต้องมีการตรวจสอบว่าสมาชิกแต่ละคนได้อะไรบ้าง มีการเจรจาต่อรองเพื่อหาข้อตกลงร่วมกันและแก้ไขการสื่อสารที่ยังบกพร่อง

2. การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา (Taking Appropriate Action to Solve the Problem) นักเรียนจำเป็นต้องสามารถระบุประเภทของกิจกรรมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาและดำเนินการตามขั้นตอนที่เหมาะสมเพื่อให้พบแนวทางการแก้ปัญหานั้น การลงมือปฏิบัติและการสื่อสาร เช่น การอธิบาย การแสดงความคิดเห็น การให้เหตุผลและการเจรจาต่อรอง เป็นต้น ล้วนมีความจำเป็นที่จะทำให้สามารถแก้ปัญหาได้

3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม (Establishing and Team Organization) นักเรียนต้องรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเองและสมาชิกในกลุ่ม คำนึงถึงความสามารถและจุดเด่นของแต่ละคน มีความเข้าใจและเคารพกฎกติกาของกลุ่มรวมถึงเข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย นอกจากนี้นักเรียนต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ มีการสะท้อนผลเกี่ยวกับความสำเร็จของการแก้ปัญหาที่ได้ดำเนินการร่วมกัน

ศิริวรรณ สีทา, 2563 กล่าวถึงองค์ประกอบของการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ดังนี้

1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหา การแบ่งปันความรู้ ความเข้าใจ และมุมมองเกี่ยวกับปัญหาของตนเองให้กับสมาชิกในกลุ่ม รวมทั้งการติดตามและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน

2. การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการร่วมกันกำหนดเป้าหมายการแก้ปัญหา ระบุวิธีแก้ปัญหาและวางแผนการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยคำนึงถึงข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา สามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งมีการติดตามผลการดำเนินงานว่าเป็นไปตามข้อตกลงหรือไม่

3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม หมายถึง ความสามารถในการระบุบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มให้ตรงตามความสามารถและความถนัด สามารถทำตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย มีการกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่มมีการสื่อสารระหว่างกัน สามารถสะท้อนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานให้สมาชิกในกลุ่มทราบ

ลักษณะกระบวนการที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

1. การตัดสินใจเป็นกลุ่ม (group decisions making tasks) เช่น มีการโต้เถียง ชัดแย้ง โต้ว่าที่ การตกลง ประนีประนอม หรือการลงมติเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ

2. การประสานงานในกลุ่ม (group coordination tasks) เช่น มีการทำงานร่วมกัน หรือการแก้ปัญหาแบบจิ๊กซอว์ ที่ข้อมูลสำคัญจะถูกเปิดเผยเพื่อแบ่งปันร่วมกัน

3. การสร้างชิ้นงาน (group production tasks) เช่น กลุ่มร่วมกันสร้างชิ้นงาน เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์ การเขียนรายงาน

2.5.7 ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การออกแบบการเรียนการสอนที่นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ร่วมในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โดยผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์อย่างเป็นขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนจะฝึกฝนผู้เรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์ดังนี้ (สุธิดา การิณี, 2561)

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นขั้นตอนของการทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ เพื่อกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องแก้ไข โดยเครื่องมือที่จะนำไปใช้ในการดำเนินการในขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผังก้างปลา ทักษะ การตั้งคำถาม 5W1H การระดมสมอง ดังนี้

ความคิดริเริ่ม สำหรับการคิดมองปัญหาที่แตกต่างจากเดิม หรือเป็นการมองต่างมุม ซึ่งส่งผลให้ ผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหาที่ตรงกับสถานการณ์ที่ตนเองประสบ

ความคิดคล่อง สำหรับการกำหนดประเด็นปัญหา และความสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่คิดกับความรู้หรือ ประสบการณ์เดิมของตนได้อย่างรวดเร็ว และได้ข้อมูลจำนวนมาก

ความคิดละเอียดละออ สำหรับการคิดให้ได้ข้อมูลที่ เป็นรายละเอียดเกี่ยวกับกรอบของปัญหา จะส่งผลให้สามารถขยายข้อมูลของประเด็นปัญหาที่จะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษา และรวบรวมข้อมูลต่อไป

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนของการศึกษาค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ได้ขั้นที่ 2 มีหลายรูปแบบโดยทั่วไปคือ รูปแบบของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การระดมสมอง และ การทำแผนที่ความคิดเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ดังนี้

ความคิดละเอียดละออ สำหรับการคิดพิจารณาเกี่ยวกับการคัดเลือกแหล่งข้อมูลที่จะนำมาใช้ การพิจารณาเกี่ยวกับข้อมูลและสารสนเทศที่รวบรวมมาสามารถนำมาใช้ในการสนับสนุนการแก้ปัญหาได้เพียงพอ

ความคิดยืดหยุ่น สำหรับการคิดหาข้อมูลหลายประเภทที่จะนำ มาใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา นอกจากนี้ ขั้นที่ 2 ยังได้รวมการพิจารณาและการตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา โดยผู้เรียนจะกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา จากนั้นจึงใช้กระบวนการตัดสินใจเลือก แนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ ซึ่งผู้เรียนอาจใช้วิธีการสร้างตาราง ตัดสินใจ ซึ่งวิธีการนี้จะเป็นสิ่งที่ช่วยฝึกให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

ความคิดยืดหยุ่น สำหรับการคิดและตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ได้แก่ การที่ผู้เรียนสามารถคิดแนวทางการแก้ปัญหาได้หลากหลายไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสำหรับแก้ปัญหา หรือการมีข้อจำกัดด้านเวลา เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนเพื่อถ่ายทอดแนวคิดของวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถทำได้ด้วยการใช้ซอฟต์แวร์ช่วยออกแบบเพื่อสื่อสารแนวคิดให้ผู้อื่น ดังนี้

ความคิดริเริ่ม สำหรับการคิดเพื่อออกแบบชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร และสามารถใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้

ความคิดยืดหยุ่น สำหรับการคิดหาสิ่งทดแทนเพื่อนำมาใช้ประกอบการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา

ความคิดละเอียดละออ สำหรับการคิดในรายละเอียดรอบด้านเพื่อความสมบูรณ์ของชิ้นงาน หรือวิธีการที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

1) การวางแผนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ไม่ว่าจะเป็นส่วนของการสร้าง ชิ้นงานหรือวิธีการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ซึ่งการวางแผนการทำงานจะเป็นการช่วยฝึกให้ ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในบางลักษณะ เช่น

ความคิดยืดหยุ่น สำหรับการคิดดัดแปลงและออกแบบชิ้นงาน จากวัสดุที่สามารถหาได้ง่าย ในท้องถิ่น

ความคิดละเอียดละออ สำหรับการคิดและออกแบบชิ้นงานโดยมีการใส่รายละเอียด เพื่อแต่งหรือขยายความคิดของชิ้นงานให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2) การดำเนินการแก้ปัญหา โดยผู้เขียนลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการตามแบบที่ได้ร่างไว้ จนกระทั่ง ได้ผลงานหรือชิ้นงานที่จะสามารถนำไปใช้ทดสอบ แต่บางครั้งการดำเนินการแก้ปัญหามักเป็นการช่วยผู้เรียน ได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ในบางลักษณะ เช่น ความคิดยืดหยุ่นสำหรับการปรับเปลี่ยนแผนการดำเนินงาน ในบางช่วงเพื่อให้สามารถสร้างชิ้นงานได้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นตอนของการ ตรวจสอบชิ้นงานในประเด็นต่างๆ ได้แก่ ชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีรูปแบบตรงกับแบบร่างหรือไม่ และชิ้นงานที่สร้าง ขึ้นสามารถทำงานได้หรือไม่ ดังนี้

ความคิดละเอียดละออ สำหรับการคิดเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่เกิดจากการทดสอบว่ามาจากสาเหตุใด และมีวิธีการแก้ไขอย่างไร

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นตอนของการสื่อสารถึงผลที่เกิด ขึ้นกับการพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาไปยังผู้ฟัง เป็นการสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยขั้นตอนนี้จำเป็นต้องมีการเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นัตยา หัสมินทร์ และธิตยา บงกชเพชร (2565) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและใช้วิธีการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือคือ 1) กำหนดสถานการณ์ที่ทันสมัยและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน 2) กำหนดภาระงานที่ท้าทายในชั้นเรียน ได้แก่ การทดลอง การสร้างชิ้นงาน และการทดสอบ 3) กระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดและมีการประเมินความเข้าใจร่วมกันผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถระดับสูงและปานกลางเมื่อพิจารณาสมรรถนะที่พัฒนาดีที่สุด คือ สมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกรุป รองลงมา คือ สมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน และลำดับสุดท้าย คือ สมรรถนะการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

ดุสิต ทองสุขนอกและ ญัฐกานต์ ศาสตร์สูงเนิน (2565) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่อง โยเกิร์ตข้าวพบว่า งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เรื่อง โยเกิร์ตข้าว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธราพรสาทเพชรวิทยา จังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จ านวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง โยเกิร์ตข้าว จำนวน 1 แผน ใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จ านวน 30 ข้อ 3) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จ านวน 30 ข้อ และ 4) แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) จ านวน 20 ข้อ สถิติที่

ใช้ วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้การทดสอบค่าที่ t test (Dependent sample) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณา การ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง โยเกิร์ตข้าว หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กฤษณะ พวงระย้า และคณะ (2564) ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาครูเคมี ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่า การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักศึกษาครูเคมีโดยกำหนดจุดประสงค์การวิจัยดังนี้ 1) เพื่อออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และ 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหา ของนักศึกษาครูเคมีก่อนและหลังการใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษาครูชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเคมี จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) กิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มแบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ 2) แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ การระบุปัญหา การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง แนวคิดในการแก้ปัญหา การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และการทดสอบ ปรับปรุง และประเมินผล ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า นักศึกษาครูเคมีมีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงขึ้น

ชาญณรงค์ เพ็ชรไทย และ วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2564) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เรื่องการคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นสมรรถนะที่จำเป็นในการใช้ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง แต่การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังอยู่ในที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ยังไม่เป็นที่น่าพอใจดังนั้นการวิจัยนี้ จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง การคำนวณพื้นที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 35 คน ของโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในภาคตะวันตก ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ใบกิจกรรม และแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลตามการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 3 กระบวนการ ได้แก่ 1) การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ 2) การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา 3) การตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยจากใบกิจกรรม และแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกันพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ใน 2 ด้าน คือ ด้านการคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการ

แก้ปัญหาส่วนด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านนี้ในใบกิจกรรมแต่ไม่พบในแบบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

หทัยรัตน์ ชุ่มเชื้อ และสกันธ์ชัย ชะนูนันท์ (2564) ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า งานวิจัยเชิงคุณภาพนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet ที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้า ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 19 คน ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการสะท้อนผลและแบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพแบบสามเส้า ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet มีลักษณะดังนี้ครูให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยระหว่างสมาชิกในกลุ่มเพื่อกำหนดบทบาทตามความสามารถ แล้วร่วมกันระบุปัญหา และเป้าหมายของการเรียนรู้จากสถานการณ์ หลังจากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล โพสต์ข้อมูลลงบนกระดานในสื่อออนไลน์ Padlet เพื่อร่วมกันคัดเลือกข้อมูลและลงมือแก้ปัญหา สุดท้ายนักเรียนร่วมกันประเมินผลงานของกลุ่มเพื่อให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุด และนำเสนอผลการแก้ปัญหาให้สมาชิกต่างกลุ่มสะท้อนผลในสื่อออนไลน์ Padlet และ 2) หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet นักเรียนส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูง

ชนกกานต์ เนตรรัศมี สิริินภา กิจเกื้อกุล และ รัตนา สนั่นเมือง (2562) ศึกษาการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่องเคมีสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าการวิจัยปฏิบัติการมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง เคมีสิ่งแวดล้อม ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในปีการศึกษา 2559 รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้เข้าร่วมวิจัยมีจำนวน 38 คนเครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกสะท้อนผล และแบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือควรจะเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนร่วมมือกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จะประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นค้นหาปัญหา 2) ขั้นสร้างแนวคิด 3) ขั้นเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด 4) ขั้นวางแผนลงมือปฏิบัติและ 5) ขั้นตรวจสอบและปรับปรุงซึ่งการจัดการเรียนรู้นี้

แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้งหมด 5 ขั้นตอนนี้สามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของผู้เรียนได้โดยเฉพาะสมรรถนะการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหามากที่สุด รองลงมาคือสมรรถนะการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน และสมรรถนะการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มตามลำดับ

สายชล สุกร และ สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ (2562) ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพอลิเมอร์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) ศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และ 2) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเป็นวงจร PAOR ที่ต่อเนื่องกัน 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ใช้สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การเน้นกระบวนการกลุ่ม มีการกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนสะท้อนความคิดและประเมินความเข้าใจร่วมกันผ่านการอภิปราย และมีการติดตามอย่างใกล้ชิดจะทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ดีขึ้น 2) นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 สอดคล้องกับผลการทดสอบด้วยแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ซึ่งมีนักเรียนกว่าร้อยละ 72.78 อยู่ในระดับสูง

ธิดารัตน เสือคง(2561) ศึกษาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับอาชีวศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ความคิดเห็นของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในโครงการโรงเรียนฐานวิทยาศาสตร์ วิทยาลัย เกษตรและเทคโนโลยีลำพูน ประชากรในการวิจัย ได้แก่ ครูผู้สอนและครูพี่เลี้ยงจำนวน 13 คน และ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1-3 จำนวน 83 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบบันทึกภาคสนาม ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์และสังเกตพฤติกรรมของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลโดยการวิเคราะห์เนื้อหาและการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาของวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลำพูน ได้รับ ความร่วมมือในการจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) จากหน่วยงาน ดังนี้ 1) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลำพูน

2) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาร่วมกับ British council และ Newton Fund
 3) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (มทร.ล้านนา) จากกระบวนการจัดการเรียนรู้จากทั้ง 3
 หน่วยงานทำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ และเป็นการเสริมทักษะกระบวนการคิด
 สร้างสรรค์ กระบวนการทำงานร่วมกัน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. ความคิดเห็นของนักเรียนกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมอยู่ในระดับ
 มาก ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.61 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอยู่ใน
 ระดับ มาก 3 ด้าน ปานกลาง 1 ด้าน เมื่อเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อย 3 อันดับ พบว่า
 ด้านการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน มากที่สุด รองลงมา ด้านหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้
 สมรรถนะรายวิชา และด้านอุปกรณ์ สื่อการเรียนการสอน อาคารสถานที่

ชนะชัย ทะยอม สิริินภา กิจเกื้อกูล และ จินตนา กล่ำเทศ (2560) ศึกษาการวิจัยปฏิบัติการ
 เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐาน
 ของการใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียน
 พิเศษวิทยาศาสตร์ พบว่า การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะและผลของการจัดการ
 เรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐานของการใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริม
 สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้ 1) การระบุประเด็นปัญหา 2) การสืบค้นข้อมูล
 3) การอธิบายหรือโต้แย้ง 4) การนำเสนอ 5) การประเมิน และ 6) การสะท้อนผล กลุ่มเป้าหมาย
 คือ นักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย
 แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบบทดสอบสมรรถนะ
 การแก้ปัญหาแบบร่วมมือแบบบันทึกการสะท้อนผล และแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนผลการวิจัย
 พบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ คือ การ
 กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การกำหนดภาระงานที่มากในชั้น
 เรียน ได้แก่ การทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของการแก้ปัญหาการสร้างชิ้นงาน และการทดสอบผล
 การแก้ปัญหา เป็นต้น และการกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดและมีการประเมินความเข้าใจร่วมกัน
 ผ่านการอภิปรายโต้แย้ง 2) นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเพิ่มขึ้นตามลำดับ
 จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทำย
 วงจรปฏิบัติการที่ 3 ด้วยการใช้แบบทดสอบสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่
 มีสมรรถนะในระดับสูงและกลางของแต่ละสมรรถนะย่อย แต่เมื่อพิจารณาสมรรถนะที่นักเรียน
 พัฒนาได้ดีที่สุด คือ สมรรถนะ “การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม” รองลงมา คือ สมรรถนะ “การ
 สร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน” และลำดับสุดท้าย คือ สมรรถนะ “การเลือกวิธีการ
 ดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา”

ธีรญา ไชยเดช สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และวิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์ (2560) ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ พบว่า การวิจัยนี้เป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์โดยกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และแบบสังเกตการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 3 สมรรถนะหลัก ได้แก่ การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยประเมินตามเกณฑ์ที่สร้างขึ้น โดยปรับมาจากกรอบการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015 โดยได้แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ โดยนักเรียนร้อยละ 95.8 มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงหลังจากการจัดการเรียนรู้

กมลฉัตร กล่อมอิม (2559) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู พบว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยจะพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ ผ่านประสบการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบัน และความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษายังช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่าลักษณะการบูรณาการกิจกรรมสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้มีหลายแนวทาง อาทิ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะต่างๆ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดประเด็นการศึกษามุ่งไปที่การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยนวัตกรรมจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาวัตกรรมการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ กำหนดแบบแผนการวิจัย (Research design) เป็นแบบ One-Group Pretest-posttest Design คณะผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากร คือนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 8 กลุ่ม รวม 201 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ที่มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 1 กลุ่ม รวม 32 คน

3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 ตัวแปรอิสระ

1. กิจกรรมส่งเสริมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน จำนวน กิจกรรม 3 กิจกรรม ดังนี้

- 1.1 ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี (กิจกรรมการชุบโลหะ)
- 1.2 ปฏิกิริยาการเผาไหม้ (กิจกรรมการเตรียมแก๊ส)
- 1.3 ปฏิกิริยาของเบสกับน้ำมัน (กิจกรรมการทำสบู่)

3.2.2 ตัวแปรตาม

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิตเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

2. ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

- 2.1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน
- 2.2 การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
- 2.3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

3. ความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 ลักษณะของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต หน่วยเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหามีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric score) 4 ระดับ คือ สูง กลาง และต่ำ จำนวน 3 ด้าน ด้านที่ 1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน ด้านที่ 2 การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และ ด้านที่ 3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม จำนวน 12 ข้อ

ฉบับที่ 3 แบบประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

แบบประเมินความพึงพอใจมีลักษณะมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด จำนวน 5 ข้อ

3.3.2 การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

ฉบับที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิตเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต รหัสวิชา 20000-1301 ดังนี้

จุดประสงค์รายวิชา

1) รู้และเข้าใจเกี่ยวกับหน่วยและการวัด แรงและการเคลื่อนที่ นาโนเทคโนโลยี โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ สารและการเปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ และระบบนิเวศ

2) สามารถสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับหน่วยและการวัด แรงและการเคลื่อนที่ อะตอม และธาตุ สารและการเปลี่ยนแปลง ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ และระบบนิเวศ ทำกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและชีวิตประจำวัน

3) มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีต่อการศึกษาและสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมรรถนะรายวิชา

1) แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยและการวัด แรงเคลื่อนที่ นาโนเทคโนโลยี โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ สารและการเปลี่ยนแปลง ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ และระบบนิเวศ

2) คิดคำนวณเกี่ยวกับหน่วยและการวัดแรงและการเคลื่อนที่ตามหลักการ

3) ปฏิบัติกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4) ปฏิบัติทดลองเกี่ยวกับสาร การเปลี่ยนแปลงและปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ หน่วยและการวัด แรงเคลื่อนที่ นาโนเทคโนโลยี โครงสร้างอะตอมและตารางธาตุ สารและการเปลี่ยนแปลง ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพ และระบบนิเวศ

2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน จำนวน 25 ข้อ โดยเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3. นำแบบทดสอบเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความตรงเชิงโครงสร้างและความตรงตามเนื้อหา

4. ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้วนำไปทดสอบกับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

5. ทำการตรวจให้คะแนนและนำมาวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาความยากง่าย (P) อำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่น ดังนี้

- ค่าความยากง่าย (Difficulty) ได้ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.28-0.55 โดยใช้สูตร

$$p = \frac{R_H + R_L}{n_H + n_L}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่าย

R_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ

n_H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูง

n_L แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำ

- ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ได้ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.34-0.68 โดยใช้สูตร

$$r = \frac{R_H - R_L}{n_H}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_H แทน จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ

n_H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูง (ซึ่งมีจำนวนเท่ากับกลุ่มต่ำ: n_L)

- ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.81 โดยใช้สัมประสิทธิ์ของแอลฟา (alpha-coefficient) ของครอนบาค (Cronbach, 1970) ซึ่งมีสูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, 125)

$$r_\alpha = [k / [K-1]] [1 - (\sum S_i^2 / S_t^2)]$$

เมื่อ r_α = ค่าความเชื่อมั่น

S_i^2 = ความแปรปรวนของข้อคำถาม (ข้อที่ 1 ถึงข้อที่ i)

$\sum S_i^2$ = ผลรวมของความแปรปรวนของข้อคำถามแต่ละข้อ

S_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนรวมของข้อคำถามทั้งฉบับ

K = จำนวนข้อในแบบสอบถามทั้งหมด

ฉบับที่ 2 แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน มีขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม(criteria) 3 ด้าน ซึ่งแต่ละด้านกำหนดคะแนนระดับความสามารถ (performance Levels) แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับ 1 2 และ 3 คะแนน

กำหนดประเด็นการประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือดังนี้ ด้านที่ 1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน ด้านที่ 2 การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และ ด้านที่ 3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

2. นำเกณฑ์การประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องของประเด็นในการวัด มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67-1.00

ฉบับที่ 3 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน มีขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลจากทฤษฎีเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. นำข้อมูลมาสร้างข้อความของแบบสอบถาม และนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของข้อความและปรับปรุงแก้ไข

3. ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะแล้วนำแบบประเมินความพึงพอใจไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาค จากสูตรการหาความเชื่อมั่นโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach (Cronbach's Alpha coefficient) ดังนี้

$$r_{\alpha} = [k / [K-1] [1 - (\sum S_i^2 / S_t^2)]$$

เมื่อ r_{α} = ค่าความเชื่อมั่น

S_i^2 = ความแปรปรวนของข้อความ (ข้อที่ 1 ถึงข้อที่ i)

$\sum S_i^2$ = ผลรวมของความแปรปรวนของข้อความแต่ละข้อ

S_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนรวมของข้อความทั้งฉบับ

K = จำนวนข้อในแบบสอบถามทั้งหมด

ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.85

5. นำแบบสอบถามที่ผ่านการหาคุณภาพแล้ว ไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน กับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 เก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน จำนวน 3 สัปดาห์ ดังตารางที่ 3.1
2. ประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังทำกิจกรรมในสัปดาห์ที่ 1 – 3
3. ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิตเรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน ก่อนทำกิจกรรมในสัปดาห์ที่ 1 และหลังจากสัปดาห์ที่ 3
4. ประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน หลังจากสัปดาห์ที่ 3

ตารางที่ 3.1 รูปแบบกิจกรรมเพิ่มเติมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

| สัปดาห์ | เรื่อง | กิจกรรมการเรียนรู้ |
|---------|----------------------|---|
| 1 | กิจกรรมการชุปโลหะ | <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันระบุปัญหาเรื่องการชุปโลหะ 2. ผู้เรียนหาข้อมูล วางแผน และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 3. ผู้เรียนดำเนินการทดลองแก้ปัญหา 4. ผู้เรียนทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา 5. ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา |
| 2 | กิจกรรมการเตรียมแก๊ส | <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันระบุปัญหาเรื่องการเตรียมแก๊ส 2. ผู้เรียนหาข้อมูล วางแผน และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 3. ผู้เรียนดำเนินการทดลองแก้ปัญหา 4. ผู้เรียนทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา 5. ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา |
| 3 | กิจกรรมการทำสบู่ | <ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันระบุปัญหาเรื่องการทำสบู่ 2. ผู้เรียนหาข้อมูล วางแผน และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 3. ผู้เรียนดำเนินการทดลองแก้ปัญหา 4. ผู้เรียนทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา 5. ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา |

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ แบบ STEM-based learning ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

วิเคราะห์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยการหาค่าร้อยละของ E1/E2 เทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

โดยการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) โดยใช้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากกิจกรรมการชุปโลหะและกิจกรรมการเตรียมแก๊ส และวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) โดยใช้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากกิจกรรมการทำสบู่

2. การวิเคราะห์คะแนนทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

วิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน จำนวน 3 กิจกรรม ดังนี้ กิจกรรมการชุปโลหะ กิจกรรมการเตรียมแก๊ส และ กิจกรรมการทำสบู่

โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ด้วยเกณฑ์ดังต่อไปนี้

เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย

| | |
|-----------------------|---|
| ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.00 | หมายถึง มีทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ อยู่ในระดับสูง |
| ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 | หมายถึง มีทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ อยู่ในระดับปานกลาง |
| ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 | หมายถึง มีทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ อยู่ในระดับต่ำ |

3. การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิตเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน

วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิตเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน

โดยการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยการทดสอบด้วยสถิติ t-test

4. การวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

วิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และ แปลความหมายของค่าเฉลี่ยด้วยเกณฑ์ดังต่อไปนี้

เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย

| | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 | หมายถึง มีความพึงพอใจ | อยู่ในระดับมากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 | หมายถึง มีความพึงพอใจ | อยู่ในระดับมาก |
| ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 | หมายถึง มีความพึงพอใจ | อยู่ในระดับปานกลาง |
| ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 | หมายถึง มีความพึงพอใจ | อยู่ในระดับน้อย |
| ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 | หมายถึง มีความพึงพอใจ | อยู่ในระดับน้อยที่สุด |

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาวัตกรรมการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์
นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ แบบ STEM-based learning ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่อง
ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน

โดยนำเสนอ ดังตารางที่ 4.1

4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนา
ทักษะชีวิต เรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน

โดยนำเสนอ ดังตารางที่ 4.2 – 4.4

4.3 ผลการวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณา
การกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน

โดยนำเสนอดังตารางที่ 4.5

4.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการ
ออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน

โดยนำเสนอดังตารางที่ 4.6

4.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ แบบ STEM-based learning ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 4.1: ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้

| นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ | ประสิทธิภาพ | |
|-------------------------------------|--------------|--------------|
| | คะแนน | ร้อยละ |
| กระบวนการ | | |
| กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมการชุบโลหะ | 918 | 79.69 |
| กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมการเตรียมแก๊ส | 950 | 82.47 |
| ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) | 1,868 | 81.07 |
| ผลลัพธ์ | | |
| กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมการทำสบู่ | 969 | 83.33 |
| ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) | 969 | 83.33 |

จากตารางที่ 4.1 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ แบบ STEM-based learning ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) จากกิจกรรมที่ 1 เรื่องกิจกรรมการชุบโลหะและกิจกรรมที่ 2 เรื่องกิจกรรมการเตรียมแก๊ส ซึ่งคิดเป็นคะแนนรวมระหว่างทำกิจกรรมร้อยละ 81.07 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) จากกิจกรรมที่ 3 เรื่องกิจกรรมการทำสบู่ ซึ่งคิดเป็นคะแนนหลังเรียนร้อยละ 83.33 นั่นคือนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ ชุดนี้มีประสิทธิภาพ 81.07/83.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ตามที่กำหนดไว้

4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต เรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ 4.2: ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

| คะแนน | Mean | S.D. | n | t | p |
|-----------|-------|-------|----|---------|-------|
| ก่อนเรียน | 5.59 | 1.898 | 32 | -20.106 | 0.000 |
| หลังเรียน | 14.00 | 1.459 | 32 | | |

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีคะแนนหลังเรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวันสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 ผลการวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากกิจกรรมการชูปโลหะ

| สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | ร้อยละของจำนวนนักศึกษา | | |
|---|------------------------|------|---------|
| | \bar{x} | S.D. | ระดับ |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | |
| 1.1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในทีม | 2.38 | 0.57 | ปานกลาง |
| 1.2 แบ่งปันข้อมูลและเจรจาต่อรองเพื่อระบุความหมายของปัญหา | 2.31 | 0.48 | ปานกลาง |
| 1.3 สื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการดำเนินงาน | 2.66 | 0.52 | สูง |
| 1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจของสมาชิกในกลุ่ม | 2.31 | 0.76 | ปานกลาง |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | |
| 2.1 ค้นพบรูปแบบปฏิสัมพันธ์แบบร่วมมือเพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมายที่วางไว้ | 2.13 | 0.49 | ปานกลาง |
| 2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่จะต้องทำให้สำเร็จ | 2.38 | 0.67 | ปานกลาง |
| 2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง | 2.47 | 0.58 | ปานกลาง |
| 2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา | 2.16 | 0.54 | ปานกลาง |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | |
| 3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม | 2.59 | 0.73 | สูง |
| 3.2 อธิบายบทบาทหน้าที่และระเบียบของกลุ่มตามที่ตกลงไว้ | 2.43 | 0.44 | ปานกลาง |
| 3.3 กระตุ้นเพื่อนร่วมกลุ่มในการปฏิบัติหน้าที่ | 2.34 | 0.59 | ปานกลาง |
| 3.4 ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะและปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม | 2.53 | 0.37 | สูง |

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากกิจกรรมการชุบโลหะดังนี้

1. ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน นักศึกษาส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อ 1.1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในทีม มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ข้อ 1.2 แบ่งปันข้อมูลและเจรจาต่อรองเพื่อระบุความหมายของปัญหา มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ข้อ 1.3 สื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการดำเนินงาน มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง และ ข้อ 1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจของสมาชิกในกลุ่ม มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง

2. ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักศึกษาส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อ 2.1 ค้นพบรูปแบบปฏิสัมพันธ์แบบร่วมมือเพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมายที่วางไว้ มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ข้อ 2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่จะต้องทำให้สำเร็จ มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ข้อ 2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ข้อ 2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง

3. ด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มนักศึกษาส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อ 3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง ข้อ 3.2 อธิบายบทบาทหน้าที่และระเบียบของกลุ่มตามที่ตกลงไว้ มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ข้อ 3.3 กระตุ้นเพื่อนร่วมกลุ่มในการปฏิบัติหน้าที่ มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง ข้อ 3.4 ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะและปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากกิจกรรมการเตรียมแก๊ส

| สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | ร้อยละของจำนวนนักศึกษา | | |
|---|------------------------|------|---------|
| | \bar{x} | S.D. | ระดับ |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | |
| 1.1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในทีม | 2.19 | 0.66 | ปานกลาง |
| 1.2 แบ่งปันข้อมูลและเจรจาต่อรองเพื่อระบุความหมายของปัญหา | 2.40 | 0.57 | ปานกลาง |
| 0.91.3 สื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการดำเนินงาน | 2.75 | 0.75 | สูง |
| 1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจของสมาชิกในกลุ่ม | 2.47 | 0.49 | ปานกลาง |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | |
| 2.1 ค้นพบรูปแบบปฏิสัมพันธ์แบบร่วมมือเพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมายที่วางไว้ | 2.31 | 0.69 | ปานกลาง |
| 2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่จะต้องทำให้สำเร็จ | 2.47 | 0.78 | ปานกลาง |
| 2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง | 2.53 | 0.81 | สูง |
| 2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา | 2.28 | 0.40 | ปานกลาง |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | |
| 3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม | 2.56 | 0.56 | สูง |
| 3.2 อธิบายบทบาทหน้าที่และระเบียบของกลุ่มตามที่ตกลงไว้ | 2.53 | 0.60 | สูง |
| 3.3 กระตุ้นเพื่อนร่วมกลุ่มในการปฏิบัติหน้าที่ | 2.47 | 0.68 | ปานกลาง |
| 3.4 ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะและปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม | 2.62 | 0.54 | สูง |

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการเตรียมแก๊สดังนี้

1. ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน นักศึกษาส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อ 1.1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในทีม มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ข้อ 1.2 แบ่งปันข้อมูลและเจรจาต่อรองเพื่อระบุความหมายของปัญหา มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ข้อ 1.3 สื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการดำเนินงาน มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง และ ข้อ 1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจของสมาชิกในกลุ่ม มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง

2. ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักศึกษาส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อ 2.1 ค้นพบรูปแบบปฏิสัมพันธ์แบบร่วมมือเพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมายที่วางไว้ มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ข้อ 2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่จะต้องทำให้สำเร็จ มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ข้อ 2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง ข้อ 2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง

3. ด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มนักศึกษาส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อ 3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง ข้อ 3.2 อธิบายบทบาทหน้าที่และระเบียบของกลุ่มตามที่ตกลงไว้ มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ข้อ 3.3 กระตุ้นเพื่อนร่วมกลุ่มในการปฏิบัติหน้าที่ มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง ข้อ 3.4 ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะและปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากกิจกรรมการทำสบู

| สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | ร้อยละของจำนวนนักศึกษา | | |
|---|------------------------|------|---------|
| | \bar{x} | S.D. | ระดับ |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | |
| 1.1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในทีม | 2.25 | 0.63 | ปานกลาง |
| 1.2 แบ่งปันข้อมูลและเจรจาต่อรองเพื่อระบุความหมายของปัญหา | 2.50 | 0.58 | สูง |
| 1.3 สื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการดำเนินงาน | 2.75 | 0.55 | สูง |
| 1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจของสมาชิกในกลุ่ม | 2.62 | 0.78 | สูง |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | |
| 2.1 ค้นพบรูปแบบปฏิสัมพันธ์แบบร่วมมือเพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมายที่วางไว้ | 2.38 | 0.64 | ปานกลาง |
| 2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่จะต้องทำให้สำเร็จ | 2.50 | 0.75 | สูง |
| 2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง | 2.56 | 0.65 | สูง |
| 2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา | 2.31 | 0.57 | ปานกลาง |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | |
| 3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม | 2.66 | 0.57 | สูง |
| 3.2 อธิบายบทบาทหน้าที่และระเบียบของกลุ่มตามที่ตกลงไว้ | 2.59 | 0.54 | สูง |
| 3.3 กระตุ้นเพื่อนร่วมกลุ่มในการปฏิบัติหน้าที่ | 2.53 | 0.81 | สูง |
| 3.4 ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะและปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม | 2.69 | 0.78 | สูง |

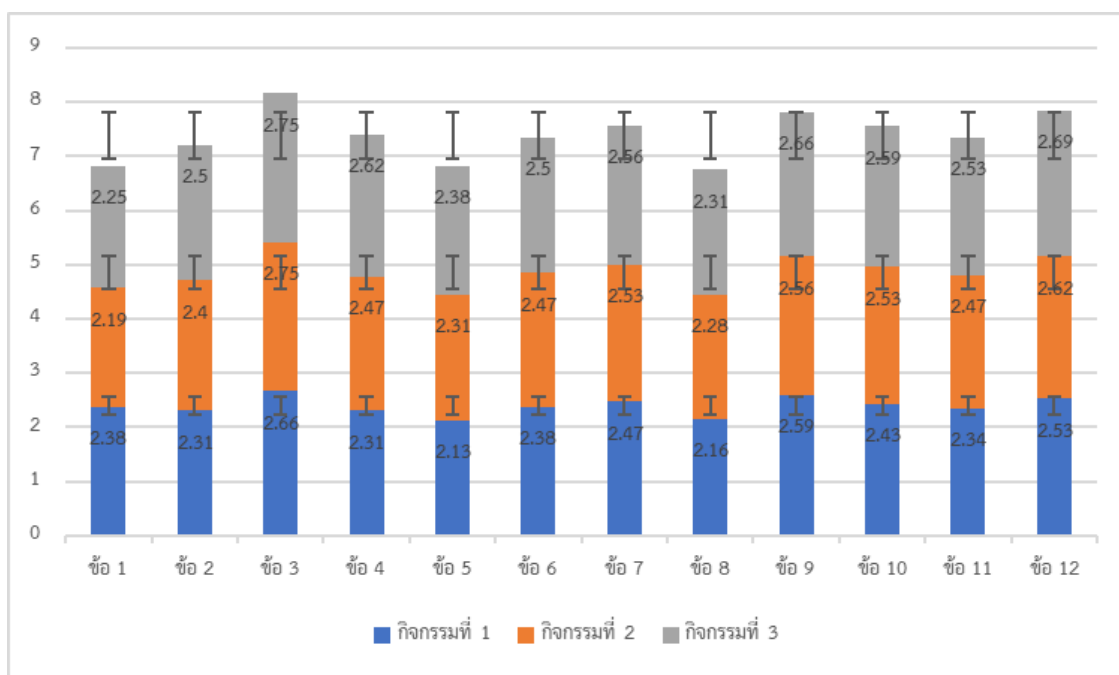
จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการเตรียมแก๊สดังนี้

1. ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน นักศึกษาส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อ 1.1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในทีม มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ข้อ 1.2 แบ่งปันข้อมูลและเจรจาต่อรองเพื่อระบุความหมายของปัญหา มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง ข้อ 1.3 สื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการดำเนินงาน มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง และ ข้อ 1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจของสมาชิกในกลุ่ม มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง

2. ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักศึกษาส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อ 2.1 ค้นพบรูปแบบปฏิสัมพันธ์แบบร่วมมือเพื่อแก้ปัญหามาตามเป้าหมายที่วางไว้ มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง ข้อ 2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่จะต้องทำให้สำเร็จ มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง ข้อ 2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง ข้อ 2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับปานกลาง

3. ด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มนักศึกษาส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อ 3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง ข้อ 3.2 อธิบายบทบาทหน้าที่และระเบียบของกลุ่มตามที่ตกลงไว้ มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง ข้อ 3.3 กระตุ้นเพื่อนร่วมกลุ่มในการปฏิบัติหน้าที่ มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง ข้อ 3.4 ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะและปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง

กราฟที่ 4.1: แสดงระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน



กราฟที่ 4.1 จากกราฟพบว่าระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านกิจกรรมที่ 1 กิจกรรมการชูปโลหะ กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมการเตรียมแก๊ส และกิจกรรมที่ 3 กิจกรรมการทำสบู่ ตามลำดับ

4.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการ ออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการ
ออกแบบเชิงวิศวกรรม

| รายการ | ความพึงพอใจ | | |
|---|-------------|------|------------|
| | \bar{x} | S.D. | ระดับ |
| 1. คำแนะนำก่อนปฏิบัติช่วยให้เข้าใจปัญหาและวิธีการหาคำตอบ | 4.03 | 0.67 | มาก |
| 2. ขั้นตอนการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีความชัดเจน | 4.21 | 0.54 | มาก |
| 3. คำถามก่อนทำกิจกรรมช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดแก้ปัญหา | 4.37 | 0.83 | มาก |
| 4. มีโอกาสในการสร้างสรรค์ผลงาน | 4.52 | 0.71 | มากที่สุด |
| 5. มีการตรวจผลงานและการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างทันท่วงที | 4.19 | 0.55 | มาก |
| รวมเฉลี่ย | 4.26 | | มาก |

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ข้อที่มีความพึงพอใจสูงสุดคือ ข้อ 4. มีโอกาสในการสร้างสรรค์ผลงานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาวัตกรรมการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ กำหนดแบบแผนการวิจัย (Research design) เป็นแบบ One-Group Pretest-posttest Design สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ตามลำดับดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ STEM-based learning โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสำหรับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัตกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
3. เพื่อทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์จากการจัดการเรียนรู้ด้วยวัตกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
4. เพื่อความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวัตกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากร คือนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 8 กลุ่ม รวม 201 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ที่มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 1 กลุ่ม รวม 32 คน

5.1.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

5.1.3.1 ตัวแปรอิสระ

1. กิจกรรมส่งเสริมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน จำนวน กิจกรรม 3 กิจกรรมดังนี้

- 1.1 ปฏิบัติการไฟฟ้าเคมี (กิจกรรมการชุบโลหะ)
- 1.2 ปฏิบัติการการเผาไหม้ (กิจกรรมการเตรียมแก๊ส)
- 1.3 ปฏิบัติการของเบสกับน้ำมัน (กิจกรรมการทำสบู่)

5.1.3.2 ตัวแปรตาม

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิตเรื่อง ปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน

2. ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

- 2.1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน
- 2.2 การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
- 2.3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม

3. ความพึงพอใจต่อกิจกรรมส่งเสริมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต เรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.28-0.55 อำนาจจำแนกระหว่าง 0.34-0.68 และ ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.81

2. แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการกิจกรรมส่งเสริมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (rubric Score) 3 ระดับ คือ สูง กลาง และต่ำ จำนวน 3 ด้าน ด้านที่ 1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน ด้านที่ 2 การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และ ด้านที่ 3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม จำนวน 12 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67-1.00

3. แบบประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมส่งเสริมศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิบัติการเคมีในชีวิตประจำวัน มีลักษณะมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด จำนวน 5 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.85

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน จำนวน 3 สัปดาห์ ดังตารางที่ 3.1
2. ประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังทำกิจกรรมในสัปดาห์ที่ 1 – 3
3. ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิตเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ก่อนทำกิจกรรมในสัปดาห์ที่ 1 และหลังจากสัปดาห์ที่ 3
4. ประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน หลังจากสัปดาห์ที่ 3

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยการหาค่าร้อยละของ E1/E2 เทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) โดยใช้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากกิจกรรมการชูลโลหะและกิจกรรมการเตรียมแก๊ส และวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) โดยใช้คะแนนทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากกิจกรรมการทำสบู่
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต เรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยการทดสอบด้วยสถิติ t-test
3. วิเคราะห์คะแนนทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือจากการกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
4. วิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

5.1.7 ผลการวิจัย

1. นวัตกรรมจัดการการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันมีประสิทธิภาพ 81.07/83.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ตามที่กำหนดไว้

2. นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีคะแนนหลังเรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนเรียน โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 3 ด้านคือ ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน ด้านการเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูง

4. นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน โดยรวมอยู่ในระดับมาก

5.2 อภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาวัตกรรมการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์พบว่ามีการวิจัยที่เป็นประเด็นสำคัญที่ควรนำมาอภิปรายได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพพบว่านักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน หน่วยเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันสูงกว่าก่อนเรียนนั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากนวัตกรรมจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีลักษณะเป็นกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันทั้ง 3 กิจกรรมคือ ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี (กิจกรรมการชุบโลหะ) ปฏิกิริยาของกรดกับโลหะ (กิจกรรมการเตรียมแก๊ส) และ ปฏิกิริยาของเบสกับน้ำมัน (กิจกรรมการทำสบู่) มีผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยขั้นตอนของการทำกิจกรรม ทั้ง 5 ขั้นตอนซึ่งประกอบด้วย ขั้นที่ 1. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันระบุปัญหา ขั้นที่ 2. ผู้เรียนหาข้อมูล วางแผน และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3. ผู้เรียนดำเนินการทดลองแก้ปัญหา ขั้นที่ 4. ผู้เรียนทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา และ ขั้นที่ 5. ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมดังกล่าวมีความสอดคล้องกับคุณลักษณะของนักศึกษาเตรียม

วิศวกรรมศาสตร์จึงส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ นราภรณ์ ชัยบัวแดง (2561) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ สอดคล้องกับ ดุสิต ทองสุขนอกและ ญัฐกานต์ ศาสตร์สูงเนิน (2565) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่อง โยเกิร์ตข้าวพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง โยเกิร์ตข้าว หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงทั้ง 3 ด้านคือ ด้านการสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่ร่วมกัน ข้อที่มีสมรรถนะสูงสุดคือ การสื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการดำเนินงาน มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง ด้านการเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักศึกษาส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูง ข้อที่มีสมรรถนะสูงสุดคือ ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง และ ด้านการสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่มนักศึกษาส่วนใหญ่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงข้อที่มีสมรรถนะสูงสุดคือเข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม มีจำนวนนักศึกษาที่มีสมรรถนะอยู่ในระดับสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการสร้างสรรค์ที่เกิดจากการระบุปัญหา และคิดหาทางแก้ปัญหาอาจออกมาในลักษณะของผลิตภัณฑ์ โครงสร้าง วิธีการ ขึ้นอยู่กับปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอน การทำความเข้าใจปัญหา การรวบรวมข้อมูลและเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา การประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง โดยผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหาวิเคราะห์ แผลผล สรุปและอภิปราย การกำหนดลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา การทดสอบ และประเมินการใช้งานของชิ้นงาน และการนำเสนอ แนวคิดกระบวนการแก้ปัญหา (สสวท., 2559) ซึ่งแต่ละขั้นตอนนี้เป็นการส่งเสริมการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นัตยา หัสมินทร์ และธิตยา บงกชเพชร (2565) ที่ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และกฤษณะ พวงระย้า และคณะ (2564) ที่ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาครูเคมีด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และชนกานต์ เนตรรัศมี สิริินภา กิจ

เกื้อกูล และ รัตนา สนั่นเมือง (2562) ที่ศึกษาการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่องเคมีสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งต่างพบว่าพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออย่างชัดเจน จะเห็นได้ว่าการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ร่วมในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โดยผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์อย่างเป็นขั้นตอน (สุธิดา การิมิ, 2561)

3. ความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมพบว่า นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ข้อที่มีความพึงพอใจสูงสุดคือ ข้อ 4. มีโอกาสในการสร้างสรรค์ผลงานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมดังกล่าวทำให้นักศึกษาเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ได้ลงมือปฏิบัติจริง เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรม ดังที่ John Dewey (1933), Jerome Bruner (1964) กล่าวไว้ว่า การสร้างความรู้ด้วยตนเองและอย่างมีความหมายจากประสบการณ์ อีกทั้งผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือ ประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริงโดยจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์สิ่งของ หรือ ข้อมูลต่างๆ ที่เป็นของจริง และมีความสอดคล้องกับความสนใจ ของผู้เรียน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ในรูปแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันนั้น สามารถนำไปเป็นแนวทางการส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีศึกษาเกี่ยวกับการนำนวัตกรรมจัดการเรียนรู้ในรูปแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ไปใช้ในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 อื่นๆ อาทิ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creativity) ทักษะการสื่อสาร (Communication) และทักษะการทำงานเป็นทีม (Collaboration) เป็นต้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กมลฉัตร กล่อมอิม. 2559. การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู.

วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, ปีที่ 18 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม 2559.

กฤษณะ พวงระย้า และคณะ. (2564). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาครูเคมีด้วย

กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม.

วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 (2564).

ชนกกานต์ เนตรรัศมี สิริินภา กิจเกื้อกูล และ รัตนา สนั่นเมือง. (2562). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อ

พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อ

ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่องเคมีสิ่งแวดล้อมของผู้เรียนระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*, ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2562.

ชนะชัย ทะยอยม สิริินภา กิจเกื้อกูล และ จินตนา กล่ำเทศ. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนา

สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐาน

ของการใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, (2560), 28(2), 34-45.

ชาญณรงค์ เพ็ชรไทย และ วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง

สะเต็มศึกษาที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่องการคำนวณพื้นที่ ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, ปีที่ 23 ฉบับที่ 4 ตุลาคม –

ธันวาคม 2564.

ดุสิต ทองสุขนอกและ ณิชฎกานต์ ศาสตร์สูงเนิน (2565) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่อง โยเกิร์ตข้าว. *วารสาร*

บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ปีที่ 19 ฉบับที่ 84 มกราคม – มีนาคม 2565

ทีศนา แคมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนิต บุญใส และสิริลักษณ์ หาญวัฒนากุล. (2563). การพัฒนานวัตกรรมการรูปแบบบูรณาการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานสำหรับวิศวกรรมศึกษา. *วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา*. ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน, 97-104.

จิรารัตน์ เลือคง. 2561. การเรียนรู้สะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับอาชีวศึกษา. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. ปีที่ 13 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2561).

จีรฎา ไชยเดช สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และวิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์. (2560). การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 (2560).

นฤพจน์ พุฒวัฒน์. (2561). “การออกแบบเชิงวิศวกรรมและเทคโนโลยีเลียนแบบธรรมชาติในสะเต็มศึกษา.” *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.* 11(2): 31-42.

นราภรณ์ ชัยบัวแดง (2561) การศึกษาการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.*

นัตยา หัสมิตร และธิตยา บงกชเพชร. (2565). การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2565

ประเสริฐ ต้นสกุล. (2551). *ทักษะประกอบตน*. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.aspacngo.org/unloads/events.jamming/6> pbf. (17 เมษายน 2565).

- พินิจ เนื่องภิรมย์ และคณะ. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบ SMILE โดยใช้การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นฐานสำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์. การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม ระดับชาติ ครั้งที่ 9, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มังกร ทองสุคติ. (2552). การวัดผลประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- มณฑรา ธรรมบุศย์. (2551). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning).
- ศิริวรรณ สีทา. (2563). การพัฒนาการแก้ปัญหาแบบร่วมมือในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมจิต สวธนไพบูลย์. (2541). เอกสารคำสอนวิชา กว 571 ประชุมปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สายชล สุกร และ สกนธ์ชัย ชะนูนันท์. (2562). การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพอลิเมอร์. วารสารศึกษาศาสตร์, ปีที่ 30 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2562.
- สุทธิดา จำรัส. (2560). “นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา.” วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ, 10(2). 13-34
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนการพิมพ์.
- อาจารย์สุวิสาข์ เหล่าเกิด. (มปท). เอกสารการเรียนรู้รายวิชา นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา รหัส 30111708 เรื่อง การพัฒนาวิธีการหรือนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้. . สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม

- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2553). นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิค พรีนติ้ง
- สุธิดา การี่มี. (2561). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา. *นิตยสาร สสวท*, ปีที่ 46 ฉบับที่ 210 มกราคม – กุมภาพันธ์; 44-49.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2557). *ชุดฝึกอบรมการยกระดับคุณภาพผู้เรียนสู่ความพร้อมในการประเมินระดับนานาชาติการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (Collaborative problem solving)*. กรุงเทพฯ: [ม. ป. ท.].
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550 ก). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ จากแหล่งเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : สำนักงานฯ.
- สำราญ วัจนราช. (2542). *การสร้างชุดฝึกอบรมด้วยตนเอง เรื่องการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด. รายงานการวิจัย*. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการวิจัยการศึกษา การศาสนาและ วัฒนธรรม
- หทัยรัตน์ ชุ่มเชื้อ และ สกนธ์ชัย ชะนูนันท์. (2564). การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแบบเรียนรู้ร่วมกันร่วมกับสื่อออนไลน์ Padlet เรื่อง เซลล์เคมีไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, ปีที่ 23 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2564
- เอกรินทร์ อัมชะกุลวิสุทธิ์. (255). การประเมินด้านการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของ PISA 2015. *สสวท.*, 43(191), 37-41.

ภาษาอังกฤษ

Bloom, B. S. (1976). *Haman Characteristics and School Learning*. McGraw- Hill Book Company: New York.

Llewellyn, David T. (2002). An analysis of the causes of recent banking crises. *The European Journal of Finance*, 8(2), 152–175.

Montree Julawatthanaton. (2013). “STEM Education in Thailand and STEM Ambassadors.” *IPST Magazine*. Vol.42 No.185 : 14-18. (in Thai)

Miller, Darcy. (1998). *Enhancing Adolescent Competence: Strategies for Classroom Management*. Washington: Thomson.

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

NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC : National Academies Press.

Office of the Higher Education Commission. (2017). [online]. *Implement Guidelines of Thai Qualification Framework for Higher Education 2009*. [cited March 20, 2022]. Available from : <http://www.mua.go.th/users/tqf-hed/> (in Thai)

R. maun. (2016). Effective learning and teaching in higher education. *Journal of Southern Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 169-176, 2016. (in Thai)

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014). *STEM Education*. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (in Thai)

Titiya Netwong. (2017). *Development of Problem Solving Skills by Integration Learning Following STEM Education*. Learning Development Research Report. Suan Dusit University. (in Thai)

Ruthai Plangwatthana.(2013). "STEM Education and Instructional Management in Earth, Astronomy and Space." IPST Magazine. Vol.42 No.185 : 19-22. (in Thai)
Spiegler; & Guevremont, 1998.

Vasquez, J.A., Sneider, C., and Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.http://www.teachengineering.org/view_activity.php?url=collection/cub_/activities/cub_convshoes/cub_convshoes_lesson01_activity1.xml, retrieved on April 20, 2014. Hanover Research, 2011. District Administration Practice.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

กิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการกระบวนการออกแบบ
เชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมการชุบโลหะ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการชุบโลหะจากปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี
2. เพื่อปฏิบัติการชุบโลหะโดยใช้หลักการของเซลล์อิเล็กโทรลิติก

หลักการ

1. วัตถุที่จะชุบนำไปต่อเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่หรือขั้วแคโทด ส่วนโลหะที่ใช้ชุบนำไปต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่หรือขั้วแอโนด
2. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ต้องมีไอออนของโลหะชนิดเดียวกับโลหะที่เป็นแอโนดหรือโลหะที่ใช้ชุบ
3. ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อให้ขั้วไฟฟ้าเป็นขั้วบวกและลบคงเดิม

วัสดุและอุปกรณ์

1. กระดาษทราย
2. ปีกเกอร์ขนาด
3. ถ่านไฟฉาย
4. สายไฟที่ต่อกับคลิปปากจระเข้(สีดำ)
5. สายไฟที่ต่อกับคลิปปากจระเข้(สีแดง)
6. กระจกนาฬิกา
7. เทปใส
8. กระดาษเยื่อ

สารเคมี

1. สารละลายซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$)
2. ตะปู

วิธีการ

| ขั้นตอน | กิจกรรม |
|---|---|
| 1. ระบุปัญหาเรื่องการชูปโลหะ | <p>-ให้นักศึกษาทำการชูปตะปูด้วยทองแดงตามวิธีการชูปโลหะเบื้องต้น</p> <p>-นำผลงานครั้งแรกมาประเมิน และดำเนินการหาคำตอบว่าทำอย่างไรการชูปตะปูด้วยทองแดงจะมีความสม่ำเสมอ</p> <p>-โดยกำหนดโจทย์ดังนี้ 1. จำนวนถ่านไฟฉาย และ 2. ความเข้มข้นของสารละลายซิงค์ซัลเฟต</p> |
| 2. หาข้อมูล วางแผน และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา | <p>-ให้นักศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับการชูปโลหะ วางแผน และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาความไม่สม่ำเสมอจากการชูป อย่างน้อย 3 วิธีการ</p> |
| 3. ดำเนินการทดลองแก้ปัญหา | <p>-นักศึกษาดำเนินการชูปตะปูด้วยทองแดงตามที่ได้ออกแบบไว้</p> |
| 4. การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา | <p>-นักศึกษานำผลงานมาทดสอบ ประเมินผล และกรณีผลงานยังไม่บรรลุเป้าหมาย ให้ปรับปรุงแก้ไขวิธีการ และดำเนินการทดลองใหม่ และนำกลับมาทดสอบ ประเมินผลอีกครั้ง</p> |
| 5. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา | <p>-นักศึกษาแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการทำอย่างไรการชูปตะปูด้วยทองแดงจะมีความสม่ำเสมอ โดยคำนึงถึงจำนวนถ่านไฟฉาย และความเข้มข้นของสารละลายซิงค์ซัลเฟต พร้อมเสนอแนะแนวทางในการนำไปใช้ต่อไป</p> |

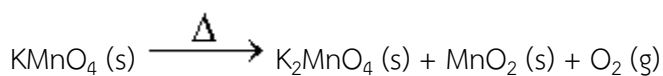
กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมการเตรียมแก๊ส

วัตถุประสงค์

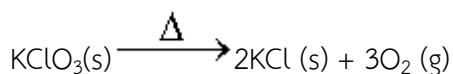
1. เพื่อศึกษาการเตรียมแก๊สจากปฏิกิริยาการเผาไหม้
2. เพื่อปฏิบัติการเก็บแก๊สโดยการแทนที่น้ำ

หลักการ

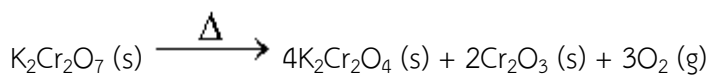
1. การเตรียมแก๊สออกซิเจนมีหลายวิธีการดังนี้
 - 1.1 การเผาโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต KMnO_4 (s)



- 1.2 การเผาโพแทสเซียมคลอเรต KClO_3 (s)



- 1.3 การเผาโพแทสเซียมไดโครเมต $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (s)



การเผาธาตุต่างๆ ในบางกรณีจะเกิดปฏิกิริยารุนแรงต้องใช้ความระมัดระวังสูง

วัสดุและอุปกรณ์

1. ชุดเตรียมแก๊สออกซิเจน
2. หลอดทดลอง
3. ปีกเกอร์
4. หลอดหยด
5. กระบอกตวง
6. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์
7. ซ้อนตักสาร

สารเคมี

1. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4)
2. โพแทสเซียมคลอเรต (KClO_3)
3. โพแทสเซียมไดโครเมต ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)
4. แมงกานีส (IV)ออกไซด์(MnO_2)

วิธีการ

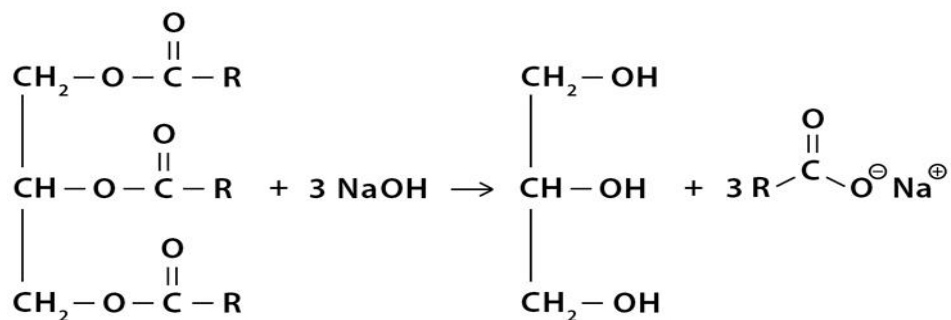
| ขั้นตอน | กิจกรรม |
|---|---|
| 1. ระบุปัญหาเรื่องการเตรียมแก๊สโดยการแทนที่น้ำ | <p>-ให้นักศึกษาทำการเตรียมแก๊สโดยการแทนที่น้ำตามวิธีการเตรียมแก๊สโดยการแทนที่น้ำเบื้องต้น</p> <p>-นำผลงานครั้งแรกมาประเมิน และดำเนินการหาคำตอบว่าทำอย่างไรจึงจะได้แก๊สที่มีปริมาตรตามที่กำหนด</p> <p>-โดยกำหนดโจทย์ดังนี้ 1. ปริมาณของสารตั้งต้น และ 2. เวลาที่น้อยที่สุด</p> |
| 2. หาข้อมูล วางแผน และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา | <p>-ให้นักศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมแก๊สโดยการแทนที่น้ำ นำมาวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาตามโจทย์ที่ได้รับ อย่างน้อย 3 วิธีการ</p> |
| 3. ดำเนินการทดลองแก้ปัญหา | <p>-นักศึกษาดำเนินการการเตรียมแก๊สโดยการแทนที่น้ำตามที่ได้ออกแบบไว้</p> |
| 4. การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา | <p>-นักศึกษานำผลงานมาทดสอบ ประเมินผล และกรณีผลงานยังไม่บรรลุเป้าหมาย ให้ปรับปรุงแก้ไขวิธีการ และดำเนินการทดลองใหม่ และนำกลับมาทดสอบ ประเมินผลอีกครั้ง</p> |
| 5. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา | <p>-นักศึกษาแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการทำอย่างไรการเตรียมแก๊สโดยการแทนที่น้ำ จึงจะได้แก๊สที่มีปริมาตรตามที่กำหนด โดยคำนึงถึงปริมาณของสารตั้งต้นและเวลาที่น้อยที่สุด พร้อมเสนอแนะแนวทางในการนำไปใช้ต่อไป</p> |

กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมการเตรียมสบู่

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเตรียมสบู่จากปฏิกิริยาระหว่างเบสกับน้ำมันจากพืช
2. เพื่อปฏิบัติการผลิตสบู่ให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำไปใช้

หลักการ



น้ำมัน หรือ ไขมัน

เบส

กลีเซอรอล

สบู่

สบู่ (Soap) สามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันหรือไขมัน (Triglyceride) กับเบส (Base) จะได้กลีเซอริน (Glycerol) กับ เกลือของกรดไขมัน ซึ่งคือสบู่

การเตรียมสบู่เบื้องต้น

1. เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ตามที่กำหนด
2. ชั่งน้ำมันให้ได้น้ำหนักตามต้องการ
3. เทสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผสมกับน้ำมันลงในบีกเกอร์ ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากันจนสบู่เริ่มจับตัวเป็นครีม
4. เทสบู่ลงบนพิมพ์ที่เตรียมไว้ ทิ้งให้สบู่แข็งตัวจึงแกะออกจากพิมพ์

วัสดุและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์
2. แท่งแก้ว
3. กระจกบอทวง
4. พิมพ์สบู่ ชนิดพลาสติก หรือซิลิโคน
5. เครื่องชั่ง

สารเคมี

1. NaOH
2. น้ำมันพืชชนิดต่างๆ ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะกอก

วิธีการ

| ขั้นตอน | กิจกรรม |
|--|---|
| 1. ระบุปัญหาเรื่องการเตรียมสบู่จากปฏิกิริยาระหว่างเบสกับน้ำมันจากพืช | <p>-ให้นักศึกษาทำการปฏิกิริยาระหว่างเบสกับน้ำมันจากพืชตามวิธีการเบื้องต้น</p> <p>-นำผลงานครั้งแรกมาประเมิน และดำเนินการหาคำตอบว่าทำอย่างไรจึงจะได้สบู่ที่มีค่า pH 6.0-8.0</p> <p>-โดยกำหนดโจทย์ดังนี้ 1. ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2. ปริมาณของน้ำมัน</p> |
| 2. หาข้อมูล วางแผน และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา | <p>-ให้นักศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมสบู่จากปฏิกิริยาระหว่างเบสกับน้ำมันจากพืชนำมาวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาตามโจทย์ที่ได้รับ อย่างน้อย 3 วิธีการ</p> |
| 3. ดำเนินการทดลองแก้ปัญหา | <p>-นักศึกษาดำเนินการการเตรียมสบู่จากปฏิกิริยาระหว่างเบสกับน้ำมันจากพืชตามที่ได้ออกแบบไว้</p> |
| 4. การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา | <p>-นักศึกษานำผลงานมาทดสอบ ประเมินผล และกรณีผลงานยังไม่บรรลุเป้าหมาย ให้ปรับปรุงแก้ไขวิธีการ และดำเนินการทดลองใหม่ และนำกลับมาทดสอบ ประเมินผลอีกครั้ง</p> |
| 5. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา | <p>-นักศึกษาแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการทำอย่างไร การเตรียมสบู่จากปฏิกิริยาระหว่างเบสกับน้ำมันจากพืช จึงจะได้สบู่ที่มีค่า pH 6.0-8.0 ตามที่กำหนด โดยคำนึงถึง ความเข้มข้นของสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ และปริมาณของน้ำมัน พร้อมเสนอแนะแนวทางในการนำไปใช้ต่อไป</p> |

ภาคผนวก 2
แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

| สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ | ระดับสมรรถนะ | | |
|--|--------------|----------------|------------|
| | สูง (3) | ปานกลาง (3) | ต่ำ (3) |
| 1. การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน | | | |
| 1.1 ค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในทีม | | | |
| 1.2 แบ่งปันข้อมูลและเจรจาต่อรองเพื่อระบุความหมายของปัญหา | | | |
| 1.3 สื่อสารระหว่างสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการดำเนินงาน | | | |
| 1.4 ตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจของสมาชิกในกลุ่ม | | | |
| 2. การเลือกวิธีการดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา | | | |
| 2.1 ค้นพบรูปแบบปฏิสัมพันธ์แบบร่วมมือเพื่อแก้ปัญหามาเป้าหมายที่วางไว้ | | | |
| 2.2 ระบุและอธิบายภาระงานที่จะต้องทำให้สำเร็จ | | | |
| 2.3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ของตนเอง | | | |
| 2.4 ตรวจสอบผลของการดำเนินการและประเมินความสำเร็จในการแก้ปัญหา | | | |
| 3. การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม | | | |
| 3.1 เข้าใจบทบาทหน้าที่ของตนเองและเพื่อนร่วมกลุ่ม | | | |
| 3.2 อธิบายบทบาทหน้าที่และระเบียบของกลุ่มตามที่ตกลงไว้ | | | |
| 3.3 กระตุ้นเพื่อนร่วมกลุ่มในการปฏิบัติหน้าที่ | | | |
| 3.4 ตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะและปรับเปลี่ยนระเบียบและบทบาทของกลุ่ม | | | |

ภาคผนวก 3

แบบประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการ
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

**แบบประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการ
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน**

| รายการ | ความพึงพอใจ | | | | |
|---|-------------|------|---------|-----|-----------|
| | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด |
| 1. คำแนะนำก่อนปฏิบัติช่วยให้เข้าใจปัญหาและวิธีการหาคำตอบ | | | | | |
| 2. ขั้นตอนการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีความชัดเจน | | | | | |
| 3. คำถามก่อนทำกิจกรรมช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดแก้ปัญหา | | | | | |
| 4. มีโอกาสในการสร้างสรรค์ผลงาน | | | | | |
| 5. มีการตรวจผลงานและการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างทันท่วงที | | | | | |

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก 4
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

- | | |
|---------------------------|---|
| 1. ชื่อ-นามสกุล | นายอุดมเดชา พลเยี่ยม |
| 2. ตำแหน่งปัจจุบัน | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ |
| 3. ที่ทำงาน | กลุ่มวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร |
| 4. การศึกษาสูงสุด | ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 5. สาขาที่มีความเชี่ยวชาญ | เคมีศึกษา |

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. ชื่อ-นามสกุล | นางสาวดวงจันทร์ แก้วกพาน |
| 2. ตำแหน่งปัจจุบัน | อาจารย์ |
| 3. ที่ทำงาน | สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง |
| 4. การศึกษาสูงสุด | ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 5. สาขาที่มีความเชี่ยวชาญ | วิทยาศาสตร์ศึกษา |