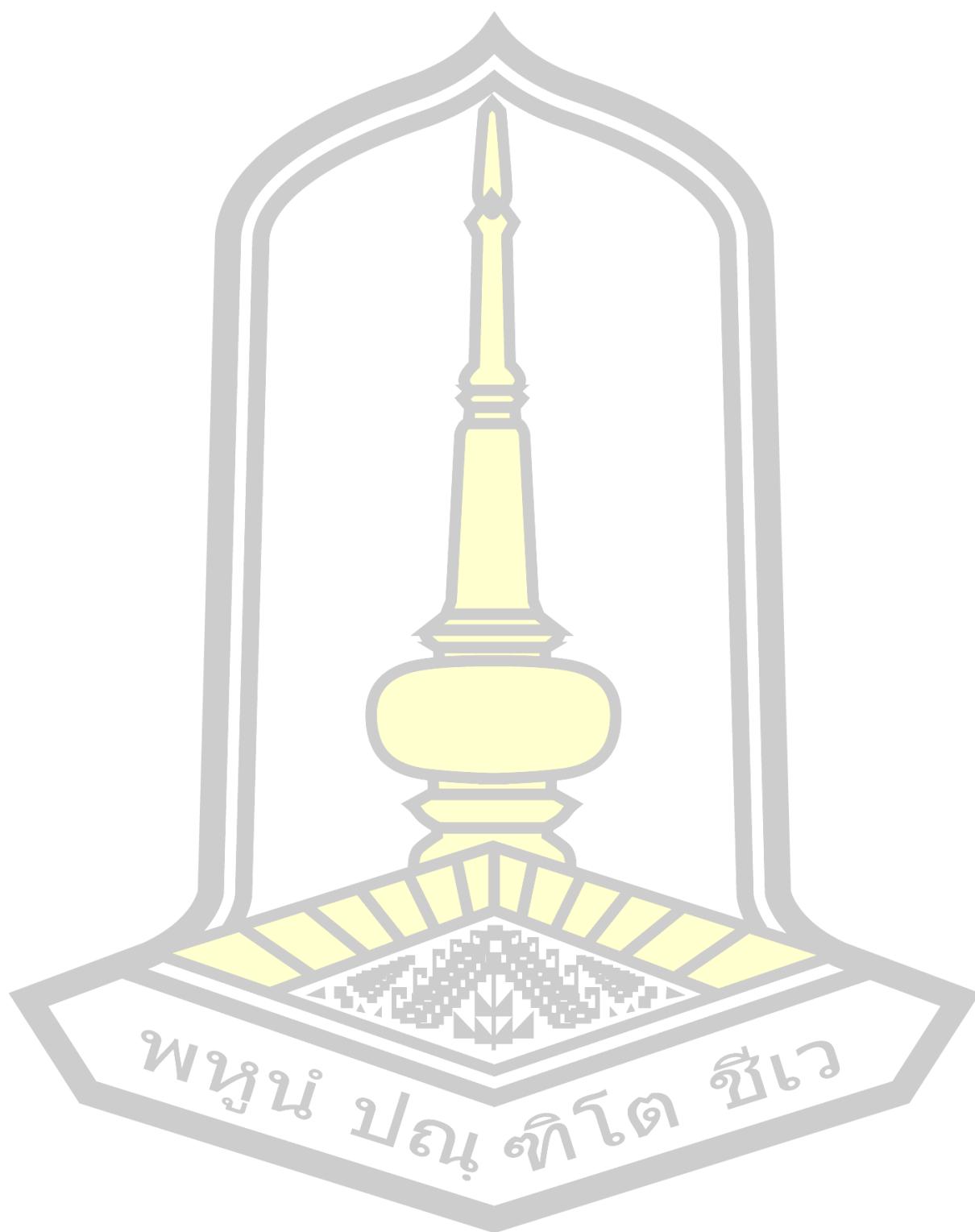


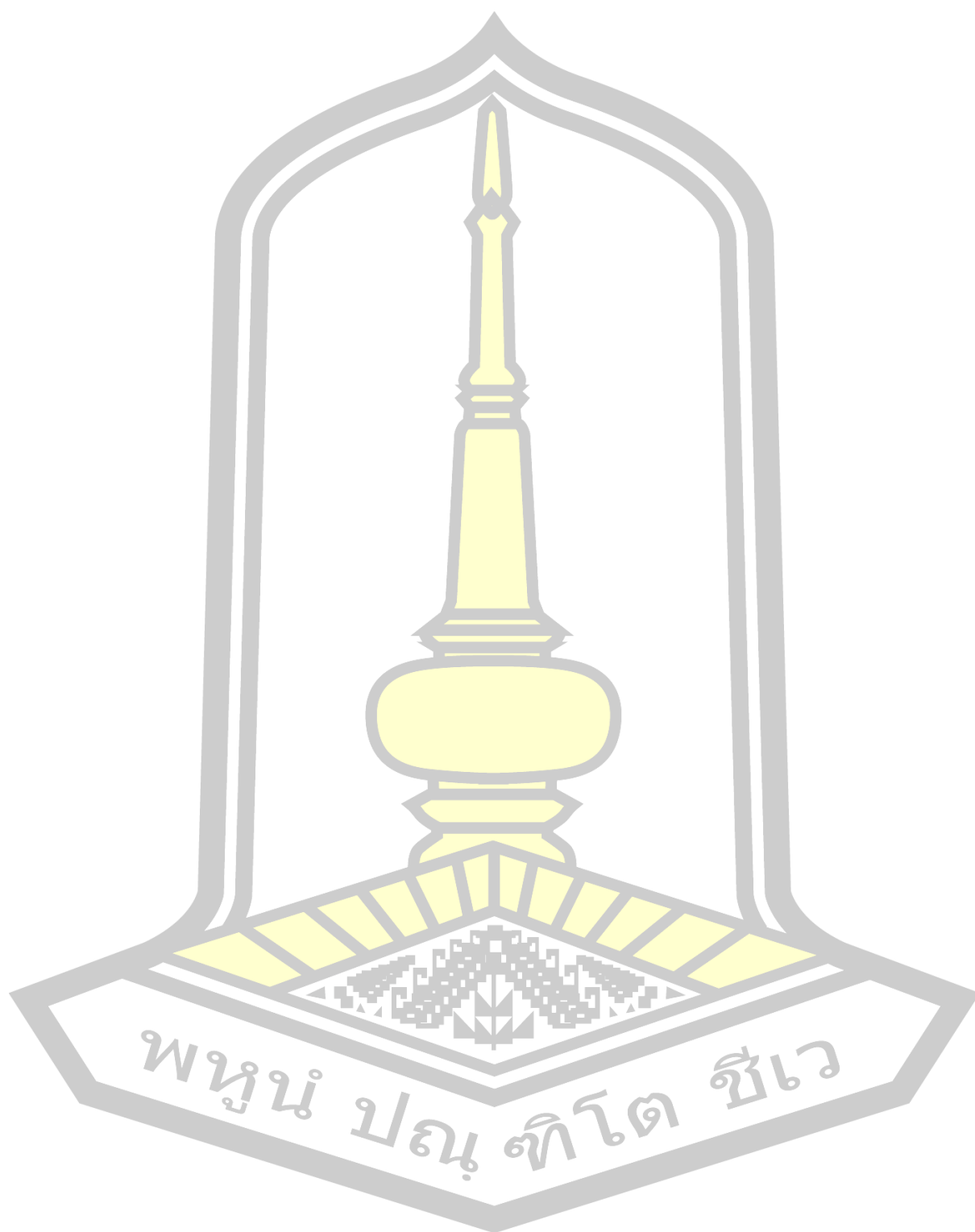
การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการ  
เรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

วิทยานิพนธ์  
ของ  
สินธุ์ ราชครูฑ

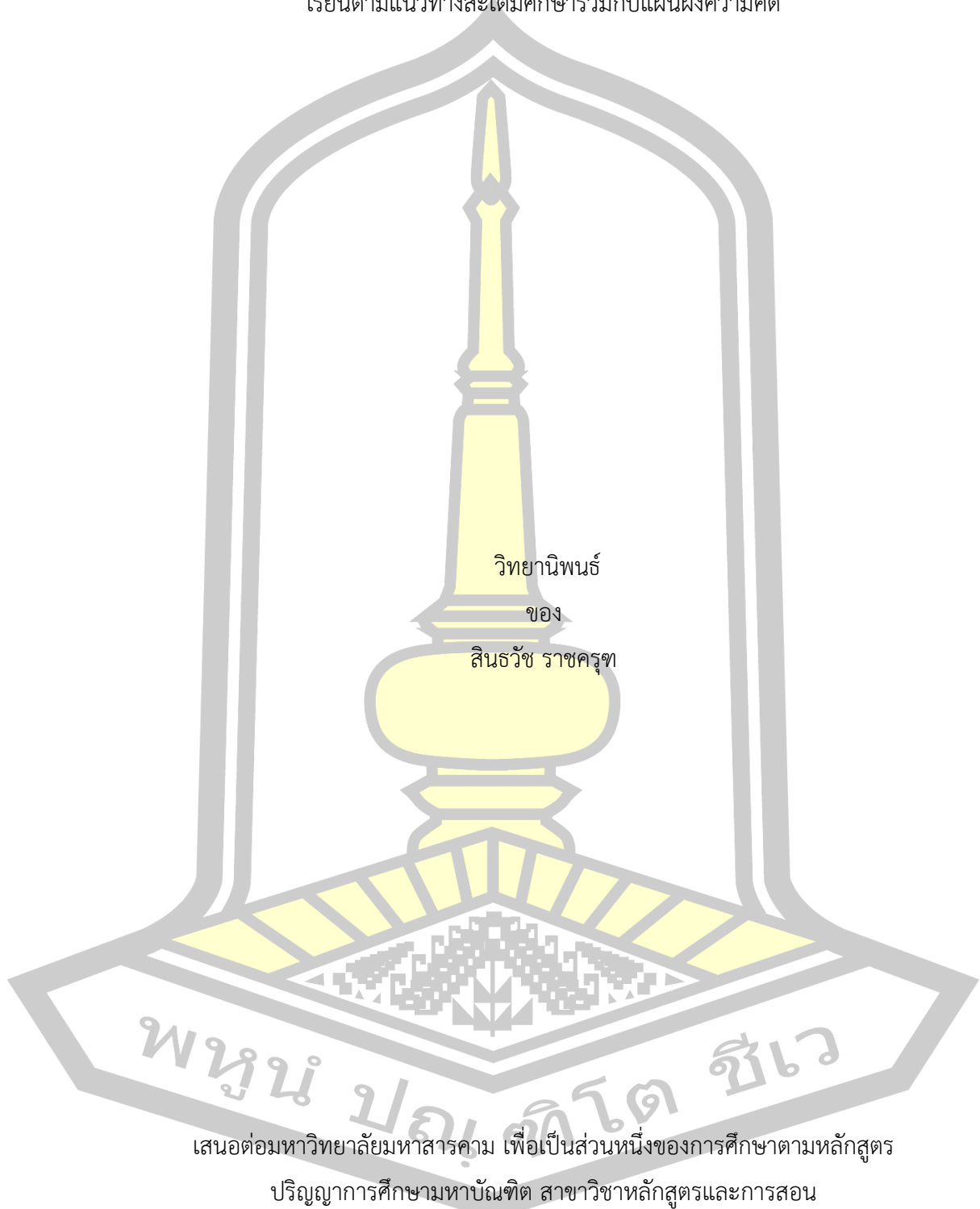
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม





การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการ  
เรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

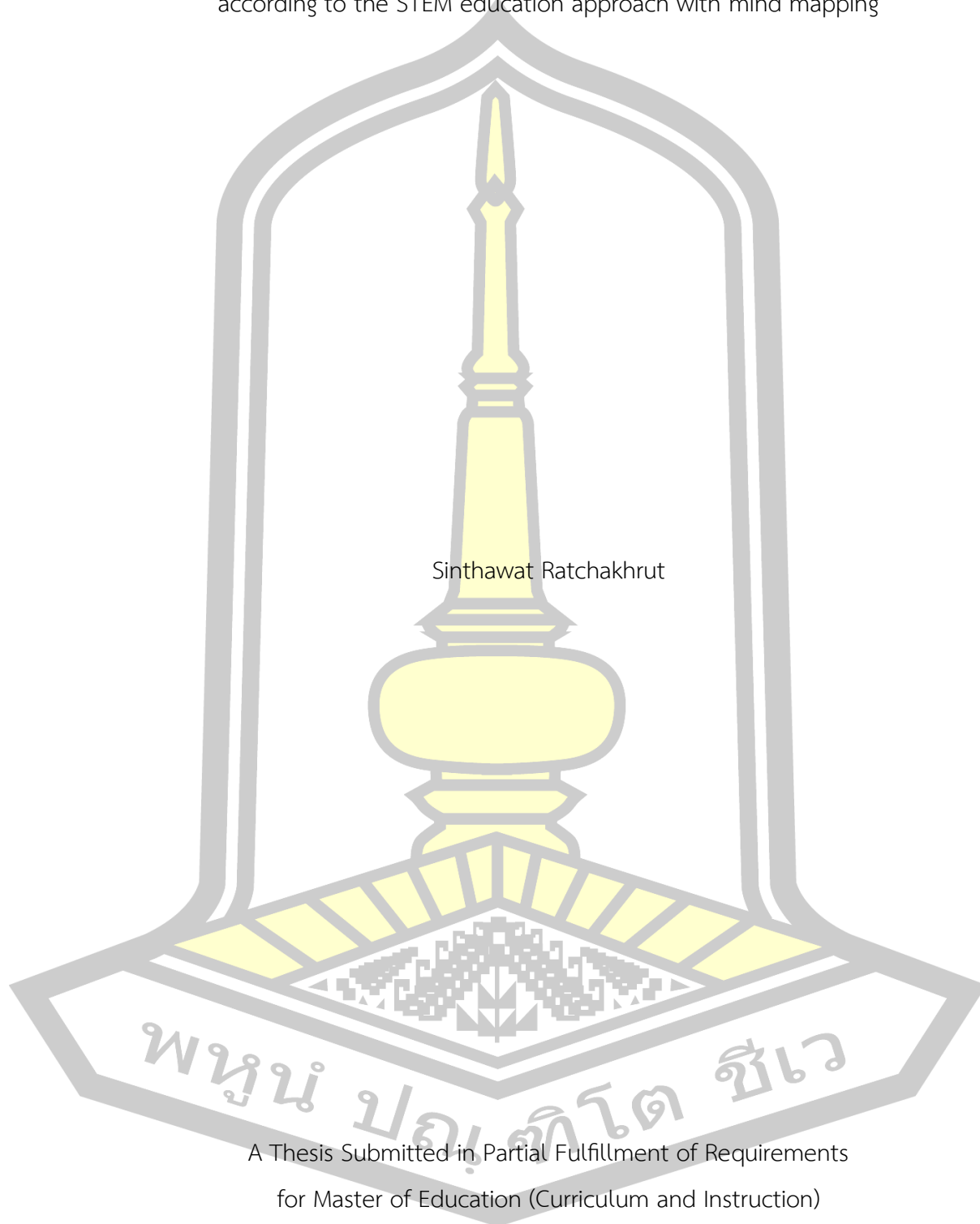


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

พฤษภาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The development of scientific creativity of grade 6 students that has been managed  
according to the STEM education approach with mind mapping



Sinthawat Ratchakhrut

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for Master of Education (Curriculum and Instruction)

November 2024

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายสินธวัช ราชครุฑ แล้ว  
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา  
หลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. มนต์รี วงษ์สะพาน )

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม )

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. จิตติวรดา พลเยี่ยม )

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. สมทรง สิทธิ )

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....  
(รศ. ดร. ขวลิต ชูกำแพง )

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....  
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

|                         |                                                                                                                                            |                   |                   |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>ชื่อเรื่อง</b>       | การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด |                   |                   |
| <b>ผู้วิจัย</b>         | สินรัช ราชครูท                                                                                                                             |                   |                   |
| <b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b> | รองศาสตราจารย์ ดร. ประสาท เนืองเฉลิม                                                                                                       |                   |                   |
| <b>ปริญญา</b>           | การศึกษามหาบัณฑิต                                                                                                                          | <b>สาขาวิชา</b>   | หลักสูตรและการสอน |
| <b>มหาวิทยาลัย</b>      | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม                                                                                                                       | <b>ปีที่พิมพ์</b> | 2567              |

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ทั้งหมด 6 แผน 12 ชั่วโมง กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านนาตากาง จำนวน 13 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยปรากฏพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.28 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 33.76 วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.54 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 58.55 วงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.62 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 75.64

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา, แผนผังความคิด, ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

|                   |                                                                                                                                               |              |                            |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------|
| <b>TITLE</b>      | The development of scientific creativity of grade 6 students that has been managed according to the STEM education approach with mind mapping |              |                            |
| <b>AUTHOR</b>     | Sinthawat Ratchakhrut                                                                                                                         |              |                            |
| <b>ADVISORS</b>   | Associate Professor Prasart Nuangchalerms , Ed.D.                                                                                             |              |                            |
| <b>DEGREE</b>     | Master of Education                                                                                                                           | <b>MAJOR</b> | Curriculum and Instruction |
| <b>UNIVERSITY</b> | Maharakham University                                                                                                                         | <b>YEAR</b>  | 2024                       |

### ABSTRACT

This research aims to develop scientific creativity of students who received learning based on STEM education with mind mapping on the topic of Electricity and Electrical Energy, a total of 6 plans, 12 hours. The target group was 13 Grade 6 students at Ban Na Takang School. The research tools used are: Learning management plan according to STEM education guidelines together with diagrams scientific creativity test and interview form data were analyzed using percentages, means, and standard deviations. Students who received STEM education with mind mapping in the first cycle of operation had an average score of 6.28 out of 18. The level of science creativity was low at 33.76 percent. In the second cycle of operation, the students received STEM education with mind mapping, which was developed and improved from the first cycle of operation, had an average score of 10.54 out of 18. The level of science creativity was moderate at 58.55 percent. In the third cycle of operation, the students received STEM education with mind mapping, which was developed and improved from the second cycle of operation, had an average score of 13.62 out of 18. The level of science creativity was high at 75.64 percent.

Keyword : STEM education, Mind Maps, Scientific Creativity



## กิตติกรรมประกาศ

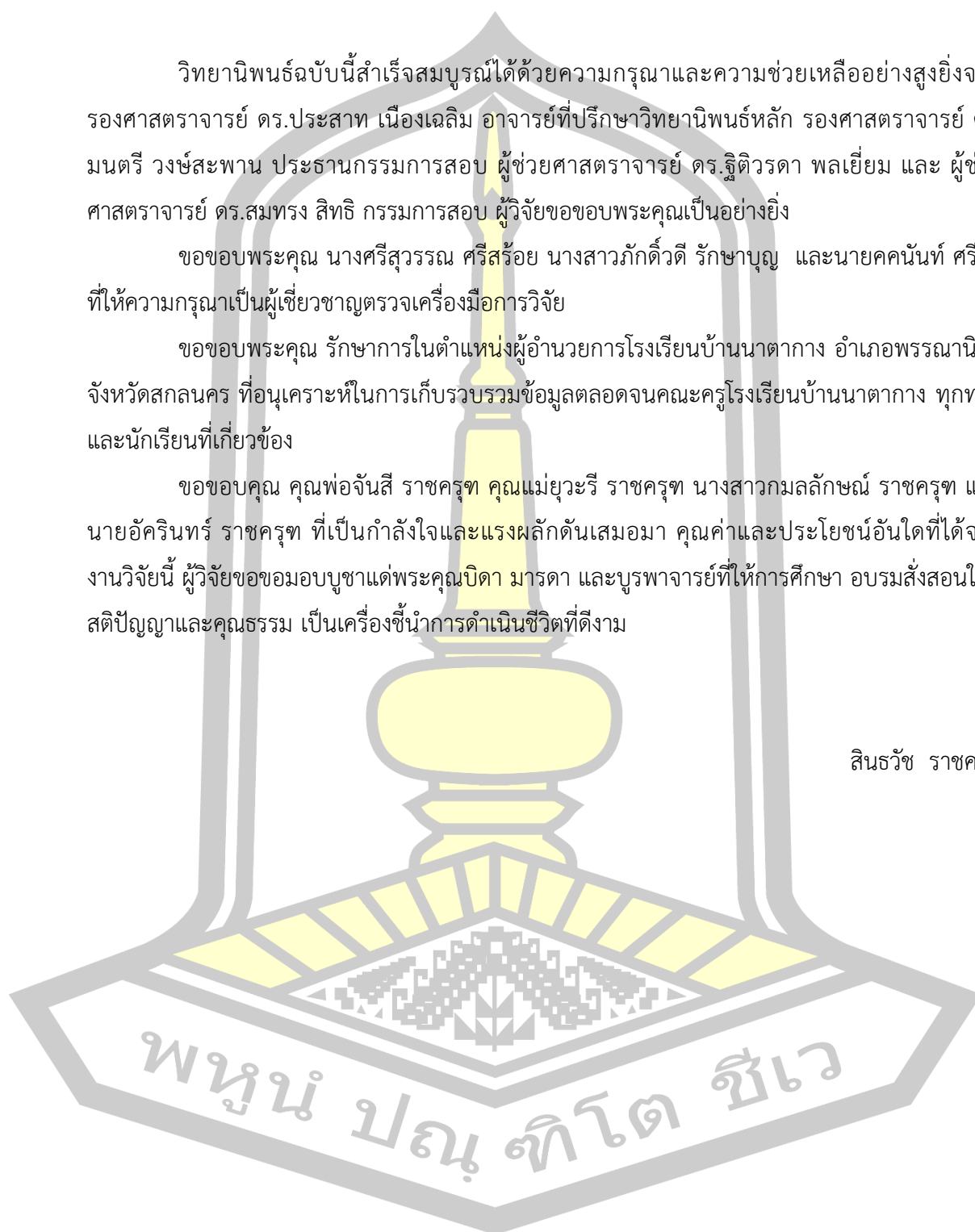
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก  
รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.  
มนตรี วงษ์สะพาน ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวรดา พลเยี่ยม และ ผู้ช่วย  
ศาสตราจารย์ ดร.สมทรง สิทธิ กรรมการสอบ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ นางศรีสุวรรณ ศรีสร้อย นางสาวภักดิ์ดี รักษาบุญ และนายคณันท์ ศรีผุย  
ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

ขอขอบพระคุณ รักษาการในตำแหน่งผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านนาตากอง อำเภอพรหมานิคม  
จังหวัดสกลนคร ที่อนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดจนคณะครูโรงเรียนบ้านนาตากอง ทุกท่าน  
และนักเรียนที่เกี่ยวข้อง

ขอขอบคุณ คุณพ่อจันสี ราชครุฑ คุณแม่ยุวรี ราชครุฑ นางสาวกมลลักษณ์ ราชครุฑ และ  
นายอักรินทร์ ราชครุฑ ที่เป็นกำลังใจและแรงผลักดันเสมอมา คุณค่าและประโยชน์อันใดที่ได้จาก  
งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และบูรพาจารย์ที่ให้การศึกษาอบรมสั่งสอนให้มี  
สติปัญญาและคุณธรรม เป็นเครื่องชี้นำการดำเนินชีวิตที่ดีงาม

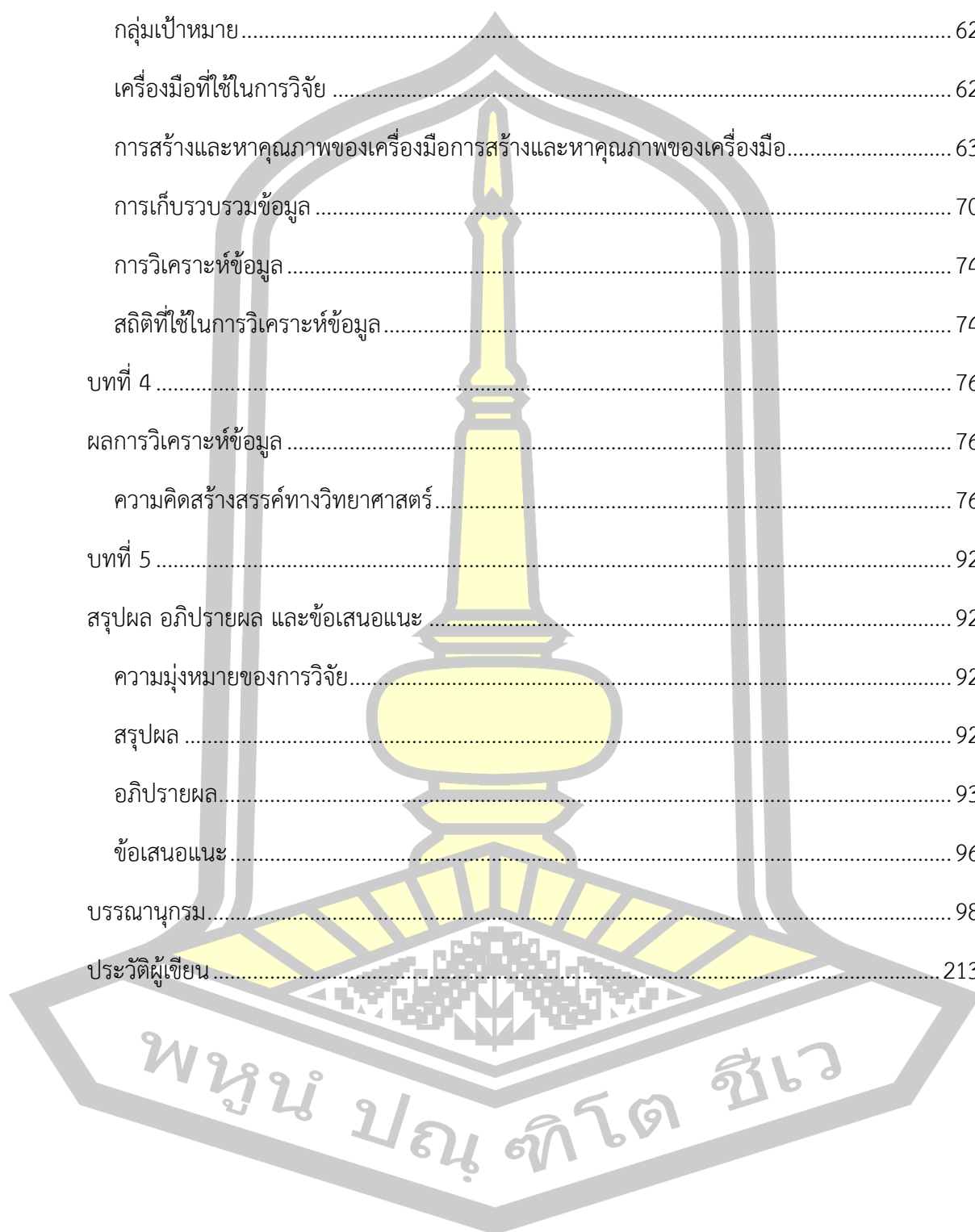
สินธวัช ราชครุฑ



## สารบัญ

|                                                                                                              | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                                                                                         | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....                                                                                      | จ    |
| กิตติกรรมประกาศ.....                                                                                         | ฉ    |
| สารบัญ.....                                                                                                  | ช    |
| สารบัญตาราง.....                                                                                             | ฌ    |
| บทที่ 1 บทนำ.....                                                                                            | 1    |
| ภูมิหลัง.....                                                                                                | 1    |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย.....                                                                                 | 5    |
| ขอบเขตของการวิจัย.....                                                                                       | 5    |
| นิยามศัพท์เฉพาะ.....                                                                                         | 6    |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                                                                  | 10   |
| กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)..... | 11   |
| บริบทของโรงเรียนบ้านนาตากาง.....                                                                             | 18   |
| การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....                                                                         | 20   |
| การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังความคิด.....                                                                    | 32   |
| ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....                                                                         | 43   |
| การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research).....                                                                | 53   |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                                                                                   | 57   |
| งานวิจัยในประเทศ.....                                                                                        | 57   |
| งานวิจัยต่างประเทศ.....                                                                                      | 59   |

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....                                      | 62  |
| กลุ่มเป้าหมาย .....                                                   | 62  |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....                                      | 62  |
| การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ..... | 63  |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล .....                                             | 70  |
| การวิเคราะห์ข้อมูล .....                                              | 74  |
| สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                 | 74  |
| บทที่ 4 .....                                                         | 76  |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                            | 76  |
| ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....                                  | 76  |
| บทที่ 5 .....                                                         | 92  |
| สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....                                  | 92  |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย.....                                          | 92  |
| สรุปผล .....                                                          | 92  |
| อภิปรายผล.....                                                        | 93  |
| ข้อเสนอแนะ .....                                                      | 96  |
| บรรณานุกรม.....                                                       | 98  |
| ประวัติผู้เขียน .....                                                 | 213 |



## สารบัญตาราง

|                                                                                         | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องวงจรไฟฟ้า.....    | 16   |
| ตาราง 2 ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนบ้านนาตากองปีการศึกษา 2567.....                           | 18   |
| ตาราง 3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....            | 19   |
| ตาราง 4 แสดงวิธีการคำนวณคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....                       | 52   |
| ตาราง 5 ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า.....                | 63   |
| ตาราง 6 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....                                               | 73   |
| ตาราง 7 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1 .....                  | 77   |
| ตาราง 8 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รายด้าน วงจรปฏิบัติการที่ 1 .....           | 78   |
| ตาราง 9 ปัญหาที่พบระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติการที่ 1.....                    | 81   |
| ตาราง 10 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2.....                  | 82   |
| ตาราง 11 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รายด้าน วงจรปฏิบัติการที่ 2.....           | 83   |
| ตาราง 12 ปัญหาที่พบที่พบระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติการที่ 2.....              | 85   |
| ตาราง 13 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3.....                  | 87   |
| ตาราง 14 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รายด้าน วงจรปฏิบัติการที่ 3.....           | 88   |
| ตาราง 15 ปัญหาที่พบที่พบระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ วงจรปฏิบัติการที่ 3.....              | 90   |
| ตาราง 16 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1..... | 200  |
| ตาราง 17 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2..... | 202  |
| ตาราง 18 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3..... | 204  |
| ตาราง 19 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4..... | 206  |
| ตาราง 20 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5..... | 208  |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

ในยุคปัจจุบันที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ และสังคม การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพและศักยภาพสูงจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการขับเคลื่อนประเทศให้ก้าวหน้าและแข่งขันได้ในระดับนานาชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนานวัตกรรมและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) การศึกษาจึงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญที่สุดในการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวและประสบความสำเร็จในอนาคต (วิจารณ์ พานิช, 2555)

การเรียนรู้ในปัจจุบันเป็นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ต้องอาศัยทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร เพื่อช่วยในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบัน (สถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพราะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมที่ผู้เรียนได้รับรู้มาแตกต่างกันก่อนเข้าสู่ห้องเรียน ระหว่างการทำกิจกรรมร่วมกันโดยตรงของผู้เรียนส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การคิดขั้นสูงและการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมใช้วิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนานวัตกรรมและ

การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ (Hu & Adey, 2002) การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจึงเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีศักยภาพด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต อย่างไรก็ตาม จากผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนไทยในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนไทยยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, 2560) ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการบูรณา การความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดย นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และการสร้างสรรค์ผลงานนวัตกรรมต่างๆ การ จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจึงมีศักยภาพในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ คิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง นอกจากนี้ การใช้แผนผังความคิด (Mind Mapping) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการจัดระบบความคิดและ ข้อมูลอย่างเป็นระบบ ยังสามารถช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการเชื่อมโยงความรู้ของผู้เรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Buzan & Buzan, 1996)

การบูรณาการแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้แผนผังความคิดจึงมีแนวโน้มที่จะเป็น วิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่าง ยิ่งในระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นช่วงวัยที่สำคัญในการวางรากฐานทักษะการคิดและเจตคติที่ดีต่อ วิทยาศาสตร์ (Eshach & Fried, 2005) การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ประถมศึกษาจะช่วยเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสามารถต่อยอดความรู้และทักษะในระดับการศึกษา ที่สูงขึ้น และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคตการ จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางใน ระดับนานาชาติว่าเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Bybee, 2013) สะเต็มศึกษาเน้นการ เรียนรู้แบบบูรณาการที่เชื่อมโยงความรู้จากหลากหลายสาขาวิชาเข้าด้วยกัน ผ่านการลงมือปฏิบัติและ การแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ที่เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านประสบการณ์และการมี ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม (Piaget, 1977)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีลักษณะสำคัญหลายประการที่ส่งเสริมการ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1) การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย 2) การเรียนรู้

แบบโครงการ (Project-based Learning) ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ออกแบบและสร้างสรรค์ผลงานของตนเอง และ 3) การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งคำถาม สำรวจ และค้นหาคำตอบด้วยตนเอง (Capraro et al., 2013) กระบวนการเรียนรู้เหล่านี้ล้วนมีส่วนสำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

นอกจากนี้ การใช้แผนผังความคิด (Mind Mapping) เป็นเครื่องมือเสริมในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญ แผนผังความคิดเป็นเทคนิคการจัดระบบความคิดที่พัฒนาโดย Tony Buzan ซึ่งใช้การเชื่อมโยงความคิดและข้อมูลในรูปแบบแผนภาพที่มีลักษณะคล้ายกิ่งก้านของต้นไม้ (Buzan & Buzan, 1996) การใช้แผนผังความคิดช่วยส่งเสริมการคิดแบบ Radiant Thinking หรือการคิดแบบแผ่รัศมี ซึ่งเอื้อต่อการเชื่อมโยงความคิดและการสร้างไอเดียใหม่ๆ อย่างอิสระ (Wycoff, 1991)

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งในระดับประถมศึกษา เนื่องจากเป็นช่วงวัยที่ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็นและจินตนาการสูง (Eshach & Fried, 2005) การปลูกฝังทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่วัยเยาว์จะช่วยสร้างรากฐานที่แข็งแกร่งสำหรับการพัฒนาทักษะขั้นสูงในอนาคต นอกจากนี้ การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ยังช่วยสร้างเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง (Hadzigeorgiou et al., 2012)

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา มีความท้าทายหลายประการที่ต้องคำนึงถึง ประการแรก คือ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กในวัยนี้ ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เด็กในวัยประถมศึกษาอยู่ในขั้นปฏิบัติการคิดแบบรูปธรรม (Concrete Operational Stage) ซึ่งสามารถคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งที่เป็นรูปธรรมได้ แต่ยังมีข้อจำกัดในการคิดเชิงนามธรรม ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจึงควรเน้นการใช้สื่อและอุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรม รวมถึงการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับประสบการณ์ตรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Eshach & Fried, 2005)

ประการที่สอง คือ การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ Amabile (1996) เสนอว่า สภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ควรประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ 1) การให้อิสระในการคิดและการแสดงออก 2) การสนับสนุนและให้กำลังใจ 3) การเปิดโอกาสให้เผชิญกับความท้าทาย และ 4) การให้เวลาในการคิดและทดลอง ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดจึงควรคำนึงถึงการสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เหล่านี้ด้วย



ประการที่สาม คือ การพัฒนาทักษะการคิดที่เป็นพื้นฐานของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ Hu และ Adey (2002) เสนอโมเดลโครงสร้างของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Structure Creativity Model SSCM) ซึ่งประกอบด้วย 3 มิติ ได้แก่ 1) กระบวนการ (Process) เช่น การคิดคล่อง การคิดยืดหยุ่น และการคิดริเริ่ม 2) ผลิตภัณฑ์ (Product) เช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) ลักษณะ (Trait) เช่น การคิดและการจินตนาการ การจัดการเรียนรู้จึงควรมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการคิดในทุกมิติเหล่านี้

การบูรณาการแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดสามารถตอบสนองต่อความท้าทายเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสะเต็มศึกษาช่วยสร้างบริบทการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมและมีความหมายผ่านการบูรณาการความรู้จากหลากหลายสาขาวิชา ในขณะที่แผนผังความคิดช่วยส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบและการเชื่อมโยงความคิด ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดสร้างสรรค์ (Davies, 2011) นอกจากนี้ การใช้แผนผังความคิดยังช่วยลดข้อจำกัดในการคิดเชิงนามธรรมของเด็กในวัยนี้ โดยช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดระบบความคิดและความรู้ในรูปแบบที่มองเห็นได้ (Visual Representation) ซึ่งช่วยเสริมสร้างความเข้าใจและการจดจำ (Dhindsa et al., 2011) ในบริบทของประเทศไทย การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการขับเคลื่อนประเทศไปสู่การเป็นประเทศที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมตามนโยบาย Thailand 4.0 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) อย่างไรก็ตาม จากรายงานผลการวิจัยของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) พบว่า นักเรียนไทยยังมีทักษะการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ในระดับที่ต้องปรับปรุง ดังนั้น การพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นประเด็นเร่งด่วนที่ต้องได้รับการศึกษาและพัฒนาอย่างจริงจัง

และจากประสบการณ์สอนที่โรงเรียนบ้านนาตากาง ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดความคิดสร้างสรรค์ในการทำงาน ไม่มีผลงานริเริ่มที่น่าสนใจหรือสามารถใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน เพื่อยืนยันสมมติฐานจึงได้ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นำไปทำการทดสอบกับนักเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนที่ทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีเกณฑ์อยู่ในระดับปรับปรุงเป็นจำนวน 13 คน ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถาม ปลายเปิด มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) และความคิดริเริ่ม (originality) โดยนักเรียนต้องใช้ความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการตอบคำถามด้วย โดยแบบวัดดังกล่าวมีทั้ง หก ข้อ ประกอบด้วยองค์ประกอบที่ต้องการวัดคือ



ความคิดคล่อง 2 ข้อ ความคิดยืดหยุ่น 4 ข้อ และ ความคิดริเริ่ม 4 ข้อ (ข้อ 3-6 วัดองค์ประกอบทั้ง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์) ใช้เวลาในการทำ 30 นาที (ธิตยา คำควร, 2558)

จากปัญหาด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ทำให้ผู้วิจัยมุ่งที่จะ แก้ปัญหาโดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากปัญหาดังกล่าวผู้สอนจึง ปรับเปลี่ยนวิธีสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อแก้ปัญหาผู้เรียน โดย ส่งเสริมการคิดของนักเรียนให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าความรู้ได้ด้วยตัวเองโดยการลงมือปฏิบัติ จริง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในบริบทลองผิดลองถูก ผึกตั้งสมมติฐานและหาแนวทางการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตัวเองและสามารถบูรณาการความรู้ใน 4 สห วิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ เข้าไปใช้แก้ปัญหา ระหว่าง เรียน การสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาจาก สถานการณ์ ด้วยเหตุนี้ผู้เรียนจึงสามารถพัฒนาการคิดในการแก้ปัญหาได้ด้วยความคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนากระบวนการหรือแนวคิดใหม่ ๆ ที่เป็น ประโยชน์ต่อการ ดำเนินชีวิตและการทำงานในอนาคต

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนบ้านนาตากง เพื่อแก้ปัญหาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ให้นักเรียนมีพัฒนาการของความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น และกล้าแสดงออกทางความคิด ผ่านการสร้างนวัตกรรม การ ทดลอง และการนำเสนองาน และเพื่อให้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนดีขึ้นตามมา

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

### ขอบเขตของการวิจัย

#### 1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 13 คน โรงเรียน บ้านนาตากง อำเภอพรหมณานิคม จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ซึ่งได้มาโดยเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

#### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

### 3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เนื้อหาสาระเกี่ยวกับแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

### 4. ระยะเวลาในการวิจัย

การวิจัยดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

## นิยามศัพท์เฉพาะ

**1. การจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)** คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ใน 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน โดยขั้นตอนการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ตัวอย่างที่พบในชีวิตประจำวันให้นักเรียนร่วมกันสังเกตและระดมความคิด ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ตัวอย่างที่ครูกำหนดจากนั้นให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา และทำความเข้าใจสภาพแวดล้อม หรือบริบทของปัญหาโดยแยกแยะว่า ปัญหานั้นมีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง เกิดจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไร และมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง โดยให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สนใจว่า ในสภาพแวดล้อมหรือบริบทเหมือนกันหรือคล้ายกันกับปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียน มีการศึกษาหรือแก้ไขมาบ้างหรือไม่ ทำอย่างไรและได้ผลอย่างไร ค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ใดและด้วยวิธีการใด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนระดมสมองคิดหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาที่นักเรียนสนใจจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด ซึ่งนักเรียนต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้รับประโยชน์จากการแก้ปัญหา เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของปัญหา จากนั้นนำมาเขียนเป็นร่างแนวคิดของแต่ละวิธี โดยเน้นแนวคิดที่สร้างสรรค์ แล้วประเมินว่าควรเลือกวิธีแก้ปัญหาใดที่มีความเป็นไปได้ และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการจากร่างแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านการเลือกแล้วว่าเป็นวิธีที่มีความเหมาะสม โดยจัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน เงื่อนไขเวลาที่ต้องดำเนินงาน ความสามารถของแรงงาน ความเหมาะสมด้าน

เทคนิค ค่าใช้จ่าย และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นให้นักเรียนดำเนินการตามแผน โดยบันทึกความสำเร็จตามแผน ปัญหา อุปสรรค วิธีแก้ไขและรายงานความก้าวหน้าให้ครูทราบเป็นระยะ ๆ

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง โดยให้นักเรียนทดสอบผลงานและประเมินผลงานโดยยึดว่า ได้ผลงานเป็นรูปธรรมตามเป้าหมายหรือไม่ ผลงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ หากจำเป็นต้องปรับปรุง จะต้องบันทึกสาเหตุของการปรับปรุง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนของการทำความเข้าใจปัญหาว่าอะไรคือเป้าหมาย อะไรคือความต้องการ อะไรเป็นข้อจำกัดของการสร้างงาน การรวบรวมข้อมูลทำให้เรียนรู้อะไร การออกแบบอยู่บนพื้นฐานของการใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างไร มีเทคโนโลยีอะไรที่ใช้ประโยชน์ในการสร้างงานนี้ เกิดปัญหาอุปสรรคระหว่างสร้างงานอย่างไร ปรับแก้อย่างไร และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามเป้าหมายและความต้องการหรือไม่ และให้นักเรียนลงข้อสรุปให้ผู้ฟังเห็นชัดเจนว่า วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

**2. ผังความคิด** หมายถึง เครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถสื่อสารหรือถ่ายทอดกันได้โดยให้เป็นรูปธรรม ข้อมูลหรือเนื้อหาที่จะนำมาเสนอนั้นต้องผ่านกระบวนการคิดและแสดงออกมาในรูปแบบของการใช้ผังความคิดที่มีความหลากหลายและเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของเนื้อหา นั้น ๆ

**3. การจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด** หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์โดยบูรณาการการนำเสนอข้อมูลด้วยรูปแบบแผนผังความคิด เพื่อเป็นการสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจง่ายและมีความชัดเจนยิ่งขึ้น มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1.1 ครูและนักเรียนศึกษาและพูดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา

1.2 นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ปัญหาและสรุปกรอบปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1 ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและครอบคลุมปัญหาที่ต้องการหาทางแก้ไขและวิธีการแก้ไขปัญหาลงบันทึกอภิปรายโดยใช้แผนผังความคิด ซึ่งครูจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้น

2.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่มเพื่อน โดยครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่าวิธีการที่เลือกต้องเหมาะสมและสามารถแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำวัสดุและอุปกรณ์ที่กำหนดไว้มาออกแบบชิ้นงาน โดยให้นักเรียนทำการร่างภาพที่แสดงส่วนประกอบในการสร้างชิ้นงาน หรือออกแบบการทดลอง

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนทำชิ้นงานหรือวางแผนการทดลองและลงมือปฏิบัติการสร้างชิ้นงานหรือทดลอง

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

5.1 นักเรียนทำการทดสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้นว่าสามารถแก้ไขปัญหาได้หรือไม่ พร้อมบันทึกผลการทดสอบ

5.2 ครูให้นักเรียนปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา

6.1 ให้นักเรียนนำเสนอผลการทำกิจกรรมในรูปแบบแผนผังความคิด

6.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากการสร้างชิ้นงาน

**4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบคิดกว้างไกล เพื่อให้ได้สิ่งที่แปลกใหม่ โดยอาศัยความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และประสบการณ์ที่ผ่านมาเป็นพื้นฐานที่ทำให้เกิดความคิดใหม่ อันนำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่าง ๆ ที่แปลกใหม่สามารถวัดได้โดยการใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ซึ่งครอบคลุมใน 3 ด้าน ดังนี้

4.1 ด้านคุณสมบัติ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และ ความคิดริเริ่ม

4.1.1 ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการค้นหาคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องแคล่วในการคิด และเขียนคำตอบได้อย่างรวดเร็วในเวลาจำกัด และความคิดที่ได้ต้องเป็นไปในเชิงบวก หรือสังคมยอมรับ

4.1.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท ไม่จำกัดแง่มุมใดมุมหนึ่ง และความคิดที่ได้ต้องเป็นไปในเชิงบวก หรือสังคมยอมรับ

4.1.3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้ความคิดในการค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้โดยเป็นคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่น เป็นคำตอบที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ และความคิดที่ได้ต้องเป็นไปในเชิงบวก หรือสังคมยอมรับ

4.2 ด้านผลิตภัณฑ์ คือ ประโยชน์แต่ละด้านของผลิตภัณฑ์ ความเข้าใจในปรากฏการณ์ และการตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.2.1 ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ (Technical Product) หมายถึง การที่นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลที่มีมาคิดหาคำตอบ

4.2.2 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างผลิตภัณฑ์ (Science Knowledge) หมายถึง การที่นักเรียนได้นำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาให้เกิดผลประกอบ

4.2.3 ความเข้าใจในปรากฏการณ์ (Science Phenomena) หมายถึง การที่นักเรียนได้เชื่อมโยงถึงความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยอยู่บนพื้นฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์

4.2.4 การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Science Problem) หมายถึง การที่นักเรียนได้มีคำตอบที่เกิดจากการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ โดยการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบ

4.3 ด้านกระบวนการ คือ การคิดอย่างมีเหตุผล และ จินตนาการ

4.3.1 การคิดอย่างมีเหตุผล (Thinking) หมายถึง การที่นักเรียนได้ใช้เหตุผลประกอบการตอบคำถาม

4.3.2 จินตนาการ (Imagination) หมายถึง การที่นักเรียนได้เขียนคำตอบที่แสดงให้เห็นถึงการคิดล่วงหน้า หรือเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร แนวคิดทฤษฎี หลักการ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. สารระสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
  - 1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
  - 1.2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้
  - 1.3 คำอธิบายรายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว16101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
  - 1.4 ตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
  - 1.5 สารและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ไฟฟ้า
2. บริบทของโรงเรียนบ้านนาตากาง
3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
  - 3.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
  - 3.2 ความเป็นมาของสะเต็มศึกษา
  - 3.3 แนวคิดทฤษฎีการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา
  - 3.4 จุดเด่นและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
  - 3.5 แนวทางในการจัดการเรียนรู้ในแบบสะเต็มศึกษา
  - 3.6 ลักษณะการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา
  - 3.7 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
  - 3.8 บริบทในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา
  - 3.9 การวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังความคิด
  - 4.1 ความหมายของแผนผังความคิด
  - 4.2 หลักการทำแผนผังความคิด
  - 4.3 วิธีการเขียนแผนผังความคิด
  - 4.4 ข้อเสนอแนะในการเขียนแผนผังความคิด
  - 4.5 ประโยชน์ของการใช้แผนผังความคิด



- 4.6 การใช้กิจกรรมแผนผังความคิดประกอบการเรียนการสอน
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
  - 5.1 ความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
  - 5.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
  - 5.3 การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
  - 5.4 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
  - 5.5 เกณฑ์การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)
  - 6.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
  - 6.2 ประโยชน์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
  - 6.3 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

### ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข และสามารถพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนมี การทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### เทคโนโลยี

การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

#### สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ



มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

### สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

### คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รหัสวิชา ว16101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ศึกษาการเรียนรู้แบบนักวิทยาศาสตร์ สารอาหาร การเลือกรับประทานอาหารให้ได้สารอาหาร ครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสม และปลอดภัยต่อสุขภาพ ระบบย่อยอาหาร การแยกสารผสมโดยการหยิบออก การร่อน การใช้แม่เหล็กดึงดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอน แรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขัดถู การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม และการนำไปใช้ประโยชน์ การต่อหลอดไฟฟ้า แบบอนุกรม และแบบขนาน และการนำไปใช้ประโยชน์ การเกิดเงามืดเงามัว ปรากฏการณ์สุริยุปราคา และจันทรุปราคา เทคโนโลยีอวกาศ กระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร และวัฏจักรหิน ลักษณะ และสมบัติของหิน และแร่ การใช้ประโยชน์

ของหิน และแร่ การเกิดซากดึกดำบรรพ์และสภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุม ผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทย ลักษณะ และผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหว สึนามิ การเกิด และผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก การใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบาย และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การออกแบบ การเขียนโปรแกรม และการตรวจหาข้อผิดพลาด การค้นหาข้อมูลในอินเทอร์เน็ตอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการทำงานร่วมกัน

ใช้การสืบเสาะหาความรู้ สังเกต รวบรวมข้อมูล จัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล สร้างแบบจำลอง และอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเบื้องต้นสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอธิบาย และออกแบบวิธีการ แก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ เขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อแก้ปัญหา และตรวจหาข้อผิดพลาดของ โปรแกรม ค้นหาข้อมูลในอินเทอร์เน็ตอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกัน

ตระหนักถึงคุณค่าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้ความรู้และกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพในสิทธิของผู้อื่น มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม

### **ตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

ว1.2 ป.6/1 ระบุสารอาหาร และบอกประโยชน์ของสารอาหารแต่ละประเภทจากอาหารที่ตนเองรับประทาน

ว1.2 ป.6/2 บอกแนวทางในการเลือกรับประทานอาหารให้ได้สารอาหารครบถ้วนในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งความปลอดภัยต่อสุขภาพ

ว1.2 ป.6/3 ตระหนักถึงความสำคัญของสารอาหาร โดยการเลือกรับประทานอาหารที่มีสารอาหารครบถ้วน ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับเพศและวัย รวมทั้งปลอดภัยต่อสุขภาพ

ว1.2 ป.6/4 สร้างแบบจำลองระบบย่อยอาหาร และบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบย่อยอาหาร รวมทั้งอธิบายการย่อยอาหาร และการดูดซึมสารอาหาร

ว1.2 ป.6/5 ตระหนักถึงความสำคัญของระบบย่อยอาหาร โดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะ ในระบบย่อยอาหารให้ทำงานเป็นปกติ

ว2.1 ป.6/1 อธิบาย และเปรียบเทียบการแยกสารผสมโดยการหีบออก การร่อนการใช้แม่เหล็กดึงดูด การรินออก การกรอง และการตกตะกอน โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์รวมทั้งระบุวิธีแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวันเกี่ยวกับการแยกสาร

ว2.2 ป.6/1 อธิบายการเกิดและผลของแรงไฟฟ้าซึ่งเกิดจากวัตถุที่ผ่านการขัดถูโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

ว2.3 ป.6/1 ระบุส่วนประกอบ และบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว2.3 ป.6/2 เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

ว2.3 ป.6/3 ออกแบบการทดลอง และทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

ว2.3 ป.6/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์ และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ว2.3 ป.6/5 ออกแบบการทดลอง และทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสม ในการอธิบายการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม และแบบขนาน

ว2.3 ป.6/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม และแบบขนาน โดยบอกประโยชน์ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ว2.3 ป.6/7 อธิบายการเกิดเงามืดเงามัวจากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว2.3 ป.6/8 เขียนแผนภาพรังสีของแสงแสดงการเกิดเงามืดเงามัว

ว3.1 ป.6/1 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิด และเปรียบเทียบปรากฏการณ์สุริยุปราคา และจันทรุปราคา

ว3.1 ป.6/2 อธิบายพัฒนาการของเทคโนโลยีอวกาศ และยกตัวอย่างการนำเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว3.2 ป.6/1 เปรียบเทียบกระบวนการเกิดหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร และอธิบายวัฏจักรหินจากแบบจำลอง

ว3.2 ป.6/2 บรรยายและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของหิน และแร่ในชีวิตประจำวัน จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว3.2 ป.6/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดซากดึกดำบรรพ์ และคาดคะเนสภาพแวดล้อมในอดีตของซากดึกดำบรรพ์

ว3.2 ป.6/4 เปรียบเทียบการเกิดลมบก ลมทะเล และมรสุม รวมทั้งอธิบายผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมแบบจำลอง

ว3.2 ป.6/5 อธิบายผลของมรสุมต่อการเกิดฤดูของประเทศไทย จากข้อมูลที่รวบรวมได้

ว3.2 ป.6/6 บรรยายลักษณะ และผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม แผ่นดินไหวสึนามิ

ว3.2 ป.6/7 ตระหนักถึงผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย โดยนำเสนอแนวทางในการเฝ้าระวังและปฏิบัติตนให้ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติและ ธรณีพิบัติภัยที่อาจเกิดขึ้นในท้องถิ่น

ว3.2 ป.6/8 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการเกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก และผลของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อสิ่งมีชีวิต

ว3.2 ป.6/9 ตระหนักถึงผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนเพื่อลดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดแก๊สเรือนกระจก

ว4.2 ป.2/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการอธิบาย และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

ว4.2 ป.2/2 ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรม และแก้ไข

ว4.2 ป.2/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

ว4.2 ป.2/4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทำงานร่วมกันอย่างปลอดภัย เข้าในสิทธิและหน้าที่ของตนเคารพในสิทธิของผู้อื่น แจ้งผู้เกี่ยวข้องเมื่อพบข้อมูลหรือบุคคลที่ไม่เหมาะสม

รวมตัวชี้วัด 30 ตัวชี้วัด

**สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง วงจรไฟฟ้า**

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสาร และพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์ ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องวงจรไฟฟ้า

| ตัวชี้วัด                                                                                               | สาระการเรียนรู้แกนกลาง                                                                                                                                                                                          | สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| ว 2.3 ป 6/1 ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ | - วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสายไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า แหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย หรือแบตเตอรี่ ทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้า สายไฟฟ้าเป็นตัวนำไฟฟ้าทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่าง | -                       |

| ตัวชี้วัด                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | สาระการเรียนรู้แกนกลาง                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | สาระการเรียนรู้<br>ท้องถิ่น |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| ว 2.3 ป 6/2 เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | แหล่งกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าด้วยกัน<br>เครื่องใช้ไฟฟ้ามีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่น                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                             |
| <p>ว 2.3 ป 6/3 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม</p> <p>ว 2.3ป 6/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมโดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน</p> <p>ว 2.3ป 6/5 ออกแบบ การทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายการต่อต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม และแบบขนาน</p> | <p>- เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์มาต่อเรียงกัน โดยให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งต่อกับขั้วลบของอีกเซลล์หนึ่งเป็นการต่อแบบอนุกรม ทำให้มีพลังงานไฟฟ้าเหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าในไฟฉาย</p> <p>- การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมเมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออกทำให้หลอดไฟฟ้าที่เหลือดับทั้งหมด ส่วนการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งออกหลอดไฟฟ้าที่เหลือก็ยังสว่างได้ การต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละแบบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การต่อหลอดไฟฟ้าหลายดวงในบ้านจึงต้องต่อหลอดไฟฟ้าดวงใดดวงหนึ่งได้ตามต้องการ</p> | -                           |

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หลักสูตรและตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้แกนกลาง พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ทราบว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จนนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่ในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียน

จะต้องมีทักษะ การสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความร่วมมือ การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีในความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เรื่องไฟฟ้า ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

#### บริบทของโรงเรียนบ้านนาตากง

จากข้อมูลบริบทพื้นฐานของโรงเรียน โรงเรียนบ้านนาตากง ตั้งอยู่หมู่ที่ 4 บ้านนาตากง ตำบลบะฮี อำเภอพรหมานิคม จังหวัดสกลนคร 47130 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสกลนคร เขต 2 เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 ถึงประถมศึกษาปีที่ 6

ชุมชนโดยรอบโรงเรียนบ้านนาตากงเป็นชุมชนที่ดำรงชีพด้วยความสงบ ประชากรส่วนมากมีอาชีพเป็นเกษตรกร และทำงานรับจ้างทั่วไป ฐานะค่อนข้างยากจน นักเรียนส่วนใหญ่วที่เรียนที่โรงเรียนบ้านนาตากงส่วนมากพ่อแม่จะไปทำงานต่างจังหวัด จากข้อมูลจำนวนนักเรียนในปีการศึกษา 2566 นักเรียนโรงเรียนบ้านนาตากงมีจำนวนดังตารางที่ 2

ตาราง 2 ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนบ้านนาตากงปีการศึกษา 2567

| ระดับชั้น         | เพศ |      | รวม |
|-------------------|-----|------|-----|
|                   | ชาย | หญิง |     |
| อนุบาล 2          | 3   | 2    | 5   |
| อนุบาล 3          | 4   | 2    | 6   |
| ประถมศึกษาปีที่ 1 | 8   | 2    | 10  |
| ประถมศึกษาปีที่ 2 | 5   | 3    | 8   |
| ประถมศึกษาปีที่ 3 | 9   | 4    | 13  |
| ประถมศึกษาปีที่ 4 | 9   | 7    | 16  |
| ประถมศึกษาปีที่ 5 | 5   | 4    | 9   |
| ประถมศึกษาปีที่ 6 | 6   | 7    | 13  |
| รวม               | 49  | 31   | 80  |

ด้านบริบทในห้องเรียนที่จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ของทางโรงเรียนพบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันไม่ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน การเรียนส่วนใหญ่เน้นการท่องจำอย่างเดียว ทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อ และไม่ชอบเรียนวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่พัฒนาเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าครูมีวิธีการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ เชื่อว่านักเรียนจะสามารถพัฒนาความคิด



สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น และจากการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (อิตยา คำควร, 2558) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับควรปรับปรุง ดังแสดงในตารางที่ 3 ตาราง 3 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

| ลำดับที่ | ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ |                            |                           | คะแนนเฉลี่ย<br>(3) | ระดับคุณภาพ |
|----------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|-------------|
|          | ความคิด<br>คล่อง<br>(3)         | ความคิด<br>ยืดหยุ่น<br>(3) | ความคิด<br>ริเริ่ม<br>(3) |                    |             |
| 1        | 2                               | 1                          | 1                         | 1.33               | ควรปรับปรุง |
| 2        | 3                               | 3                          | 1                         | 2.33               | พอใช้       |
| 3        | 1                               | 2                          | 1                         | 1.33               | ควรปรับปรุง |
| 4        | 1                               | 2                          | 2                         | 1.67               | ควรปรับปรุง |
| 5        | 3                               | 2                          | 2                         | 2.33               | พอใช้       |
| 6        | 2                               | 2                          | 1                         | 1.67               | ควรปรับปรุง |
| 7        | 2                               | 2                          | 2                         | 2                  | พอใช้       |
| 8        | 2                               | 1                          | 1                         | 1.33               | ควรปรับปรุง |
| 9        | 1                               | 2                          | 1                         | 1.33               | ควรปรับปรุง |
| 10       | 2                               | 2                          | 3                         | 2.33               | พอใช้       |
| 11       | 2                               | 2                          | 1                         | 1.67               | ควรปรับปรุง |
| 12       | 1                               | 2                          | 2                         | 1.67               | ควรปรับปรุง |
| 13       | 3                               | 2                          | 2                         | 2.33               | พอใช้       |

จากการศึกษาบริบทด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาทางด้านการเรียนการสอนที่ไม่ได้คุณภาพเท่าที่ควร ดังนั้นเพื่อการแก้ปัญหาในระดับคุณภาพความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้น ผู้วิจัยจึงใช้การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ฝึกให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตัวนักเรียน และศึกษาจากการลองผิดลองถูกในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยในการจัดการเรียนการสอนนั้นผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ก็เพื่อหวังว่าจะพัฒนานักเรียนให้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้



## การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

### ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2020)

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้อย่างหลากหลาย แต่มีแก่นสำคัญที่สอดคล้องกัน ดังนี้

วิสูตร โพธิ์เงิน (2567) การบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา สะเต็มศึกษานำเสนอการเชื่อมโยงความรู้และทักษะจากหลากหลายสาขาวิชา เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2562) การเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติ ผู้เรียนได้ลงมือทำ ทดลอง และสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือโครงการ ซึ่งช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและยั่งยืน

ธีรพงษ์ วิริยานนท์ (2564) การพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษามุ่งเน้นการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการทำงานในยุคปัจจุบัน เช่น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการทำงานร่วมกับผู้อื่น

นันทนา น้าเจริญ (2565) การเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอาชีพ สะเต็มศึกษาช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพในอนาคต

ดังนั้น จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงข้อสรุปความหมายของสะเต็มศึกษา คือเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ โดยการบูรณาการความรู้จากวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ เข้าเป็นองค์ความรู้เดียว โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหา และสร้างสรรค์ผลงานการออกแบบจากปัญหาที่เกิดขึ้น

### ความเป็นมาของสะเต็มศึกษา

จากการสืบค้นข้อมูลความเป็นมาของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ได้มีนักวิชาการหลายท่าน (Breiner, 2012; Dejarquette, 2012; Zollman, 2012) ได้อธิบายไว้ดังนี้

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เดิมเริ่มจากการที่ประเทศสหรัฐอเมริกาที่ต้องการที่จะเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ ในการพัฒนานักเรียนให้มีความเข้มแข็งในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ต่อมา มีการสอนแบบบูรณาการโดยเพิ่มวิชาวิศวกรรม และเทคโนโลยีเข้าไป จึงทำให้ STEM Education เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการใน 4

สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ดังนั้น ความหมายของสะเต็มศึกษาครอบคลุม การเกษตร สิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์ การศึกษา และการแพทย์ สะเต็มศึกษาเป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามารวมผสมผสานกัน อย่างลงตัว นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนา ทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

### แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้การสอนสะเต็มศึกษา

วศินีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (2560, น. 15) ได้อธิบายถึง พื้นฐานของการเรียนรู้สะเต็มศึกษานั้นยังมาจากทฤษฎีพัฒนาการนิยิม (Progressive Learning) ของจอร์น ดิวอี้(John Dewey) โดยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง กระทำด้วยตนเอง หรือ เรียกว่า learning by doing โดยที่มีครูผู้สอน เป็นแรงบันดาลใจในการเรียน เป็นผู้อำนวยความสะดวก และให้คำแนะนำนักเรียน

นอกจากนี้องค์ประกอบของทฤษฎีของสะเต็มศึกษา คือความอยากรู้อยากเห็น นวัตกรรมทางการศึกษา การสร้างองค์ความรู้ การเรียนรู้ด้วยการกระทำจากกิจกรรมการเรียนรู้ มีทั้งครู เป็นผู้นำในการสอน และเด็กเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ โดยใช้พหุปัญญาการคิดต่าง ๆ ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดแก้ปัญหาในระดับขั้นความคิดตามแนวคิดบลูม (Bloom Texonomy) รวมทั้งการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม (STEM) จึงมีองค์ประกอบของทฤษฎีของสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยสรุปได้ ดังนี้

1. การสร้างองค์ความรู้ (Constructivist) เป็นการสร้างองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ สะเต็มศึกษา นักเรียนจะต้องเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิด การหาความรู้การออกแบบชิ้นงาน การแก้ปัญหา ฯลฯ โดยนักเรียนจะมีการสร้างองค์ความรู้ได้ จากประสบการณ์เดิมของนักเรียน ความกระตือรือร้นจากการแก้ปัญหาและการคิด การแลกเปลี่ยนองค์ความรู้จากผู้คนต่าง ๆ การเรียนรู้จากประสบการณ์หรือ กิจกรรมต่าง ๆ และการจัดการเรียนรู้ควรยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

2. การเรียนรู้ด้วยการกระทำจากกิจกรรมการเรียนรู้ (Active Learning) เป็นการสร้างองค์ความรู้จากการผ่านการทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยความกระตือรือร้น ซึ่งนักเรียนอาจจะมีการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้กับบุคคลอื่น ๆ จนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีหลักการเรียนรู้คือ (1) การกระทำโดยตรง (2) การสะท้อนของการกระทำ (3) การเสริมแรงภายใน การคิดค้นและกิจกรรมทั่วไป และ (4) การแก้ปัญหา

3. การเรียนรู้จากสิ่งที่นักเรียนเกิดความสนใจและการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery Learning) บรุนเนอร์ (Brunner) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้ของมนุษย์ 3 แบบ คือ การเรียนรู้ด้วยการ

กระทำ (Enactive Stage) การเรียนรู้จากความคิด (Iconic Stage) และ การเรียนรู้ด้วยสัญลักษณ์ และนามธรรม (Symbolic Stage) นอกจากนี้บรูเนอร์จึงได้มีแนวคิดในการจัดการเรียนรู้คือ ครูผู้สอนควรจัดทำหลักสูตรการเรียนรู้ให้สอดคล้อง และเหมาะสมกับการพัฒนาการทางสติปัญญา ของนักเรียน มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างอิสระ มีการสร้างแรงจูงใจภายในให้กับนักเรียน จัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดขึ้น

4. การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเป็นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ใหม่ๆ ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการพัฒนาด้านจิตใจ ภาษาและสังคมการสื่อสารกับผู้อื่น ซึ่งถือเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนควรช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความคิดรวบยอดในระดับสูงขึ้นด้วย (Scaffolding) โดยการจัดการเรียนรู้ควรจัดให้มีการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองคิดด้วยตนเองก่อน

5. ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆขึ้น ซึ่งในการจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรให้นักเรียนได้รู้จักการคิดเพื่อออกแบบชิ้นงานสร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ๆและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วย

6. การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการจัดการเรียนรู้ควรเน้นให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา ที่อาจจะเกิดขึ้นได้อยู่ตลอดเวลา หรือครูผู้สอนอาจจะมีการใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาร่วมได้ (โดยเน้นการแก้ปัญหาเป็นหลัก)

7. การใช้พหุปัญญา (Multiple Intelligences) เป็นการค้นคว้าทางด้านสติปัญญา ซึ่งสามารถนำมาใช้ เพื่อเชื่อมโยงสติปัญญาของนักเรียนที่หลากหลาย ครูผู้สอนควรมีการจัดประสบการณ์ และควรส่งเสริมการพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ที่หลากหลายด้วย

8. การเรียนรู้ทางสติปัญญาของบลูมหรือพุทธิพิสัย (Bloom Taxonomy) เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่มีการพัฒนาการทางสติปัญญา โดยเริ่มจากการพัฒนาสติปัญญาด้านพื้นฐาน ไปสู่การพัฒนาสติปัญญาขั้นสูงสุด

9. การเรียนแบบร่วมมือกัน (Cooperative Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ร่วมมือกันทำกิจกรรมตามความรับผิดชอบของตน โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือ ซึ่งการจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้จะทำให้นักเรียน มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง เกิดทักษะในการทำงานกับผู้อื่น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแนวคิดทฤษฎีการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา เป็นทฤษฎีที่มาจากทฤษฎีพัฒนาการนิยม (Progressive Learning) ของ จอร์น ดิวอี้ (John Dewey) ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง Learning by doing โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือ เพื่อให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง นอกจากนี้

องค์ประกอบของทฤษฎีสะเต็มในการจัดการเรียนรู้จึงประกอบไปด้วย 9 องค์ประกอบ คือ (1) การสร้างองค์ความรู้ ที่มีความเกี่ยวข้องกับ STEM (2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ Active Learning เพื่อให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและเกิดการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้กันภายในกลุ่ม (3) เน้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความน่าสนใจโดยให้นักเรียนได้ฝึกค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (4) มีการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (5) ความคิดสร้างสรรค์ (6) การคิดแก้ปัญหา (7) การใช้พหุปัญญา (8) การเรียนรู้ทางสติปัญญาพุทธิพิสัย และ (9) การเรียนรู้แบบร่วมมือ

### จุดเด่นและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2558, น.3) ได้อธิบายถึงจุดเด่นและประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาดังนี้

1. จุดเด่นของสะเต็มศึกษา มีลักษณะสำคัญคือการบูรณาการ และเชื่อมโยงเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมซึ่งระดับการบูรณาการสะเต็มศึกษา สามารถแบ่งได้ 4 ระดับ ได้แก่

1.1 การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้แบบแยก สาระเนื้อหาการจัดการเรียนรู้และฝึกทักษะของแต่ละสาระวิชาออกจากกัน ตามสาระวิชา โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้จัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนตามรายวิชาของครูผู้สอน

1.2 การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีครูผู้สอนร่วมกันเป็นผู้กำหนดหัวข้อหลัก และนำมาอ้างอิงเชื่อมโยง สอดคล้องกับสาระวิชา ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยวิธีนี้จะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาของสาระวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวได้

1.3 การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการรวบรวมองค์ความรู้ที่สำคัญจากสาระวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มารวมเข้าด้วยกันตั้งแต่ 2 สาระการเรียนรู้ขึ้นไป และครูผู้สอนจะต้องมีการพิจารณาเนื้อหาให้มีความเหมาะสมและจัดกิจกรรมที่สามารถเชื่อมโยงกันได้ โดยใช้เนื้อหานั้นมาเป็นตัวเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องกันทุกวิชา

1.4 การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็น การจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนจะมีการจัดกิจกรรม ตามความสนใจของนักเรียน และปัญหาที่เกิดขึ้นของนักเรียน เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากสาระวิชา วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงให้เข้ากับชีวิตจริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

2. ประโยชน์การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มี 6 ประการ ได้แก่

2.1 นักเรียนเกิดทักษะด้านการคิด และการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือนวัตกรรมใหม่ๆ จากการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

2.2 นักเรียนเกิดความเข้าใจและสนใจประกอบอาชีพด้านสะเต็มมากขึ้น

2.3 นักเรียนมีความเข้าใจในสาระวิชาต่าง ๆ รวมทั้งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์มากขึ้น

2.4 หน่วยงานต่าง ๆ สามารถเข้ามามีส่วนร่วม ในการส่งเสริมการจัดกิจกรรมสะเต็ม ร่วมกับบุคคลากรทางการศึกษา และสถานศึกษาได้

2.5 เป็นการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ ให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ ทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้

2.6 เป็นการเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของประเทศ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าจุดเด่นของสะเต็มศึกษาจะมีลักษณะ คือ เป็นการบูรณาการของกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ให้เกิดความสอดคล้องกัน แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) และการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) นอกจากนี้ สะเต็มศึกษายังมีประโยชน์อีกมากมาย เช่น ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดที่จะสร้างสรรค์ ผลงานหรือชิ้นงานต่าง ๆ ขึ้นสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้สะเต็มศึกษามาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และใช้ในการประกอบอาชีพได้

### แนวทางในการจัดการเรียนรู้ในแบบสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ในแบบสะเต็มศึกษา นอกจากจะเป็นการจัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ แล้วควรมีแนวทางที่จะใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้เกิดทักษะการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันให้มีประสิทธิภาพ

สุพรรณิ ขาญประเสริฐ (2558, น. 14) ได้อธิบายถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ในตามแนวทาง โดยสรุป คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จะเน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการใหม่ที่เชื่อมโยงเข้ากับชีวิตและสถานการณ์จริงของนักเรียนเพื่อเป็นการส่งเสริม และพัฒนาการเรียนรู้ โดยมีการนำเสนอออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาดังนี้



1. การเลือกมาตรฐานหรือตัวชี้วัด ครูผู้สอนควรจะต้องเลือกให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่จะสอน และควรกำหนดจุดประสงค์ตัวชี้วัดให้มีความชัดเจน เพื่อจะได้สามารถนำมาใช้ในการบูรณาการแก้ปัญหา สร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานใหม่ๆ

2. การพัฒนาคำถาม ระบุประเด็นปัญหา หรือสถานการณ์ ครูผู้สอนควรใช้คำถามสร้างโจทย์ปัญหา หรือออกแบบสถานการณ์ต่าง ๆ ให้เกิดความสอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียนให้มากที่สุด เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดที่จะแก้ปัญหาและอยากรู้อยากเรียน นอกจากนี้ครูผู้สอนก็ควรที่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมด้วย

3. การบูรณาการความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ครูผู้สอนจะต้องวิเคราะห์องค์ความรู้ต่าง ๆ ของแต่ละสาขาวิชา เพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามให้กับนักเรียน และเพื่อตรวจสอบข้อสงสัยต่าง ๆ ที่ได้จากการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

4. การเชื่อมโยงสู่งานอาชีพ ครูผู้สอนควรศึกษาค้นคว้า สืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับอาชีพทางสะเต็ม ซึ่งจะต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้ทำการค้นคว้ามากับเนื้อหาเรื่องที่จะเรียน และทำกิจกรรม

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558, น. 136-137) ได้อธิบายถึงแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้ตามแนวคิดสะเต็ม ซึ่งสามารถทำได้หลายแนวทางโดยสรุปตามความเหมาะสมดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลอง เพื่อทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาและแนวคิดของบทเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวทางการสืบเสาะหาความรู้นี้จะช่วยทำให้นักเรียน มีความสามารถในการให้เหตุผล หรือมีเหตุผลมากขึ้น

2. การใช้ปัญหาเป็นฐานหรือโครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการถามคำถาม และการแก้ปัญหานักเรียนจะต้องวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อร่วมกันแก้ปัญหาในกลุ่ม โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีมาใช้แก้ปัญหา ซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐานหรือโครงงานเป็นฐาน จะเป็นแนวทางช่วยแก้ปัญหา จนนำไปสู่การทำโครงงานเพื่อสร้างเป็นสิ่งประดิษฐ์ต่อไป

3. การบูรณาการสื่อเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนมีการนำเทคโนโลยี เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนรู้ เพื่อทำให้นักเรียนมีความทันสมัยขึ้น

ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2559, น. 132) ได้อธิบายถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อนำมาออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม โดยมี 5 ขั้นตอน โดยสรุป ดังนี้

1. การบูรณาการระหว่าง 2 วิชา ครูผู้สอนควรที่จะสอนโดยเน้นให้นักเรียนเข้าใจหลักการและเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ได้ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ หรือนำมาสร้างวิธีการในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และสร้างนวัตกรรมได้

2. การสร้างความสัมพันธ์ ครูผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ๆ ไปประยุกต์ใช้ และครูผู้สอนควรที่จะมีการสร้างคำถาม หรือใช้คำถามเพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอยากเรียนรู้

3. ความสำคัญของทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ครูผู้สอนควรที่จะเน้นการสร้างสื่อสารสนเทศแบบสร้างสรรค์ เพื่อให้สามารถนำมาแก้ปัญหาและสื่อสาร ถึงหลักการและแนวคิดต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ทั้งในด้านการทำงานเป็นกลุ่มที่ต้องมีความร่วมมือกัน อีกทั้งยังรวมถึง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาต่าง ๆ และการคิดอย่างสร้างสรรค์อีกด้วย

4. การสร้างความท้าทายให้กับนักเรียน ครูผู้สอนสามารถทำได้ด้วยการออกแบบกิจกรรมที่มีลักษณะท้าทายความสามารถของนักเรียน

5. การจัดเตรียมกิจกรรมการสอนที่หลากหลาย ครูผู้สอนต้องเน้นให้นักเรียน แลกเปลี่ยนประสบการณ์และพัฒนาความสามารถของนักเรียนเอง โดยการใช้วิธีการเรียนรู้ด้วยการทำโครงงาน เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความสามารถที่หลากหลาย เช่น การแสดงความคิด การใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา และเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอีกด้วย

จินดาพร หมวกหมื่นไวย (2560, น. 50) ได้อธิบายถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาจะมีจุดเน้น เพื่อต้องการให้นักเรียนนั้นประสบความสำเร็จในอนาคต โดยมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยสรุปดังนี้

1. การค้นหากิจกรรมสะเต็ม ครูผู้สอนสามารถนำกิจกรรมเดิมที่เคย ใช้ในการจัดกิจกรรมการสอน มาแล้ว สามารถนำมาพัฒนา ปรับปรุง ดัดแปลง ให้เป็นกิจกรรมสะเต็มได้ ซึ่งกิจกรรมนั้น ๆ อาจอยู่ในรูปแบบของกิจกรรม ดังนี้

1.1 กิจกรรม Hands-on เป็นกิจกรรมที่ใช้เวลาสั้นๆ ซึ่งนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง รวมทั้งยังต้องมีการจัดการควบคุมดูแลอุปกรณ์ด้วย

1.2 การทดลอง หรือโจทย์แบบฝึกหัด เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถของตนเองในการปฏิบัติ และการใช้ทักษะในการทดลอง การสังเกต การบันทึกผล การควบคุมตัวแปร การอภิปราย การสรุปผลจากการทดลองและความสามารถในการขยายความรู้เพิ่มเติมได้ นอกจากนี้ ในส่วนของโจทย์แบบฝึกหัด นั้นยังเป็นการเสริมทักษะให้กับนักเรียนด้วย



1.3 ชิ้นงาน โครงการงาน การแข่งขัน จะมีการกำหนดจุดประสงค์ เพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างหรือผลิตผลงานหรือชิ้นงานที่ได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน จึงทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีความสะดวกยิ่งขึ้น

2. แลกความคิดเห็นให้เป็นกิจกรรมสะสม ครูผู้สอนสามารถที่จะนำกิจกรรมการเรียนการสอนเดิมมาใช้ได้ ซึ่งอาจจะต้องวิเคราะห์ถึงหลักการต่าง ๆ และกระบวนการจัดกิจกรรมเดิมที่มีอยู่ให้มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับหลักการของสะสม ตามหลักการจัดกิจกรรม ดังนี้

2.1 การบูรณาการความรู้ STEM ครูผู้สอนควรพิจารณาดังนี้ (1)ควรมีการ บูรณาการทั้ง 4 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและ คณิตศาสตร์ซึ่งอาจจะมีการ บูรณาการเพียง 2 สาระ หรือมากกว่าก็ได้และ (2)การจัดกิจกรรมสะสม ควรมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง เพื่อให้ นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มเติมขึ้นจากเดิม

2.2 กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ครูผู้สอนควรให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งจะมีการกำหนดปัญหาและความต้องการ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ชิ้นงาน เมื่อนักเรียนสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องไปในขั้นตอนการทดสอบ เพื่อปรับปรุงชิ้นงาน หรือพัฒนาชิ้นงานของตนเอง โดยครูผู้สอนจะต้องมีการพัฒนาหรือปรับปรุงวิธีการทดสอบให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมด้วย

2.3 ทักษะในศตวรรษที่ 21 ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตหรือสถานการณ์จริงที่อาจจะส่งผลต่อการดำรงชีวิตในอนาคต

ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรออกแบบให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ โดยเน้นเฉพาะทักษะที่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ในการประกอบอาชีพ และการดำเนินชีวิตประจำวัน ลงไปในการจัดกิจกรรมนั้นด้วย เพื่อจะได้เป็นการวัดความสามารถของทักษะนั้น ๆ ด้วย

2.4 ผูกเรื่องราว สร้างความท้าทาย และความสนใจครูผู้สอนควรที่จะออกแบบกิจกรรมที่มีเนื้อหาที่สอดคล้อง หรือสัมพันธ์กับเรื่องที่สอน โดยจะต้องมีการกำหนดปัญหา จากสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อสร้างความท้าทายให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากที่จะเรียนรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเองจากการร่วมทำกิจกรรม เพื่อแก้ปัญหาจากการใช้ความรู้ทักษะ กระบวนการต่าง ๆ ตามที่ครูผู้สอนได้ออกแบบไว้

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้ในแบบสะสมศึกษา มีดังนี้ (1) ครูผู้สอนควรเน้นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะเด่นของในแต่ละวิชามาผสมรวมกัน เพื่อจะได้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนั้นนำทักษะความรู้ที่เป็นจุดเด่นของแต่ละวิชามาประยุกต์ใช้ได้ในด้านของการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพได้อย่างดียิ่งขึ้น (2) ครูผู้สอนควร

เชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยจะต้องมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องเหมาะสมและสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ต้องเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจริงและมีความคิดที่จะสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้ (3) ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนได้มีการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการคิด ทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการวิเคราะห์ ทักษะการสังเกต ทักษะการทดลอง โดยให้นักเรียนได้มีการฝึกฝนทักษะต่าง ๆ จากการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา (4) ครูผู้สอนควรที่จะมีวิธีในการกระตุ้นนักเรียน เพื่อให้เกิดการอยากเรียน โดยอาจจะใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การใช้คำถาม การสร้างความท้าทายให้กับนักเรียน หรือการเชื่อมโยงเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จริง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและมีความสนใจที่จะเรียน ซึ่งในการจัดกิจกรรมครูผู้สอนควรที่จะออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่หลากหลาย ซึ่งอาจจะเป็นการนำเอากิจกรรมเดิมที่เคยนำไปใช้ในการสอนแล้วมาปรับปรุง ให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่จะสอน ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาควรที่จะต้องเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อเป็นการส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งเป็นการเพิ่มเติมองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมอีกด้วยและ (5) ครูผู้สอนควรให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็น

### ลักษณะการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการสืบค้นข้อมูลลักษณะการจัดการเรียนการสอนของสะเต็มศึกษา Capraro และคณะ (2013) ได้อธิบายไว้ดังนี้

ในการนำแนวคิดกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน สามารถทำได้ 9 แนวทาง ดังนี้ 1) จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจสนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง 2) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้ท้าทายความสามารถของผู้เรียน 3) จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ 4) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานโดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน 6) เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ 7) เป็นพี่เลี้ยง 8) ป้อนคำถามและตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด 9) ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนการสอนดังที่กล่าวมานี้ สามารถแบ่งเป็นลักษณะการสอนแบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่างได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชา

คณิตศาสตร์ (M) โดยได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน กล่าวคือธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์นั้นเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักศึกษามักจะชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry Based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-Based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้น และประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาเทคโนโลยีธรรมชาติของวิชาเทคโนโลยีนั้น เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ ที่ตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering design process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจกัน วิชาวิศวกรรมศาสตร์ธรรมชาติของวิศวกรรมศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ในระดับอุดมศึกษา แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน วิชาคณิตศาสตร์ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ คือ 1) กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์(Mathematics Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบการจำแนก/การจัดกลุ่ม การจัดรูปแบบ และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ 2) ภาษาทางคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจ ความคิดรวบยอด(Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารเช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ และ3) ส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. การสอนแบบบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การสอนแบบใช้การออกแบบเป็นฐาน (Design - based Learning) ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าไรก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการนำสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนวัยเรียน (Pre-School) ด้วย

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าการสอนแบบสะเต็มศึกษา สามารถจัดการเรียนการสอนได้ในทุกระดับและทุกช่วงวัย ซึ่งการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นจะมุ่งเน้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลได้ด้วยตัวเอง จนเกิดการพัฒนาและนำไปสู่การออกแบบชิ้นงานและแนวคิดใหม่เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิต

### ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น จะมีลักษณะของกิจกรรมที่ส่งเสริมกันโดยมีนักวิชาการได้อธิบายไว้ ดังนี้ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556; มนตรี จุฬาววัฒนทล, 2556; อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556)

1. ลักษณะเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของ STEM ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการเรียนแบบสืบเสาะซึ่งเป็นแนวทางที่ทำให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีการสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา โดยผ่านการลงมือปฏิบัติและทดลองจริงเพื่อให้นักเรียนเข้าใจทั้งเนื้อหาและแนวคิดของเนื้อหาที่เรียนแต่ละครั้ง

2. ลักษณะการสอนที่ใช้ปัญหาหรือโครงงานเป็นฐานการสอนแบบใช้ปัญหาหรือโครงงานเป็นฐาน เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนสืบค้นหาข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา ทดลองมีลักษณะที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่สนใจเรียนวิทยาศาสตร์ โดยในการเรียนแบบโครงงานเป็นฐานนั้นจะทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันถาม ร่วมกันแก้ปัญหาเพื่อกำหนดกรอบหรือขอบเขตเพื่อศึกษาและหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาช่วยแก้ปัญหา มีการสะท้อนความคิดจากประสบการณ์โดยตรงของนักเรียนและรวมทั้งมีการใช้สื่อเทคโนโลยีเข้าร่วม จนนำไปสู่โครงงานเพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์ขึ้นใช้แก้ปัญหาในที่สุด

3. ลักษณะการบูรณาการสื่อเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในที่นี้ หมายถึง การนำสื่อเทคโนโลยีมาช่วยในการส่งเสริมการสอนและการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยบางเนื้อหา นักเรียนจะต้องสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้สื่อ เช่น อินเทอร์เน็ต การได้รับการปรับปรุงการเรียนการสอนให้ทันสมัย และสามารถบูรณาการการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเข้าไปในห้องเรียนได้

จากการศึกษาลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทำให้ทราบถึงการบูรณาการการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน เข้าใจขอบเขตของการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

### บริบทในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา (2559) ได้กำหนดนิยามของ “สะเต็มศึกษา” ว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือ

ผลผลิตใหม่ ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 อีกทั้ง ได้มีการกำหนดขั้นตอนของกิจกรรมเรียนรู้ ไว้ 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา

เป็นขั้นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

เป็นขั้นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Science + Math & Technology)

เป็นขั้นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Engineering)

เป็นขั้นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Engineering)

เป็นขั้นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้ อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม

เป็นขั้นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาครูต้องจัดเตรียมกิจกรรมที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน โดยกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนและความสามารถของผู้เรียน และครูจะต้องมีบทบาทในการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน

**การวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา**

เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้จากการทำงานกิจกรรมสะเต็ม เรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนควรที่จะมีวิธีการวัด และประเมินผล เพื่อให้ทราบถึงการพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ของนักเรียนว่าเป็นอย่างไร มีการพัฒนาไปได้มาก หรือน้อยเพียงใด และครูผู้สอนจะต้องมีการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอย่างไรจึงจะให้นักเรียนนั้นมีการพัฒนาการไปได้อย่างสูงสุด โดยมีแนวทางในการวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาดังนี้



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 17) ได้อธิบายถึง การวัดผล และประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment) เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียน อาจจะได้มาจากการทำกิจกรรม ผลงานหรือชิ้นงานของนักเรียน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้ครูผู้สอนสามารถประเมินได้ถึงทักษะการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน การสื่อสาร เจตคติ และความสามารถในการแก้ปัญหา ครูผู้สอนจะต้องทำการประเมินหลายๆ ด้าน ซึ่งควรจะต้องใช้วิธีในการประเมินที่หลากหลายมีความเกี่ยวข้อง และเหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงที่แตกต่างกัน และควรจะต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะทำให้ครูผู้สอนทราบถึงพัฒนาการ และความสามารถของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาตนเองได้ และสามารถนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตได้

2 การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ(Performance Assessment) การประเมินความสามารถของนักเรียน จากการแสดงออกจากระบวนการทำงานต่าง ๆ ครูผู้สอนจะประเมินผลจากระบวนการทำงาน กระบวนการคิดขั้นสูง และผลงาน ซึ่งจะต้องมอบหมายงานให้กับนักเรียนได้ทำและกำหนดชิ้นงานให้กับนักเรียน นอกจากนี้ยังจะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน เกณฑ์การให้คะแนนที่ต้องมีความชัดเจน มีตัวอย่างเพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาสร้างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องมีการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การวัดประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการวัดการพัฒนาการในทักษะด้านต่าง ๆ ของนักเรียน ซึ่งการวัดประเมินผลของนักเรียนสามารถประเมินได้จากการประเมินจากสภาพจริง ซึ่งครูผู้สอนอาจจะประเมินได้จากทักษะการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน การสื่อสาร เจตคติ และความสามารถในการแก้ปัญหา ที่มีการนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน และการวัดและประเมินผลด้านความสามารถ เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียน จากการแสดงออกของกระบวนการทำงานต่าง ๆ ครูผู้สอนจะประเมินผลจากระบวนการทำงาน กระบวนการคิดขั้นสูง และผลงาน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน

**การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังความคิด**

**ความหมายของแผนผังความคิด**

วิจารณ์ พานิช (2563) แผนผังความคิดเป็นวิธีการนำเสนอข้อมูลและความคิดในรูปแบบแผนภาพที่มีโครงสร้างเชื่อมโยงกัน โดยมีแนวคิดหลักอยู่ตรงกลาง และแตกแขนงออกไปเป็นความคิดย่อยๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน การใช้สี รูปภาพ และสัญลักษณ์ต่างๆ ช่วยเพิ่มมิติและความน่าสนใจให้กับแผนผังความคิด ทำให้ง่ายต่อการจดจำและเข้าใจ

ทศนา แวมมณี (2565) ในบริบทของการศึกษา แผนผังความคิดมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของผู้เรียน ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และช่วยในการจัดระเบียบข้อมูลที่ซับซ้อนให้เป็นระบบที่เข้าใจง่าย นอกจากนี้ ยังช่วยในการสรุปความรู้ การทบทวนบทเรียน และการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งและยั่งยืน

สุธีระ ประเสริฐสรรพ (2564) การใช้แผนผังความคิดในการเรียนการสอนสอดคล้องกับ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการเชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้ใหม่เข้ากับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ แผนผังความคิดจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดระบบความคิดและสร้างความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายของแผนผังความคิดที่กล่าวมาข้างต้น อาจสรุปได้ว่า แผนผังความคิด เป็นการแสดงโครงสร้างของการคิด กระบวนการคิด ความสัมพันธ์ของกระบวนการคิดตั้งต้นจนจบ เป็นแผนผังหรือแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่างๆ จากความคิดหลักไปสู่ความคิดรองและความคิดย่อย ให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้ เส้น คำ สี่ เครื่องหมายสัญลักษณ์และภาพแสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้นๆ ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของความคิด ได้ชัดเจน

### หลักการทำแผนผังความคิด (Mind Mapping)

วิลมรตัน สุนทรโรจน์ (2545: 182-189) ได้กล่าวไว้ว่า

1. เริ่มด้วยภาพที่ตรงกึ่งกลางหน้ากระดาษ ภาพ ๆ เดียวมีค่ากว่าคำพันคำ และยังช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และยังเพิ่มความจำมากขึ้นด้วย
2. ใช้ภาพให้มากที่สุด ใน Mind Mapping ก่อนคำสำคัญ หรือรหัส เพื่อเป็นการช่วยการทำงานของสมอง ดึงดูดสายตา และช่วยในการจำ
3. ควรเขียนคำสำคัญบรรจงตัวใหญ่ ๆ ถ้าเป็นภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ เมื่อย้อนกลับมาอ่านใหม่จะให้ภาพที่ชัดเจน สะดุดตา อ่านง่าย และก่อผลกระทบต่อความคิดมากกว่า การใช้เวลาเพิ่มอีกเล็กน้อยในการเขียนตัวให้ใหญ่จะทำให้ อ่านง่าย ชัดเจน และจะช่วยให้สามารถประหยัดเวลาได้เมื่อย้อนกลับมาอ่านใหม่อีกครั้ง
4. เขียนคำสำคัญเหนือเส้น และแต่ละเส้นต้องเชื่อมต่อกับเส้นอื่น ๆ เพื่อให้แผนผังความคิด (Mind Mapping) มีโครงสร้างพื้นฐานรองรับ
5. คำสำคัญควรมีลักษณะเป็น "หน่วย" โดยคำสำคัญ 1 คำ ต่อเส้น 1 เส้น คำละเส้น เพราะจะช่วยให้คำแต่ละคำเชื่อมโยงกับคำอื่น ๆ ได้อย่างอิสระ เปิดทางให้แผนผังความคิด (Mind Mapping) คล่องตัว และยืดหยุ่นมากขึ้น



6. ระบายสีให้ทั่วแผนผังความคิด (Mind Mapping) เพราะสีช่วยยกระดับความจำ เพลิดเพลินกระตุ้นสมองซีกขวา

7. เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ใหม่ ๆ ควรปล่อยให้หวัคมีอิสระมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ อย่ามัวคิดว่าจะเขียนลงตรงไหนดี หรือว่าจะใส่หรือไม่ใส่อะไรลงไปเพราะลัวว่าจะทำให้งานล่าช้าอย่างน่าเสียดาย

### วิธีการเขียนแผนผังความคิด (Mind Mapping)

1. เตรียมกระดาษเปล่าที่ไม่มีเส้นบรรทัด และวางกระดาษภาพแนวนอน
2. วาดภาพสี หรือเขียนคำ หรือข้อความที่สื่อหรือแสดงถึงเรื่องที่ทำแผนผังความคิด (Mind Mapping) กลางหน้ากระดาษโดยใช้สีอย่างน้อย 3 สี และต้องไม่ตีกรอบด้วยรูปทรงเรขาคณิต
3. คิดถึงหัวเรื่องสำคัญที่เป็นส่วนประกอบของเรื่องที่ทำแผนผังความคิด (Mind Mapping) โดยให้เขียนเป็นคำที่มีลักษณะเป็นหน่วย หรือเป็นคำสำคัญสั้น ๆ ที่มีความหมายบนเส้น ซึ่งแต่ละเส้นจะต้องแตกออกจากศูนย์กลางไม่ควรเกิน 8 กิ่ง
4. แแตกความคิดของหัวเรื่องสำคัญแต่ละหัวเรื่องในข้อ 3 ออกเป็นกิ่งหลาย ๆ กิ่ง โดยเขียนคำหรือวลีบนเส้นที่แตกออกไป ลักษณะของกิ่งควรเอนไม่เกิน 60 องศา
5. แแตกความคิดลงไปที่เป็นส่วนประกอบของแต่ละกิ่งในข้อ 4 โดยเขียนคำหรือวลีเส้นที่แตกออกไป ซึ่งสามารถแตกความคิดออกไปได้เรื่อย ๆ ตามที่ความคิดจะไหลออกมา
6. การเขียนคำ ควรเขียนด้วยคำที่เป็นคำสำคัญ หรือคำหลัก หรือเป็นวลีที่มีความหมายชัดเจน
7. คำ วลี สัญลักษณ์ หรือรูปภาพใดที่ต้องการเน้น อาจใช้วิธีการทำให้เด่น เช่น การล้อมกรอบ หรือใส่กล่องเป็นต้น
8. ตกแต่งแผนผังความคิด (Mind Mapping) ให้มีสีสันสวยงามสดใส น่าสนใจ

### ข้อเสนอแนะในการเขียน Mind Mapping

1. การสร้างภาพศูนย์กลาง การทำภาพให้น่าสนใจดังนี้
  - 1.1 ภาพควรมีสีไม่น้อยกว่า 3 สี
  - 1.2 ขนาดของภาพไม่ควรมีขนาดใหญ่จนเกินไป ขนาดพอเหมาะประมาณตารางนิ้ว
  - 1.3 ภาพไม่จำเป็นต้องมีภาพเดียว อาจมีหลาย ๆ ภาพ หรือหลาย ๆ สิ่ง ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น
  - 1.4 ถ้าเป็นภาพที่มีลักษณะเคลื่อนไหวก็จะดี
  - 1.5 ไม่ควรใส่กรอบภาพศูนย์กลาง เพราะกรอบอาจจะเป็นสิ่งที่สกัดกั้นการไหลของความคิด

2. การหาคำสำคัญ (Key Word) คำสำคัญควรมีลักษณะดังนี้

2.1 ควรเป็นคำเดียว วลี หรือข้อความสั้นๆ

2.2 ควรเป็นคำที่สื่อความหมายได้ดี แสดงถึงจุดเน้น กระตุ้นความสนใจ  
ง่ายแก่การจำ

3. การหาความคิดรอง หรือการแตกกิ่งควรทำดังนี้

3.1 เป็นคำสำคัญที่รองลงไป หรือเป็นส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับคำสำคัญคำกุญแจ  
เป็นการลงรายละเอียด

3.2 ควรเขียนบนเส้นที่ต่อออกไป แต่เส้นจะเรียวยาวไปเรื่อย ๆ

3.3 ถ้าต้องการเน้นอาจทำให้เด่นเช่น การล้อมกรอบ ใส่กล่อง หรือขีดเส้นใต้ เป็นต้น

3.4 คำ / ภาพ / เส้น บนสาขาเดียวกัน ควรใช้สีเดียวกัน

3.5 การแตกกิ่งไม่ควรให้เอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง ควรแตกกิ่งเพื่อให้ได้ภาพ Mind  
Mapping ที่สมดุล

3.6 การแตกกิ่ง ควรแตกทิศแยงมากกว่าบน -ล่าง

ทิตานา แชมมณี (2548: 389 - 400) ได้กล่าวถึงการเขียนแผนผังความคิดไว้ว่า  
ผังความคิดเป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่าง ๆ 1 ให้เห็นเป็นโครงสร้าง ใน  
ภาพรวม โดยใช้เส้น คำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรงเรขาคณิต และภาพแสดง  
ความหมาย และความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้น ๆ โดยเขียนความคิดรวบยอดหลักไว้ตรง  
กลาง แล้วแตกสาขาออกไปเป็นความคิดย่อย ๆ จะใช้สัญลักษณ์เป็นตัวแทนความหมายของความคิด  
และความรู้สึกต่าง ๆ ได้ แล้วสร้างผังความคิดให้สมบูรณ์ตามความเข้าใจของตนรูปแบบของแผนผัง  
ความคิดรูปแบบของแผนผังความคิดหรือกรอบมโนทัศน์ หรือ ผังมโนทัศน์ หรือ ผังมโนภาพ มโนคติ  
หรือผังความสัมพันธ์ทางความหมาย มีผู้นำเสนอไว้มากมาย หลากหลายรูปแบบ สำหรับการนำ  
รูปแบบของแผนผังความคิดแต่ละรูปแบบมาใช้นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล องค์ประกอบต่าง ๆ  
ของข้อมูล ที่มีความเหมาะสมกับโครงสร้างของแผนผังความคิด ตลอดจนความต้องการของผู้ใช้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 176 - 192) ได้นำเสนอรูปแบบของกรอบ  
มโนทัศน์บางรูปแบบที่เห็นว่าผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างสะดวกและ  
เกิดประโยชน์ โดยมีลักษณะที่หลากหลาย ดังนี้

1. ผังมโนทัศน์หรือผังมโนภาพ (Concept Map)

2. แผนผังความคิด (Mind Mapping)

3. แผนผังใยแมงมุม (Web Diagram หรือ Spider Map)

4. แผนภูมิโครงสร้างต้นไม้ (Tree Structure)

5. แผนภูมิเวสสัน (Venn Diagram)

6. แผนภูมิขั้นบันได (Descending Ladder หรือ Time Ladder Map)

7. แผนภาพวงจร แผนภูมิแบบวัฏจักร (Cycle Graph)
8. แผนผังการดำเนินงาน (Flowchart Diagram)
9. แผนภาพหรือแผนรูปแสดงความสัมพันธ์ (Matrix Diagram)
10. แผนภูมิ หรือแผนผังก้างปลา (Fishbone Map)
11. แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ต่าง ๆ (Interval Graph or Time Lin
12. แผนภาพแสดงลำดับเหตุการณ์ (Order Graph or Event Chain)
13. แผนผังแสดงความสัมพันธ์แบบจำแนกประเภท (Classification Map)

### ประโยชน์ของการใช้แผนผังความคิด

นักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์จากแผนผังความคิดไว้ดังนี้  
 ขาตรี สำราญ (2544: 44) ได้กล่าวถึงการเทคนิคการสอนแผนผังความคิดของโทนี  
 บูชาน ไว้ดังนี้

- 1) ครูสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนคิดก่อน
  - 2) นักเรียนร่วมกันระดมพลังสมอง เพื่อคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น
  - 3) เขียนความคิดรวบยอดหลักไว้ ตรงกลางวงด้วยเส้นหนา แล้วแตกสาขาเป็น  
 ความคิดรวบยอดย่อยตามลักษณะของความคิด
  - 4) ความคิดรวบยอดย่อยที่สำคัญจะอยู่ใกล้ความคิดหลัก แล้วลากเส้นออกไปสู่  
 ความคิดรวบยอดย่อยๆ ออกไป โดยทุกเส้นจะเชื่อมโยงให้เห็นว่า แต่ละความคิดสัมพันธ์กันอย่างไร
  - 5) คำที่นำเขียนแต่ละคำควรมีลักษณะเป็นหน่วย หนึ่งคำต่อหนึ่งเส้น ช่วยให้แต่ละคำสามารถเชื่อมโยงกับคำอื่นได้ง่ายขึ้น
  - 6) ควรให้ใช้สีประกอบลายเส้น และคำจะช่วยให้จดจำและจุดประกายความคิด  
 สร้างสรรค์
  - 7) ลูกศรจะช่วยแสดงให้เห็นว่า แนวคิดต่างๆ มีความเชื่อมโยงกันอย่างไร
- สมศักดิ์ สิ้นธุระเวช (2543: 47) ได้กล่าวถึงครูกับประโยชน์ของการใช้แผนผัง  
 ความคิดไว้พอสังเขปดังต่อไปนี้
- 1) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเนื้อหาสาระ ความเชื่อมโยงของเนื้อหาหรือ  
 มโนทัศน์ต่าง ๆ เน้นให้เห็นวิธีการคิด
  - 2) ช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจจุดประสงค์ของการเรียนรู้ เส้นทางของการเรียนรู้ที่ครูจะ  
 พัฒนาผู้เรียน
  - 3) เป็นเครื่องมือที่เรียกว่า Cognitive tool ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์หามโนทัศน์ที่  
 กำลังศึกษาทำความเข้าใจ การแบ่งประเภท ความเกี่ยวข้องของข้อมูลที่แสดงลักษณะของมโนทัศน์นั้น

ๆ เรียงลำดับ(ขั้นตอน) ของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโมทัศน์นั้น ๆ สาเหตุของเหตุการณ์นั้น ๆ หรือผลอันเกิดจากเหตุต่าง ๆ

4) เป็นเครื่องหมายที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียน เกิดทักษะการคิด ครูสามารถเข้าใจความคิดของผู้เรียนหรืออีกนัยหนึ่งคือ สามารถตรวจสอบความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาหรือโมทัศน์ต่าง ๆ ได้ หรือประเมินความคิดความเข้าใจของผู้เรียนได้

5) ใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนการสอนแบบบูรณาการ ครูใช้แผนที่ความคิด เชื่อมโยงความเกี่ยวข้องของเนื้อหาสาระ (Content) ที่เกี่ยวข้องในสาขาวิชาต่าง ๆ (disciplines) กับ กระบวนการเรียนรู้ (Learning process) ที่ทำให้เกิดทักษะ (Skill) แผนที่ความคิดที่เป็น web เป็นเสมือนพิมพ์เขียวของครู ทำให้ครูวางแผนการสอนได้ชัดเจนขึ้น

6) แผนที่ความคิดที่เป็นแผนผังความคิด (Concept mapping) สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หนังสือเรียน ก่อนที่ครูจะเลือกใช้เพื่อศึกษาการพัฒนาโมทัศน์ (Conceptual development) ให้แก่ผู้เรียน ของผู้เขียนหนังสือเล่มนั้น ๆ เพื่อให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้และความต้องการของครูและผู้เรียน

ไสว พักขาว (2544: 162) ได้สรุปประโยชน์ของแผนผังความคิดไว้ดังนี้

- 1) ใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหาหรืองานต่าง ๆ
- 2) ใช้ในการระดมพลังสมอง (Brainstorming)
- 3) ใช้ในการสรุปหรือสร้างองค์ความรู้
- 4) ใช้จัดระบบความคิดและช่วยให้จำได้ดี
- 5) ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เช่นการเขียนเรียงความ การเขียนบทความ
- 6) ใช้ในการจดโน้ต หรือทำโน้ตสำหรับนำเสนอ

สำหรับการเรียนการสอนนั้น แผนผังความคิด มีประโยชน์อย่างน้อย 4 ประการ (ไสว พักขาว.2544: 39 - 40) คือ

- 1) ใช้ในการวางแผนการสอน
- 2) ใช้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้
- 3) ใช้ในการสรุปความคิดรวบยอดของบทเรียน
- 4) ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

บุชาน (Buzan. 1997: 59) ได้เสนอแนะประโยชน์ ลักษณะเด่นของแผนผังความคิด ตลอดจนการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ล้วนแต่เป็นประโยชน์ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ และปัญหาที่ต้องเผชิญอยู่ได้เป็นอย่างดี สรุปได้ดังนี้

1. ประโยชน์ของแผนผังความคิดต่อการเรียน/ การศึกษา/ การเตรียมสอบว่า แทนที่จะดูสมุดงานหลายๆ หน้าในแต่ละวิชาที่เรียน ใช้แผนผังความคิดแผ่นเดียวก็พอ สามารถนำมา

รวมเป็น Master Mind Map ซึ่งจะทำให้การสอบง่ายมากขึ้นไปอีก แผนผังความคิดจำง่าย ไม่เครียด ทำให้ได้คะแนนดี และยังทำให้ได้เรียนอย่างสนุกสนานอีกด้วย

2. ประโยชน์ต่อสมาธิ การผัดวันประกันพรุ่ง เพราะการสั้นไหล ความสนุกสนาน ความรวดเร็ว สีสัน ภาพ ความรื่นเริงในการเขียนแผนผังความคิดจะช่วยตรึงความสนใจไว้ได้จึงช่วยสร้างสมาธิ จะไม่ผัดวันประกันพรุ่ง และมีแรงจูงใจในการทำงาน

3. ประโยชน์ต่อความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การระดมสมอง- การจัดรูป- การใช้เหตุผล- การหยุดคิด เพราะจากการเริ่มคิดไปจนถึงการหยุดคิด จะเห็นว่าแผนผังความคิดช่วยเราได้ตลอดทั้งการไหล คุณภาพ ปริมาณ ความชัดเจน การจัดรูปความคิด และช่วยให้มีการคิด ที่มีชีวิตชีวา ดีขึ้น

4. ประโยชน์ต่อการจำ และการฟื้นความจำ เพราะแผนผังความคิดเต็มไปด้วย สีสัน และคำที่มีคุณภาพ ตลอดจนการป้อนข้อมูลให้โยงกันตามธรรมชาติ เข้าสู่สมอง ทำให้สามารถจำ และเรียกความจำมาได้อย่างดีที่สุด

5. ประโยชน์ต่อการสื่อสาร การพูดในที่สาธารณะ เพราะสามารถเขียนหัวข้อที่อยากพูดในรูปแบบที่ยืดหยุ่นได้ด้วย แผนผังความคิดช่วยทำให้มั่นใจว่าจะไม่ตกหล่นประเด็นสำคัญๆ ไปในเวลาที่พูดกับคนหมู่มาก ทั้งยังง่าย และไม่หลงประเด็นอีกด้วย

6. ประโยชน์ต่อการวางแผน การจัดลำดับความสำคัญ ก่อนและหลัง เพราะสามารถเขียนสิ่งที่เราจะทำทั้งหลายแหล่ลงในหน้ากระดาษแผ่นเดียวที่ขาดตกบกพร่องหรือซ้ำซ้อนก็จะชัดเจนขึ้นอีกด้วย เป็นการช่วยจัดลำดับสำคัญ ก่อน-หลัง และยังช่วยบริหารเวลาของเรื่องต่าง ๆ ที่จะทำการทบทวนครั้งสุดท้าย และการขีดเครื่องหมาย/ ตามงานที่ทำเสร็จแล้วจะทำให้แผนงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

7. ประโยชน์ต่อปัญหา/ การวิเคราะห์/ การตัดสินใจ เพราะหลังจากที่ได้ดูมุมมองต่าง ๆ และข้อเท็จจริงแล้ว จะมีความรู้สึกและผลพวงอย่างรอบด้านแล้วในแผนผังความคิดแผ่นเดียว ก็จะช่วยให้การวิเคราะห์ และประเมินหาทางเลือกที่ดีที่สุด ทำให้เห็นภาพรวมได้ด้วยการมองปราดเดียว

นำผัง มินิล (2545 : 30) กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผังความคิด ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. เป็นเครื่องมือที่ใช้สำรวจความรู้เดิมของผู้เรียน ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ สำหรับการสอนของครู

2. เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดและแสดงแบบของการคิดที่เข้าใจง่ายสามารถอธิบาย และมองเห็นได้อย่างเป็นระบบชัดเจน

3. เป็นเครื่องมือสำหรับการเรียน โดยใช้ผังกราฟฟิกสรุปสิ่งที่เรียนเพื่อจะทำให้เกิดความคงทนของการเรียนรู้เพราะผู้เรียนจะเห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนไปทั้งหมด



#### 4. ช่วยพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาของผู้เรียน

สมศักดิ์ สิ้นธุระเวช (2544: 21) กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผังความคิด (Mind Mapping) กับการใช้งานด้านการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ด้านผู้เรียน ผู้เรียนสามารถนำแผนผังความคิด (Mind Mapping) มาใช้สำหรับจัดบันทึกความรู้ การสรุป การอภิปราย ทบทวนความรู้เดิม การจัดระบบข้อมูลที่กระจัดกระจายให้เป็นระเบียบตลอดจนการวางแผนการทำงาน การเสนอผลงาน และการเขียนรายงาน

2. ด้านผู้สอน ครูผู้สอนสามารถนำแผนผังความคิด (Mind Mapping) มาใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนการสร้างหลักสูตร แผนการสอน การประเมินผลการเรียนรู้ การประเมินโครงการเตรียมบทเรียน การเสนอผลงาน การบันทึกการประชุม การสรุป การอภิปราย ใช้ในการระดมความคิดการตรวจสอบความรู้ของผู้เรียนและให้ผู้เรียนสรุปความเข้าใจจากบทเรียน

ทวีศักดิ์ ภูวนานันท์ (2545: 27) ยังได้กล่าวถึงประโยชน์ของแผนผังความคิด ดังนี้

1. สำหรับข้อมูลที่ซับซ้อนหากเขียนด้วย แผนผังความคิด จะช่วยทำให้เกิดความรวดเร็วมากกว่าการเขียนเป็นคำหรือเป็นประโยค

2. เนื่องจากแผนผังความคิดเป็นวิธีการคิดที่ต้องใช้สมองทั้งสองข้างซึ่งสมองซีกซ้ายจะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์คำ ภาษา สัญลักษณ์ ระบบ ลำดับ ความเป็นเหตุเป็นผล ตรรกวิทยา ส่วนสมองซีกขวากจะทำหน้าที่สังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ จินตนาการ ความงาม ศิลปะ จังหวะ โดยมีแถบเส้นประสาทคอร์ปัสคัลโลซัมเป็นเสมือนสะพานเชื่อม

3. ช่วยทำให้ระลึกถึงข่าวสารที่เคยคิด วาดไว้ได้ง่าย เพราะแผนผังข้อมูลได้ถูกบันทึกในความทรงจำอย่างมีโครงสร้างเป็นระบบ

4. ช่วยจัดการกับข่าวสารต่างๆ ในรูปของโครงสร้างความสัมพันธ์

5. สมองด้านขวาที่เกี่ยวข้องกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์หรือแนวคิดใหม่ๆ จะถูกพัฒนาและใช้งานมากขึ้น

ปัจจุบันนี้ได้มีผู้ทำการวิจัยโดยนำแผนที่ความคิดไปใช้ในการเรียนการสอนทั้งในต่างประเทศและภายในประเทศ สำหรับประเทศไทยมีผู้วิจัยไว้พบว่า การใช้แผนผังความคิดในการจัดการเรียนรู้ และพบว่า ช่วยให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาด้วยตลอดจน ส่งเสริมความคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการทำแผนที่ความคิดกับการสอนจะช่วยให้ครูจัดระเบียบการสอนได้ดี สามารถใช้แผนที่ความคิดก่อนการสอนบทเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนใช้เป็นเครื่องมือสรุปบทเรียนเพื่อทบทวน บทเรียนหลังการสอน ก็จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนเพิ่มมากขึ้นได้

จะเห็นได้ว่า แผนผังความคิด (Mind Mapping) สามารถนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมต่อครูและนักเรียน กล่าวคือ ครูนำแผนผังความคิดมาใช้ในการวางแผน



แผนการจัดการเรียนรู้และตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน สำหรับนักเรียนนั้น แผนผังความคิด (Mind Mapping) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจดจำ การวางแผนการทำงาน การทบทวนความรู้เดิม และการสรุปเรื่องราวต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

### การใช้กิจกรรมแผนผังความคิดประกอบการเรียนการสอน

แผนผังความคิดสามารถนำมาใช้ได้อย่างหลากหลายในการเรียนการสอน ไม่ว่าจะเป็นช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน หรือใช้ในการสรุปบทเรียนหลังจากสอนเสร็จ โดยการนำแผนผังความคิดมาใช้ในช่วงก่อนเรียนนั้น จะช่วยให้ครูประเมินความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ของผู้เรียนที่มีเกี่ยวกับบทเรียนนั้นๆ นอกจากนั้น แผนผังความคิดยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบกระบวนการคิดของตน

สไว ฟักขาว (2542: 140) ได้กล่าวถึง การใช้แผนผังความคิดในการสอนไว้ ดังนี้

1. ใช้ในการเตรียมการอ่าน การอ่านและการฟังจะเกิดความเข้าใจได้ก็ต่อเมื่อผู้อ่านและผู้ฟังต้องมีประสบการณ์พื้นฐานในเรื่องที่จะอ่านและฟังก่อนเสมอ แผนผังความคิดจะช่วยในการประเมินความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนช่วยกันระดมสมองเกี่ยวกับเรื่องที่จะอ่านก่อนว่าผู้เรียนรู้เรื่องเกี่ยวกับเรื่องที่จะอ่านอย่างไรบ้าง ในระหว่างระดมสมอง ผู้เรียนจะใช้คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการอ่าน
2. ใช้ในระหว่างอ่าน ในขณะที่ผู้เรียนอ่านเรื่อง ผู้เรียนจะทำแผนผังความคิดโดยเขียนเหตุการณ์ของเรื่องที่อ่านตามลำดับ
3. ใช้หลังการอ่าน เมื่อผู้เรียนอ่านจบแล้ว ผู้เรียนจะสร้างแผนผังความคิดเพื่อช่วยในการสรุปเรื่องราวเป็นแผนภาพทำให้จำเรื่องราวได้แม่นยำ
4. ใช้แผนผังความคิดในการเล่าเรื่องและการรายงาน ในขณะที่เล่าเรื่องและการรายงานผู้เรียนจะใช้แผนผังที่สร้างขึ้นมาเล่าเรื่องหรือการรายงานเรื่องราวให้ชั้นเรียนทราบ
5. ใช้แผนผังความคิดในการเขียนย่อเรื่องหรือย่อความ หากผู้เรียนอ่านเรื่องแล้วจัดทำแผนผังความคิด และนำแผนผังความคิดนั้นมาเขียนสรุปความ จะทำให้ผู้เรียนสามารถจับประเด็นที่จะย่อเรื่องได้ครบถ้วนและสมบูรณ์
6. ใช้แผนผังความคิดช่วยในการเขียนเรื่อง การเตรียมการเขียน หากผู้เรียนช่วยกันระดมสมองและจัดความคิดเป็นแผนผังความคิดเพื่อเป็นโครงเรื่องที่จะเขียนต่อไป
7. แผนผังความคิดสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการเรียน ช่วยพัฒนาความเข้าใจการอ่าน และความสามารถในการจำเรื่องราวได้แม่นยำขึ้น ช่วยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน

Flood and Lapp (1999: 110) กล่าวว่า แผนผังความคิด เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนที่มีปัญหาทางการอ่านมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลัก และความคิดรองในเรื่องที่

อ่าน ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องที่อ่านได้ตรงตามเจตนาของผู้เขียน อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาทางการอ่าน เพื่อความเข้าใจของผู้เรียนได้โดยได้เสนอแนะการนำแผนผังความคิดไปใช้ในการสอนอ่าน ภาษาอังกฤษไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. เตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน โดยการระดมความคิดเกี่ยวกับเรื่องที่จะอ่านหรือ หัวข้อนั้นๆ

2. ครูนำเสนอแผนผังความคิด โดยอาจเป็นแผนผังความคิดที่มีข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อ เรื่องเพียงบางส่วน รวมถึงการใช้สี ลูกศร สัญลักษณ์ต่างๆ เพื่อเป็นการชักนำให้ผู้เรียนเข้าใจบทอ่าน หรืออาจเป็นแผนผังความคิดโล่งๆ ที่ให้ผู้เรียนเติมข้อมูลลงไปเอง ซึ่งทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับระดับ ความสามารถทางภาษาของผู้เรียน

3. ครูอธิบายถึงลักษณะโครงสร้างหรือรูปแบบของแผนผังความคิดที่ใช้ รวมถึง การจัดวางโครงสร้างของบทอ่านให้กับผู้เรียน

4. ครูและผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์เนื้อเรื่อง และเติมข้อความลงในแผนผังความคิดให้ สมบูรณ์

5. หลังจากการทำแผนผังความคิดเสร็จแล้ว ครูอาจใช้แผนผังความคิดที่สร้างขึ้น นำไปสู่การเรียนรู้ในทักษะอื่นๆ เช่น การพูด หรือ การเขียน เป็นต้น

นอกจากนั้น ชลวิภา เฟื่องกาญจน์ (2547) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ในการจัดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษ แผนผังความคิดสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาทักษะทางภาษาโดยตรงทั้ง 4 ด้าน คือ ฟัง พูด อ่าน เขียน โดยสามารถใช้ในการวางแผนการสอนแต่ละขั้น คือ ชี้นำ (Presentation) ขั้นฝึก (Practice) ชี้นำไปใช้ (Production) ซึ่งทักษะการฟังและการอ่านสามารถปรากฏอยู่ในชี้นำ หรือ ขั้นฝึกได้ ส่วนทักษะการพูดและการเขียนนั้นสามารถปรากฏอยู่ในชี้นำไปใช้

โทนี บูซาน (Tony Buzan. 1997: 1) ได้กล่าวถึงแนวทาง การใช้ Mind Mapping สำหรับการเรียนการสอนสรุปได้ดังนี้

วิธีการศึกษาองค์ประกอบแผนผังความคิด แผนผังความคิดมีการใช้กับนักเรียนทุก อายุ และในทุกระดับชั้น เป็นเวลาหลายปี มาแล้ว ด้วยเหตุผลเกี่ยวกับคุณค่า วิธีการศึกษา องค์ประกอบแผนที่ความคิดที่เขียนไว้ในหนังสือใช้ หัวคิด ของโทนี บูซาน (Tony Buzan) มี 8 ขั้น พื้นฐาน คือ

1) ดูผ่าน ๆ อย่างเร็วมาก หรือมองโดยรวมที่หนังสือ หรือบทความ เตรียมหาทาง พอเป็นเค้าเพื่อจัดการรวบรวมให้เป็นระบบ

2) คำนวณระยะเวลาที่ใช้ในการพิจารณาทั้งหมดไป และตัดสินใจสรุปความ ครอบคลุมถึงเนื้อหาในขณะนั้น

3) แผนที่ความคิด มีอะไรที่รู้แล้วในเนื้อหา นั้น จัดระเบียบเชื่อมโยงด้วยความเข้าใจ เหมือน"ถูกเกี่ยวยึดด้วยตะขอ"

4) กำหนดขอบเขตความมุ่งหมายและสิ่งที่จะเขียนของคุณ เพื่อการศึกษา ภาควิชาการศึกษานี้และทำแผนที่ความคิดต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ โดยคำถามทั้งหมดนั้นล้วนต้องการคำตอบ

5) สังเกตที่หัวเรื่อง สารบัญ หัวข้อที่สำคัญ เหตุผล การสรุป การย่อความ การวาดภาพประกอบหรือกราฟที่สำคัญซึ่งดึงดูดความสนใจ กระบวนการนี้จะช่วยให้ได้หัวข้อตรงกลางและสาขาหลัก (หรือพื้นฐานของความคิดที่ถูกทำให้เป็นระเบียบ) และ แนวทางใหม่ ๆ ของหัวเรื่องแผนที่ความคิด นักเรียนจำนวนมาก รายงานว่า พวกเขาทำให้สมบูรณ์ได้เสมอ 90 เปอร์เซ็นต์ของงานการเรียน พวกเขาประสบความสำเร็จจากการสังเกตโดยทั่วไป สังเกตในภาพรวมของโครงสร้างทั้งหมดส่วนประกอบใหญ่ของเรื่อง และในส่วนประกอบที่สำคัญของผู้แต่ง ถูกจัดเป็นระเบียบอย่างรวดเร็วกลายเป็นความชัดเจน และสามารถเป็นแผนที่ความคิดได้อย่างง่ายดาย

6) เคลื่อนไปตรวจดู ที่ปัจจัยสำคัญทั้งหมดที่ยังไม่ครอบคลุม อาจมองข้ามไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเริ่มต้น และการจบของข้อความในหนึ่งย่อหน้า การตัดออกเป็นส่วนและเป็นตอน ข้อมูลส่วนประกอบสำคัญที่นำไปสู่การรวบรวมความคิด แล้วเพิ่มเติมลงไปในพื้นที่ความคิด

7) ขั้นต่อไปคือการตรวจดูภายใน ในส่วนซึ่งคุณรู้สึกว่ทำให้ยุ่งยากมากในการเรียน การมองผ่านไปนึ่ง ๆ เนื้อหาบริเวณปัญหาหลักบางส่วน ด้วยการทำตัวคุณเองให้เกิดความคุ้นเคยกับส่วนอื่น ๆ ของเรื่อง คุณจะได้พบว่ามีง่ายขึ้นมาก ที่จะทำความเข้าใจเนื้อหาแต่ละตอนและส่วนใหญ่ในแผนที่ความคิดของคุณ

8) เป็นขั้นการตรวจสอบ เมื่อคุณย้อนกลับไปทีบริเวณความยุ่งยาก คุณมองผ่านไปก่อนในตอนแรก ๆ และมองกลับไปหัวเรื่อง เพื่อที่จะตอบคำถามที่ยังเหลืออยู่บ้าง หรือเพิ่มเติมจุดประสงค์ที่ยังเหลืออยู่ ที่จุดนี้ คุณจะได้บันทึกแผนที่ความคิดของคุณให้สมบูรณ์

แวนด้า นอร์ทและโทนี บูซาน (Vanda North; & Tony Buzan. 1991/2541: 43-48 อ้างถึงใน พรพันธ์ อิสระ. 2545: 11) ได้เสนอแนะขั้นตอนการใช้แผนผังความคิด (Mind Mapping) ในการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. กำหนดคำถามให้คิด เช่น เมื่อผู้สอนพูดถึงน้ำ ผู้เรียนคิดถึงอะไร
2. ระดมสมองเพื่อหาสิ่งที่ผู้เขียนคิด จะเป็นการนำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้ให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด คือ ปล่อยให้ความคิดเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้ไหลออกมาจากสมอง
3. เขียนความคิดรวบยอดหลักไว้ตรงกลางของกระดาษตัวบรรจงใหญ่ ความคิดที่สำคัญน้อยลงไปอยู่บริเวณรอง คือ แตกสาขาออกไปเขียนคำบนเส้นที่ยาวเท่าตัวหนังสือ โดยเขียนเหนือเส้น

4. ลากเส้นเชื่อมโยงในแต่ละความคิด เส้นสาขาหลักหนาเรียวยาวไม่แข็งทื่อ เส้นแต่ละเส้นต้องเชื่อมต่อกับเส้นอื่นๆ

5. ใช้สีที่ช่วยจดจำ เพลินตากระตุ้นสมองซีกขวาใช้เครื่องหมาย รูปภาพ ลูกศร ช่วยให้เห็นว่าแนวคิดต่าง ๆ มีความเชื่อมโยงอย่างไร และทำให้เกิดความโดดเด่นจากการศึกษาพบว่าการทำแผนที่ความคิดนั้น สามารถทำได้หลายระดับ

## ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

### 1. ความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

มีผู้ที่ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Moravosik (อ้างถึงจาก ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์, 2539) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือความสามารถในการนำความคิดในจินตนาการมาประยุกต์ใช้ให้เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันโดยการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

Hu, Adey, & London, (2002) ได้กล่าวถึงความแตกต่างระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาร่วม เช่น การตั้งคำถาม การทดลอง การหาคำตอบ เป็นต้น ซึ่งเป็นทักษะที่ต้องใช้ความรู้และสติปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต่างจากความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นเพียงการคิดที่ไร้ขอบเขต โดยไม่จำเป็นต้องนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง

ทัศนีย์ พฤกษชลธาร (2517 อ้างอิงจาก กิติภูมิ เลิศกิตติกุลโยธิน, 2550) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าคือ การแสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และความคิดยืดหยุ่นในการคิดแก้ปัญหา โดยนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

จุลจักร โนนพันธ์ (2529 อ้างอิงจาก ญัฐพงษ์ เจริญพิทย์, 2539) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถทางสมองของมนุษย์ ที่จะทำให้เกิดการคิดแก้ปัญหาได้หลายแนวทางโดยใช้กระบวนการคิดตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ประทุม อัดชู (2535) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของการคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ การแก้ปัญหา โดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะได้มาซึ่งนวัตกรรมใหม่ที่ได้จากความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จะเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นการคิดที่มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้าช่วยแก้ปัญหการแก้ปัญหาต่าง ๆ

ที่เกิดขึ้นจะต้องอิงอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และมีการตรวจสอบความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดสอบ การทดลอง การวิจัย

## 2. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

Torrance (1990) ได้พิจารณาองค์ประกอบของการคิดแบบหลายทิศหรือการคิดแบบอนกนัย (Divergent Thinking) เช่น ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ และได้ให้ความหมายของความคิดคล่องว่า หมายถึงจำนวนของความคิดที่ผลิตขึ้นมา ความคิดยืดหยุ่น คือความสามารถในการเปลี่ยนแนวทาง การคิดได้หลากหลายวิธี ส่วนความคิดริเริ่ม หมายถึงความคิดที่แตกต่างจากกลุ่มอื่นเป็นคำตอบที่หาได้ยากซึ่งเกิดขึ้นเป็นครั้งคราวในประชากร

Lubart (1999) ได้ชี้ให้เห็นว่าการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถนำไปสู่การอย่างคิดสร้างสรรค์ได้ เพราะถ้ามีการคิดแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์ นอกจากนี้ความไวต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

ทำให้ต่อมา (Hu et al., 2002) ได้พัฒนาแบบจำลองโครงสร้างสามมิติของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ Scientific Structure Creativity Model (SSCM) ที่เกิดจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของการคิด โดยได้นำเสนอผ่านทฤษฎีที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามโครงสร้างขององค์ประกอบ

Hu และคณะ (2002) พัฒนาแบบจำลองโครงสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยได้รับอิทธิพลมาจากแบบจำลองโครงสร้างทางสติปัญญาของ Guilford ทำให้รูปแบบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะไม่แตกต่างกันมากในด้านคุณสมบัติ นอกจากนี้ Hu และ Aday ยังได้อธิบายโครงสร้างของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1.ด้านคุณสมบัติ (Trait) เป็นลักษณะของของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อยที่แสดงถึงคุณสมบัติของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1.1 ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบ รวดเร็ว และมีปริมาณของคำตอบหรือวิธีการที่มากในเวลาที่กำหนด

1.2 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง มีลักษณะของวิธีการหาคำตอบได้หลากหลาย

1.3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดของคนอื่น เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ ซึ่งเกิดจากการประยุกต์ความรู้หรือประสบการณ์ที่มี

2.ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) หมายถึง ผลที่ได้จากการปฏิบัติงานทางสมอง หรือกระบวนการคิดทางสมองหลังจากที่สมองได้รับข้อมูลหรือสิ่งเร้า ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย ดังนี้



2.1 ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ (Technical Product) หมายถึง ผลของความรู้หรือหรือผลของการคิด

2.2 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างผลิตภัณฑ์ (Science Knowledge) หมายถึง การนำความรู้หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้กับผลิตภัณฑ์ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์

2.3 ความเข้าใจในปรากฏการณ์ (Science Phenomena) หมายถึง การรับรู้ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เป็นไปโดยหลักการทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ ด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์

2.4 การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Science Problem) หมายถึง การตั้งสมมติฐานการวางเงื่อนไขของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยเป็นไปตามหลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.ด้านกระบวนการ (Process) หมายถึง กระบวนการคิดการประมวลผลทางสมองที่มีในแต่ละบุคคลแตกต่างกันไป ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย ดังนี้

3.1 การคิดอย่างมีเหตุผล (Thinking) หมายถึง การประมวลผลทางสมองโดยใช้ตรรกะหรือข้อมูลต่าง ๆ เพื่อช่วยคาดการณ์เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้

3.2 จินตนาการ (Imagination) หมายถึง การคิดสร้างภาพ ปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้

จากข้อมูลดังกล่าวมา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดที่เกิดจากการใช้เหตุผลหรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งเป็นการคิดก่อให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญา การแก้ปัญหา การคิดค้นคว้าความรู้เพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ได้อย่างสร้างสรรค์

### 3. การจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.1 เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) Clayphan และคณะ (2014) ได้ให้ความหมายและอธิบายเทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) ไว้ว่า การระดมสมองเป็นวิธีสอนที่ใช้ในการอภิปรายโดยทันที ไม่มีใครกระตุ้นกลุ่มผู้เรียน เพื่อหาคำตอบหรือทางเลือกสำหรับปัญหาที่กำหนดอย่างรวดเร็วในระยะเวลาสั้นโดย ในขณะนั้นจะไม่มี การตัดสินว่า คำตอบหรือทางเลือกใดดีหรือไม่อย่างไร แต่เป็นการนำความรู้ที่มีอยู่แล้วออกมาใช้ ผู้เรียนมีอิสระในทางความคิด ไม่ต้องไปกังวลว่าสิ่งที่คิดออกมาสัมพันธ์กับประเด็นที่ตั้งไว้หรือไม่ จะถูกหรือผิดลักษณะสำคัญเทคนิคการระดมสมองคือผู้เรียนแบ่งเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ช่วยกันคิดหาคำตอบหรือทางเลือกสำหรับปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุดและเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วช่วยกันพิจารณาเลือกทางเลือก ที่ดีที่สุด ซึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งทาง

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



1. ครูกำหนดประเด็นปัญหา หรือเหตุการณ์ที่ท้าทาย หรือเป็นเหตุการณ์ที่จำเป็นเร่งด่วน “เราจะแก้ปัญหาหน้าท่วมกรุงเทพมหานครได้อย่างไร”

2. แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 6 – 8 คน

3. นักเรียนร่วมกันระดมความคิด หาวิธีการในการแก้ปัญหา หรือวิธีการที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจ

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาถ้อยแถลงข้อเสนอของสมาชิก และคัดเลือกประเด็นที่เป็นไปได้ และมีความเหมาะสม

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายในประเด็นที่ได้คัดเลือกไว้โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมกับสภาพ

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปประเด็น หรือ วิธีการที่กลุ่มจะนำไปดำเนินการ 1-2 ประเด็น

7. กลุ่มนำวิธีการที่ได้จากข้อสรุปไปวางแผนกำหนดขั้นตอนการดำเนินการต่อไปวิธีการสอนแบบระดมสมอง เป็นวิธีสอนที่ใช้ในการอภิปรายโดยทันที ไม่มีใครกระตุ้นกลุ่มผู้เรียนเพื่อหาคำตอบหรือทางเลือกสำหรับปัญหาที่กำหนดอย่างรวดเร็ว เป็นการนำความรู้ที่มีอยู่แล้วออกมาใช้ ผู้เรียนมีอิสระในทางความคิด ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในความคิด

### 3.2 การสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)

วิลลาร์ด สุนทรโรจน์ (2545) ได้ให้ความหมายของโครงงานว่า เป็นกระบวนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการทำวิจัยเล็ก ๆ ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้ทักษะและสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพระเบียบวิธีการดำเนินการ เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จุดประสงค์หลักของการสอนแบบโครงงาน ต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักการสังเกต รู้จักการตั้งสมมติฐาน รู้จักวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและตอบคำถามที่อยากรู้ สามารถสรุป และทำความเข้าใจกับสิ่งที่ค้นพบได้

สุธีระ ประเสริฐสรรพ (2555) ได้ให้ความหมายการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานว่าเป็นการดำเนินโครงงานอย่างเป็นระบบ มีการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ แก้ปัญหา กำหนดเวลาแล้วเสร็จและสามารถประเมินผลได้ การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ในการปฏิบัติงานจริงโดยใช้โครงงานเป็นจัดการการเรียนรู้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรง ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา วิธีการหาความรู้ความจริงอย่างมีเหตุผล ได้ทำการทดลอง ได้พิสูจน์สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง รู้จักการวางแผนการทำงาน ฝึกการเป็นผู้นำ ผู้ตาม ตลอดจนได้พัฒนาระบวนการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูงและการประเมิน

#### 3.2.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงาน ได้ดังนี้

1.ขั้นนำเสนอ หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาความรู้ กำหนดสถานการณ์ ศึกษาสถานการณ์ เล่นเกม ดูรูปภาพ หรือผู้สอนใช้เทคนิคการตั้งคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน เช่น สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรและสาระการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนของโครงการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนรู้

2.ขั้นวางแผน หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิด อภิปรายหารือข้อสรุป ของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ

3.ขั้นปฏิบัติ หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน

4.ขั้นประเมินผล หมายถึง ขั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน

### 3.2.2 ประเภทของโครงการ

ชาตรี เกิดธรรม (อ้างอิงจาก จันทนา สอนกองแดง, 2551) ได้จำแนกโครงการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน ออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ โครงการที่แบ่งตามระดับการให้คำปรึกษาของครู และโครงการที่แบ่งตามลักษณะกิจกรรม ดังนี้

1.โครงการที่แบ่งตามระดับการให้คำปรึกษาของครูหรือ ระดับการมีบทบาทของผู้เรียน

1.1) โครงการตามสาระการเรียนรู้ เป็นโครงการที่ใช้เนื้อหาตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นพื้นฐานในการทำโครงการ โดยมีการบูรณาการความรู้เข้าด้วยกัน

1.2) โครงการตามความสนใจ เป็นโครงการที่ผู้เรียนสามารถกำหนดขึ้นได้ตามความสนใจ และความถนัดโดยเป็นการนำความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมจากกลุ่มสาระการเรียนรู้มาบูรณาการเข้าด้วยกัน

2. โครงการที่แบ่งตามลักษณะกิจกรรม

2.1) โครงการเชิงสำรวจ (Survey Project) ลักษณะกิจกรรมคือผู้เรียนสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2.2) โครงการเชิงการทดลอง (Experiential Project) ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการประเภทนี้จะประกอบด้วยกำหนดปัญหา การกำหนดจุดประสงค์ การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง การรวบรวมข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและการสรุป

2.3) โครงการงานเชิงพัฒนา สร้างสิ่งประดิษฐ์ แบบจำลอง (Development Project) เป็นโครงการเกี่ยวกับการประยุกต์องค์ความรู้ ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือศาสตร์ด้านอื่น ๆ มาพัฒนา สร้างสิ่งประดิษฐ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์ แบบจำลอง เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้ อาจจะเป็นด้านสังคม หรือด้านวิทยาศาสตร์ หรือการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวคิดต่าง ๆ

2.4) โครงการงานเชิง แนวคิดทฤษฎี (Theoretical Project) เป็นโครงการนำเสนอทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดใหม่ ๆ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของสูตรสมการ หรือคำอธิบายก็ได้ โดยผู้เสนอได้ตั้งกติกาหรือข้อตกลงขึ้นมาเอง แล้วนำเสนอทฤษฎี หลักการหรือแนวคิด หรือจินตนาการของตนเองตามกติกาหรือข้อตกลงนั้น หรืออาจจะใช้กติกาหรือข้อตกลงเดิมมาอธิบายก็ได้ ผลการอธิบายอาจจะใหม่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน หรืออาจจะขัดแย้งกับทฤษฎีเดิม หรืออาจจะเป็นการขยายทฤษฎีหรือแนวคิดเดิมก็ได้ การทำโครงการประเภทนี้ต้องมีการศึกษาค้นคว้าพื้นฐานความรู้ ในเรื่องนั้น ๆ อย่างกว้างขวาง

2.5) โครงการงานด้านบริการสังคมและส่งเสริมความเป็นธรรมในสังคม (Community Service and Social Justice Project) เป็นโครงการที่มุ่งให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าประเด็นที่เป็นปัญหา ความต้องการในชุมชนท้องถิ่นและดำเนินกิจกรรมเพื่อการให้บริการทางสังคม หรือร่วมกับชุมชน องค์กรอื่น ๆ ในการแก้ปัญหา หรือพัฒนาในเรื่องนั้น ๆ

2.6) โครงการงานด้านศิลปะและการแสดง (Art and Performance Project) เป็นโครงการที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้า นำความรู้ที่ได้จากการเรียนตามหลักสูตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านภาษาและสังคม มาต่อยอด สร้างผลงานด้านศิลปะและการแสดง เช่นงานศิลปกรรม ประติมากรรม หนังสือการ์ตูน การแต่งเพลง ดนตรี แสดงคอนเสิร์ต การแสดงละคร การสร้างภาพยนตร์สั้น ฯลฯ

2.7) โครงการงานเชิงบูรณาการเรียนรู้ เป็นโครงการที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนบูรณาการเชื่อมโยงความรู้จากต่างสาระการเรียนรู้ตั้งแต่ สองสาขาวิชาขึ้นไป มาดำเนินการแก้ปัญหา หรือสร้างประเด็นการศึกษาค้นคว้า ทั้งในแง่มิติเชิงประวัติศาสตร์ ทักษะการประกอบอาชีพข้ามสาขาวิชา การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม สังคม ที่ต้องนำความรู้ต่างสาขา มาประยุกต์ใช้ การคิดค้นสร้างนวัตกรรมจากการบูรณาการความรู้ ฯลฯ

การจัดกิจกรรมการสอนแบบโครงการเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ ผ่านประสบการณ์การทำงานที่มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นแล้วจึงเป็นการสอนที่นักเรียนสามารถใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมาก และเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

#### 4. การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ได้อธิบายลักษณะการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการวัดเพื่อประเมินระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้เครื่องมือได้หลายรูปแบบทั้งแบบสำรวจและแบบทดสอบ โดยการวัดสามารถนำแบบทดสอบนี้มาใช้ได้ การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สามารถวัดได้กับบุคคลทุกระดับชั้นทุกการศึกษาและทุกช่วงอายุ แต่การนำแบบทดสอบไปใช้จะต้องคำนึงถึงพัฒนาการพื้นฐาน เช่น ควรใช้แบบทดสอบถามตอบกับเด็กแทนแบบทดสอบแบบเขียน

โดยลักษณะแบบทดสอบหลัก ๆ ประกอบด้วย 3 ลักษณะกิจกรรม ดังนี้

1. กิจกรรมไม่ใช้ภาษา (Non-verbal Tasks) เช่น การต่อเติมรูปภาพที่ยังไม่สมบูรณ์ให้สมบูรณ์
2. กิจกรรมทางภาษาโดยไม่ใช้สิ่งเร้าทางภาษา (Verbal Tasks Using NonVerbal Stimuli) เช่น การให้ดูชุดรูปภาพแล้วให้เล่าเรื่องราวที่เกิดขึ้นจากภาพ และการออกแบบจากสิ่งของที่กำหนดให้ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เป็นต้น
3. กิจกรรมทางภาษาโดยใช้สิ่งเร้าทางภาษา (Verbal Tasks Using Verbal Stimuli) เช่น การให้บอกถึงประโยชน์ของสิ่งต่าง ๆ การตอบว่าจะมีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้นหากเหตุการณ์สมมติที่กำหนดให้เกิดขึ้น เช่น ถ้าสมมติว่าถ้าเกิดน้ำไหลจากที่ต่ำขึ้นที่สูง น้ำตกไหลกลับทิศจะส่งผลอะไรให้เกิดขึ้นกับโลกใบนี้ ให้ผู้ทดสอบเขียนแสดงความคิดหรือจินตนาการสิ่งที่เกิดขึ้น

นอกจากนี้ (อารี พันธมณี, 2547) ยังได้เสนอวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ 5 วิธี ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีความคิดสร้างสรรค์ เช่น การสังเกตจากพฤติกรรมการเล่น การทำกิจกรรม การเลียนแบบ การทดลอง เป็นต้น
2. การวาดภาพ หมายถึง การให้นักเรียนถ่ายทอดความคิดสร้างสรรค์ออกมาให้เป็นรูปธรรมผ่านการวาดภาพ โดยครูอาจจะกำหนดเงื่อนไขหรือสถานการณ์ในการวาดภาพ
3. รอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กดูรอยหยดหมึกแล้วตอบว่าจากรอยหยดหมึกที่เห็น นักเรียนเห็นเป็นลักษณะคล้ายอะไร หรือให้เล่าเป็นเรื่องราว
4. การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้นักเรียนเขียนเรียงความจากข้อความที่กำหนดและการประเมินจากผลงานศิลปะ ซึ่งวิธีการนี้เป็นตัวกระตุ้นความคิด จินตนาการได้อย่างดี

5. แบบวัด หมายถึง การให้นักเรียนทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาตรฐาน ซึ่งมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดตามแต่

ละองค์ประกอบที่ต้องการวัด ในแบบวัดอาจประกอบไปด้วยภาพสื่อ ลายเส้น เพื่อกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมีการจับเวลาในการทำแบบทดสอบด้วย

แต่ในการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ครั้งนี้ผู้วิจัยได้วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบต่าง ๆ โดยใช้ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Hu และคณะ (2002) เนื่องจากมีองค์ประกอบที่แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชัดเจน โดยวัดตามองค์ประกอบ ดังนี้ 1. ด้านคุณสมบัติ ประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม 2. ด้านผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างผลิตภัณฑ์ ความเข้าใจในปรากฏการณ์ และการตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ 3. ด้านกระบวนการ ประกอบด้วย การคิดอย่างมีเหตุผล และจินตนาการ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ดัดแปลงและประยุกต์แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Hu & Adey ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวัดและบริบท โดยมีองค์ประกอบดังนี้

- 1) คุณสมบัติ คือ ความคิดคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และ ความคิดริเริ่ม
- 2) กระบวนการ คือ การคิดอย่างมีเหตุผล และ จินตนาการ
- 3) ผลิตภัณฑ์ คือ ประโยชน์แต่ละด้านของผลิตภัณฑ์ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาปรับใช้กับผลิตภัณฑ์ ความเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น คำตอบในทุกองค์ประกอบที่นักเรียนตอบจะต้องอยู่บนพื้นฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ หากไม่สอดคล้องกับหลักวิทยาศาสตร์หรือความเป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์จะไม่นำคำตอบนั้นมาพิจารณา

##### 5. เกณฑ์การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จิตยา คำควร (2558) ได้อธิบายลักษณะของการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบทดสอบคำถามปลายเปิด มีวัตถุประสงค์การวัด 3 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) และความคิดริเริ่ม (originality) โดยนักเรียนจำเป็นต้องใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการตอบคำถามด้วย คำตอบในทุกองค์ประกอบที่นักเรียนตอบจะต้องอยู่บนพื้นฐานและการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยแบบวัดดังกล่าวมีทั้ง หมวด 6 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) คือ ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณการตอบสนองได้มากในเวลาจำกัด ให้คะแนนจากคำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความรู้ ความสามารถและคุณภาพของคำตอบ โดยนับจำนวนคำตอบภายในเวลาที่กำหนดให้



พิจารณาคำตอบที่สอดคล้องกับคำถาม ถ้านักเรียนคิดคำตอบได้เป็นจำนวนมากใน ระยะเวลาที่กำหนด ก็จะได้คะแนนมาก โดยกำหนดคะแนนตามจำนวนของคำตอบ ดังนี้

ได้คำตอบ 0-4 คำตอบ ได้ 1 คะแนน อยู่ในระดับควรปรับปรุง

ได้คำตอบ 5-7 คำตอบ ได้ 2 คะแนน อยู่ในระดับพอใช้

ได้คำตอบมากกว่า 7 คำตอบ ได้ 3 คะแนน อยู่ในระดับดี

2.ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถในการคิดได้หลายทิศทาง เป็น ลักษณะในการคิดหลายมุมมอง มองปัญหาหลายแบบอย่างรอบด้าน ให้คะแนนจากจำนวนวิธีคำตอบ โดยนำคำตอบมาจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบ

พิจารณาคำตอบที่สอดคล้องกับคำถาม แล้วจัดกลุ่ม หรือประเภทของคำตอบของ นักเรียนแต่ละคน โดยกำหนดคะแนนตามจำนวนกลุ่มของคำตอบ ดังนี้

ได้คำตอบ 0-3 กลุ่ม ได้ 1 คะแนน อยู่ในระดับควรปรับปรุง

ได้คำตอบ 4-5 กลุ่ม ได้ 2 คะแนน อยู่ในระดับพอใช้

ได้คำตอบมากกว่า 5 กลุ่ม ได้ 3 คะแนน อยู่ในระดับดี

3.ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความสามารถในการคิดสิ่งแปลกใหม่ มีความ น่าสนใจ และมีความหมายโดยไม่ซ้ำแบบเดิม ให้คะแนนโดยบันทึกคะแนนความถี่ของคำตอบแล้ว คำนวณหาร้อยละของคำตอบที่นักเรียนได้รับ เปรียบเทียบกับคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่ตอบ คำถามโดยมีเกณฑ์ ดังนี้

มากกว่า 10% ได้ 1 คะแนน อยู่ในระดับควรปรับปรุง

5-10% ได้ 2 คะแนน อยู่ในระดับพอใช้

ถ้าน้อยกว่า 5% ได้ 3 คะแนนอยู่ในระดับดี

ในการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนดังกล่าว ธิติยา คำควร (2558) ได้ใช้คะแนนคำตอบจาก การนำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อีก กลุ่มหนึ่งมาหาค่าเฉลี่ยจากคะแนนในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมี วิธีการคำนวณดังนี้

คะแนนรวมของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบ

ค่าเฉลี่ย =  $\frac{\text{คะแนนรวมของนักเรียนในแต่ละองค์ประกอบ}}{\text{จำนวนนักเรียนที่ทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์}}$

จำนวนนักเรียนที่ทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เมื่อได้ค่าเฉลี่ยแล้วจึงนำค่าเฉลี่ยมาเป็นคะแนนสูงสุดของความสามารถของความคิด



สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับพอใช้ จากนั้นนำคะแนนของคำตอบที่ได้จากการนำไปทดลอง  
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมาหาค่าพิสัยและความกว้างอัตราภาคชั้น  
ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังนี้

$$\text{พิสัย} = \text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}$$

พิสัย

$$\text{ความกว้างอัตราภาคชั้น} = \frac{\text{พิสัย}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

จัดระดับของความคิดสร้างสรรค์ที่วัดออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดี พอใช้ และควรปรับปรุง  
จึงแทนค่าจำนวนชั้นเท่ากับ 3

เมื่อได้คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบแล้ว  
จะต้องหาผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการนำคะแนนของแต่ละ  
องค์ประกอบมารวมแล้วหารตามจำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ ตัวอย่างถ้ามีนักเรียน 13 คน จะ  
คำนวณตามตารางดังนี้

ตาราง 4 แสดงวิธีการคำนวณคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

| คนที่                                        | คะแนนความคิดคล่อง                                       | คะแนนความคิดยืดหยุ่น | คะแนนเฉลี่ย<br>ความคิดริเริ่ม |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 1                                            |                                                         |                      |                               |
| 2                                            |                                                         |                      |                               |
| 3                                            |                                                         |                      |                               |
| .                                            |                                                         |                      |                               |
| 13                                           |                                                         |                      |                               |
| รวม                                          | A                                                       | B                    | C                             |
| คะแนนเฉลี่ยแต่ละ<br>องค์ประกอบ               | $\frac{A}{13}$                                          | $\frac{B}{13}$       | $\frac{C}{13}$                |
| คะแนนความคิด<br>สร้างสรรค์ทาง<br>วิทยาศาสตร์ | $\frac{\frac{A}{13} + \frac{B}{13} + \frac{C}{13}}{13}$ |                      |                               |

แต่ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของ Hu & Adey ทำให้องค์ประกอบการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบการวัดไม่ตรงกับแนวคิดการวัดดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงทำการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ตามองค์ประกอบการวัดดังนี้ 1. ด้านคุณสมบัติ ประกอบด้วย ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม 2. ด้านผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างผลิตภัณฑ์ ความเข้าใจในปรากฏการณ์ และ การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ 3. ด้านกระบวนการ ประกอบด้วย การคิดอย่างมีเหตุผล และจินตนาการ ผู้วิจัยจึงต้องสร้างเครื่องมือเพื่อทำการวัดซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทถัดไป

### การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research)

#### ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่ก่อให้เกิดความรู้ใหม่ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่อันเป็นการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ตลอดชีวิต นับตั้งแต่รัฐบาลโดยกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติในปี.ศ.2542เป็นต้นมาสถาบันการศึกษาทั้งในภาครัฐและเอกชนได้ ใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษามากขึ้นตามลำดับตามความต้องการจำเป็นของแต่ละสถาบันและหน่วยงาน โดยเฉพาะในด้านการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนนั้นได้มีการใช้วิจัยเชิงปฏิบัติการกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้มีนักวิชาการให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการทั้งของไทยและต่างประเทศพอสรุปได้ ดังนี้

สมถวิล วิจิตร วรรณา สุภมาศ อังศุโชติ รัชนิกุล ภิญโญ ภาณุวัฒน์สุนิสา จัยม่วง และ ศรีชูศักดิ์ ศิริรุ่งพันธ์(2556 : 7) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ว่า เป็นการวิจัยที่มุ่งแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเฉพาะหน้า มุ่งแก้ปัญหาทางงานในหน้าที่ของตนหรือของทั้งหน่วยงาน ผลของการวิจัยนี้ใช้ได้ขอบเขตของปัญหานั้น

นวลอนงค์ บุญฤทธิ์พงศ์(2556 : 17) ได้สรุปความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ว่า เป็นการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้าหรือนำผลการวิจัยไปใช้ในการปฏิบัติงานกับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

วีระยุทธ ชาตะกาญจน์ (2558 : 31) ได้กล่าวถึงความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ว่าเป็นการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และตีความหมายอย่างมีระบบ และยืดหยุ่น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการจำเป็นที่เกิดขึ้นในสถานการณ์เฉพาะถึงการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดความเข้าใจดีขึ้น หรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับงานที่ทำอยู่ของผู้วิจัย และผู้ที่เกี่ยวข้อง

สมปอง พะมุลิตา (2561) ได้ให้ความหมายการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นกระบวนการวิจัยที่มีเป้าหมายที่จะแก้ปัญหา เป็นการทดลองปฏิบัติในสถานการณ์ตามธรรมชาติโดย

วิเคราะห์สถานการณ์อย่างลึกซึ้งและเหมาะสม เน้นที่การสร้างเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นขั้นตอน และบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้องตลอดกระบวนการวิจัย จนเกิดองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากกระบวนการวิจัย มาประมวลเป็นแนวคิด หลักการและสร้างเป็น ทฤษฎีได้

จอห์นสัน (Johnson, 2008 : 28) ให้ความหมายการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่า เป็นการวิจัย ระหว่างการปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังเผชิญอยู่ โดยเป็นกระบวนการศึกษาสภาพ หรือสถานการณ์ที่เป็นจริงของสถานศึกษาเพื่อทำความเข้าใจและพัฒนา ปรับปรุงคุณภาพของการ ปฏิบัติงาน

จึงสรุปได้ว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่มุ่งแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ เฉพาะเรื่องที่พบในการปฏิบัติงาน โดยการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และ ตีความหมายสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างมีระบบและยืดหยุ่นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการจำเป็นที่เกิดขึ้นใน สถานการณ์นั้น ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานกำลังเผชิญอยู่ให้บรรลุผลตามเป้าหมายหรือ วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

#### ประโยชน์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเอื้อต่อการทำงานในลักษณะการบูรณาการงานการเรียนการสอน กับการวิจัยต่อสถานศึกษาและชุมชน มีประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในวงกว้างดังที่ อีระ รุญเจริญ (2546 : 149) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. ให้โอกาสครูในการสร้างองค์ความรู้ทักษะการทำวิจัย การประยุกต์ใช้ การ ตระหนักถึงทางเลือกที่เป็นไปได้ที่จะเปลี่ยนแปลงโรงเรียนให้ดีขึ้น
2. เป็นการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงหรือสะท้อนผล การทำงาน
3. เป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติโดยตรง เนื่องจากช่วยพัฒนาตนเองด้านวิชาชีพช่วยทำ ให้เกิดการพัฒนาที่ต่อเนื่อง และเกิดการเปลี่ยนแปลงผ่านกระบวนการวิจัยในที่ทำงานซึ่งเป็น ประโยชน์ต่อองค์กร เนื่องจากนำไปสู่การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติและการแก้ปัญหา
4. เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมของผู้ปฏิบัติในการวิจัย ทำให้ กระบวนการวิจัยเป็นประชาธิปไตย และทำให้เกิดการเรียนรู้ของผู้ปฏิบัติ
5. ทำให้ครูเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง
6. เป็นการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงหรือสะท้อน ผลการทำงาน
7. ช่วยตรวจสอบวิธีการทำงานของครูที่มีประสิทธิผล

จึงกล่าวได้ว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการช่วยลดช่องว่างระหว่างการค้นหาความรู้กับการนำความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงาน เป็นการนำความรู้มาทดลองใช้ด้วยการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง นอกจากนี้ยังสามารถสร้างความมั่นใจให้กับนักวิจัยในการนำความรู้ทางวิชาการมาใช้กับความเป็นจริง และรับรู้ถึงประโยชน์และคุณค่าของการใช้กระบวนการวิจัยในการพัฒนาวิชาชีพของตนเอง เป็นการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ นอกเหนือจากการสะท้อนผลการทำงาน รวมทั้งสร้างทัศนคติที่ดีในการทำงานเป็นทีมที่ก่อให้เกิดการทำงานในเชิงบูรณาการที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

เคมมิส และ แม็กแท็กการ์ด (Kemmis and McTaggart, 1988:15) ได้กล่าวถึงกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติการขั้นสังเกตการณ์และขั้นสะท้อนการปฏิบัติ มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning) เริ่มต้นด้วยการสำรวจปัญหาที่สำคัญระหว่างครูและนักเรียน ผู้ปกครองและ/หรือผู้บริหาร เพื่อให้ได้ปัญหาที่สำคัญ ตลอดจนการแยกแยะรายละเอียดของปัญหานั้น เกี่ยวกับลักษณะของปัญหา เป็นปัญหาเกี่ยวกับใคร มีแนวทางแก้ปัญหายังไร เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีสอน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม เป็นต้น ในขั้นตอนการวางแผนจะมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด ซึ่งเป็นการวิเคราะห์สภาพปัญหาในชั้นเรียนอย่างครอบคลุมทุกแง่มุม

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action) หลังจากที่ร่วมกันวางแผนเสร็จสิ้นถึงขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนการดำเนินงาน โดยใช้การวิเคราะห์ปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นร่วมกันของทีมงานเพื่อทำการแก้ไขปรับปรุง ฉะนั้นแผนที่กำหนดควรมีการยืดหยุ่นปรับแก้ได้โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณญาณ และการตัดสินใจที่เหมาะสม และมุ่งปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นขณะที่ดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้โดยการจดบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่คาดหวังและไม่คาดหวัง โดยสังเกตกระบวนการปฏิบัติ (The Action Process) และผลของการปฏิบัติ (The Effects of Action)

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect) เป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือการประเมินผลหรือตรวจสอบการปฏิบัติงาน หรือสิ่งที่เป็นข้อปฏิบัติของข้อจำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการ ผู้ร่วมวิจัยกับผู้เกี่ยวข้องควรนำข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้จากเครื่องมือต่าง ๆ มาตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคมหรือสิ่งแวดล้อมโดยผ่านการอภิปรายปัญหา การประเมินโดยกลุ่มทำให้ได้แนวทางในการพัฒนาขั้นตอนของการดำเนินกิจกรรม และเป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่การปรับปรุง และการวางแผนปฏิบัติต่อไป

ขณะเดียวกันพอเพียง ทรัพย์อินทร์ไพบุลย์ อ่อนมั่ง และสุภาพร สุกสีเหลือง (2551) ได้เสนอลักษณะของวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (The Action Research Spiral) ไว้ 4 ขั้นตอนคือ

1. การวางแผน (The Plan) เป็นการตั้งความคาดหวัง การมองไปในอนาคต
2. การปฏิบัติ (Action) เป็นการปฏิบัติตามความคาดหวังที่วางไว้ ภายใต้การทำงานที่มาจากแนวคิดตามข้อตกลงของกลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับการไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ผ่านการวิเคราะห์วิจารณ์มาแล้ว และระหว่างการปฏิบัติงานจะมีการบันทึกรายงาน เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์วิจารณ์กันอีกในภายหลัง
3. การสังเกต (Observation) เป็นการบันทึกข้อมูลพื้นฐานไว้ใช้ในการสะท้อนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน มีการวางแผนการสังเกตอย่างรอบคอบ และผู้สังเกตจะต้องเป็นผู้ที่มีความไวในการจับสถานการณ์ หรือเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นโดยไม่คาดฝัน
4. การสะท้อน (Reflection) เป็นการสะท้อนถึงการปฏิบัติงาน การกระทำตามที่บันทึกไว้จากการสังเกต เก็บข้อมูล โดยใช้การอภิปรายกลุ่มร่วมกัน และถือว่าเป็นการประเมินอย่างหนึ่งและเป็นการให้ข้อเสนอแนะในการวางแผนปฏิบัติครั้งต่อไป

Coghlan & Brannick (2001 : 19) อ้างถึงใน วีระยุทธ์ ชาตะกาญจน์(2558) ได้แบ่งกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นขั้นตอนเบื้องต้น 1 ขั้นตอน คือ การทำความเข้าใจบริบทของปัญหาที่ต้องการแก้ไขและการกำหนดจุดมุ่งหมายการปฏิบัติการเป็นลำดับแรก และมีการปฏิบัติตามขั้นตอนหลักอีก 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวินิจฉัย (Diagnosing) 2) การวางแผนปฏิบัติการ (Planning) 3) การลงมือปฏิบัติการ (Taking action) และ 4) การประเมินผลการปฏิบัติการ (Evaluation action)

ทั้งนี้การใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยต้องตระหนักรู้เสมอว่ากลุ่ม บุคคลที่เกี่ยวข้องมีความสำคัญต่อกระบวนการดำเนินการวิจัย ไม่ควรจะทำตามลำพังและควรใช้วงจรของกระบวนการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกต และการสะท้อนผลการปฏิบัติ เพื่อนำมาปรับปรุงแผนงานแล้วดำเนินกิจกรรมที่ปรับปรุงใหม่ ซึ่งวงจรทั้ง 4 ขั้นตอนดังกล่าวจะมีลักษณะการดำเนินการเป็นบันไดเวียน (Spiral) และมีการกระทำซ้ำตามวงจร จนกว่าจะได้ผลปฏิบัติการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง พร้อมกับต้องบันทึกผลในทุก ๆ ขั้นตอนที่สำคัญ นั่นคือ 1) บันทึกผลของการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมและการฝึกปฏิบัติ 2) บันทึกผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ภาษาและการสื่อสารในห้องเรียน หรือ หน่วยงานและกับบุคคลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ต้องการแก้ไข 3) บันทึกผลของการเปลี่ยนแปลงการสัมพันธภาพทางสังคมและการจัดระบบองค์กรที่ช่วยลดอุปสรรคต่อการฝึกปฏิบัติ 4) บันทึกผลของการพัฒนาการที่เป็นข้อค้นพบที่สำคัญของการวิจัย

จึงสรุปได้ว่าการนำกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้สอนสามารถพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับสภาพการณ์ของผู้เรียนและสามารถแก้ปัญหาตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ได้อย่างแท้จริงและจำเป็นต้องอาศัยผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการ



การวิจัย มีการสะท้อนกลับเกี่ยวกับการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น สำหรับการปฏิบัติในครั้งต่อไป

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในประเทศ

อุไรวรรณ ภูจำพลและวาสนา กิริติจำเริญ(2561) ได้ทำการศึกษาวิจัยการศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา พบว่า 1) ผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการเรียนรู้ด้านคุณภาพของชิ้นงาน หน่วยการเรียนรู้ไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษามีกระบวนการในการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เป็นผู้ค้นพบปัญหาที่เกิดขึ้นจริงด้วยตนเอง ทำความเข้าใจในปัญหาและทำการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา รวมทั้งประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา วางแผนและแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ เน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

ทักษิณา พิทักษา (2562) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่องรถแข่งโกลนาการของนักเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากลุ่มตัวอย่างนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอนุบาลพิบูลมังสาหาร อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและแบบบันทึกกิจกรรมสะเต็มผลการออกแบบเชิงวิศวกรรมรถโกลนาการของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา รายการที่ประเมินจำนวน 6 รายการ ได้แก่ 1) การระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องต้นทุนที่ใช้ประดิษฐ์ 3) การออกแบบ วางแผนและการสร้างรถแข่งโกลนาการ 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน และ 6) การนำเสนอ ผลการวิจัยพบว่า ในภาพรวมผลการออกแบบเชิงวิศวกรรมรถโกลนาการอยู่ในระดับดีมาก คะแนนเฉลี่ย 84.09 โดยการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหารถแข่งโกลนาการได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100.00 เพราะนักเรียนทุกกลุ่มร่างต้นแบบรถแข่งโกลนาการ ประดิษฐ์รถแข่งโกลนาการตามต้นแบบและเสนอแนะวิธีพัฒนาต้นแบบรถแข่งโกลนาการให้ดียิ่งขึ้น



ปรียา โคตรสาลี (2563) ได้ศึกษา 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอนุบาลเจริญศิลป์ จำนวน 32 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิกเรื่องสารในชีวิตประจำวันมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.63/79.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ 2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังกราฟิก อยู่ในระดับมากที่สุด

ทวารี โพธิ์เยี่ยม (2565) ได้พัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามการศึกษาสะเต็มศึกษา โดยมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกิจกรรมก่อนสอบและหลังเรียนกับการศึกษาสะเต็มศึกษา 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างการประเมินก่อนการทดสอบและหลังการทดสอบกับการศึกษา STEM กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโคกคอกเมือง จำนวน 16 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบคลัสเตอร์ กำหนดเครื่องมือวิจัยด้วยแผนการสอนสะเต็มศึกษา แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างที่ขึ้นกับการทดสอบ t

ผลการวิจัยพบว่า 1) ดัชนีประสิทธิภาพเฉลี่ยของแผนการสอนการศึกษาสะเต็มศึกษา มีค่าเท่ากับ 79.72/78.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 75/75 2) การตอบสนองของนักเรียนต่อความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ต่อการเรียนรู้ก่อนหน้าและล่าสุดด้วยการศึกษาสะเต็มศึกษา มีหลักฐานแตกต่างที่ระดับ .05 มีนัยสำคัญทางสถิติ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งก่อนและหลังการทดสอบโดยประเมินหลักฐานที่แตกต่างที่ระดับ .05 มีนัยสำคัญทางสถิติ

ธีรพงษ์ รัศมีพิพัฒน์ (2565) ได้ศึกษาร่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ร่วมกับผังมโนทัศน์ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาร้อยเอ็ด เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.52/80.56 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมาก

#### งานวิจัยต่างประเทศ

Corbett et al. (2013) ได้นำเสนอการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สะเต็มศึกษา (STEM Explore, Discover, Apply) ในกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมสำหรับนักเรียนที่เรียน STEM ใน Middle School โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือนักเรียนในระดับชั้น ป.6 ม.1 และ ม.2 ใช้เวลาในการเรียนแต่ละเรื่อง ซึ่งผลจากการวิจัยการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมโดยใช้สะเต็มศึกษาทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ

Tati (2017) พบว่า การเรียนรู้ STEM เน้นการพัฒนา STEM หนังสือการวิจัยเกี่ยวกับการใช้การเรียนรู้ STEM เพื่อพัฒนาความรู้ STEM ของนักเรียนยังมีข้อจำกัด การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบผลของการใช้ STEM การเรียนรู้ผ่านโครงการการออกแบบแบบจำลองเรือต่อความรู้ของนักเรียนในหัวข้อพลังงาน วิธีการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยมีกลุ่มทดลองก่อนและหลังการทดลองแบบไม่สุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน กลุ่มทดลองใช้การเรียนรู้ด้วยโครงงานด้วยวิธี STEM และกลุ่มควบคุมใช้การเรียนรู้ด้วยโครงงานโดยไม่ใช้วิธีการ STEM เครื่องมือทดสอบผลการเรียนรู้ STEM ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้วย STEM ซึ่งประกอบด้วยความรู้

วิทยาศาสตร์ การรู้คณิตศาสตร์ และความรู้ด้านวิศวกรรม เทคโนโลยี การวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีความแตกต่างกันมากกว่า 0.8 ความแตกต่างของการใช้การจัดการเรียนรู้ STEM ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เกิดจากกิจกรรมวิศวกรรมการออกแบบ ซึ่งต้องการให้นักเรียนใช้ความรู้จากทุกสาขาของ STEM ความท้าทายที่ต้องเผชิญในการเรียนรู้ STEM ผ่านกิจกรรมวิศวกรรมการออกแบบ เป็นวิธีการให้นักเรียนได้ปฏิบัติ ดังนั้น การฝึกปฏิบัติแบบบูรณาการ STEM ในการแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ให้การตอบสนองเชิงบวกต่อการเรียนรู้ STEM ผ่านการเรียนรู้ผ่านโครงการออกแบบเรือจำลอง

Yildirim (2018) พบว่า การศึกษาผลสัมฤทธิ์จากการเรียนรู้ STEM ในปัจจุบัน คือ การวางโครงสร้างของการศึกษาเชิงประจักษ์ที่ดำเนินการเกี่ยวกับการศึกษา STEM ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนนอกเหนือไปจากทักษะความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา รวมทั้งทัศนคติและความสนใจต่อวิชา STEM หลักการการศึกษา STEM และการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างประเทศ เช่น PISA เป็นผลกระทบเชิงบวก STEM มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่โรงเรียนและทัศนคติต่อสาขาวิชา STEM ของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ยังสนับสนุนว่าหลักการการศึกษาของ STEM เสริมสร้างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

Sara (2018) พบว่า ในการศึกษาผลของการฝึกอบรมเพิ่มเติมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียน ในบริบทระดับชาติและนานาชาติ ด้วยข้อมูลทางสถิติที่มีการวิเคราะห์ตามปัญหาการวิจัยระหว่างปี 2553-2560 พบว่า ผลของการฝึกอบรมเพิ่มเติมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเท่ากับ 0.442 ผลของทัศนคติเท่ากับ 0.620 และผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ 0.820 ผลลัพธ์เหล่านี้เป็นผลกระทบปานกลางต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและทัศนคติต่อหลักสูตร และเป็นผลกระทบต่อกิจกรรมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับสูง แสดงว่าผลการวิจัยที่ตรวจสอบมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผลลัพธ์การเรียนรู้ ทัศนคติต่อหลักสูตร และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Steven & Mehmet (2019) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการโดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3, 4 และ 5 จำนวน 29 คน (N=129) จากโรงเรียนที่อยู่ในพื้นที่เศรษฐกิจและสังคมไม่ดี ได้รับการสุ่มให้ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมหรือวิธีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบบูรณาการ คำนวณผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ได้รับการวิเคราะห์โดยดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ทางเดียวแบบสองกลุ่มที่ดำเนินการในแพลตฟอร์ม การคำนวณทางสถิติ R ผลการวิจัย พบว่า วิธีการสอนมีผล

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการรวมกันเชิงเส้นของคะแนนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และ วิศวกรรม

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่าการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ทำให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นนักเรียนมีความกระตือรือร้น สนุกสนาน กล้าแสดงออก มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน ช่วยในการจดจำคำบรรยาย พัฒนาคุณภาพในการระดมสมองของนักเรียนทำให้การจดบันทึกมีความชัดเจน นักเรียนมีความคิดเป็นอิสระมากขึ้น รวมทั้งยังช่วยเพิ่มความเข้าใจ นอกจากนี้ยังพบว่าการจัด การเรียนรู้โดยใช้แผนผังความคิด เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถของนักเรียนให้มีการพัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ แผนผังความคิดมีประโยชน์มากมายทั้งในชีวิตประจำวันและชีวิตการทำงาน



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์เรื่อง วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดตามหัวข้อต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 13 คน โรงเรียนบ้านนาตากอง อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ซึ่งได้มาโดยเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 ชนิด ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดเรื่อง วงจรไฟฟ้า จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 12 ชั่วโมง
  - 1.1 แผนการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดเรื่อง วงจรไฟฟ้า ตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 2 แผนๆ ละ 2 ชั่วโมง รวมเวลา 4 ชั่วโมง
  - 1.2 แผนการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดเรื่อง วงจรไฟฟ้า ตามวงจรปฏิบัติการที่ 2
  - 1.3 แผนการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดเรื่อง วงจรไฟฟ้า ตามวงจรปฏิบัติการที่ 3

2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมด้านการมีส่วนร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอ้างอิงหลักการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

4. แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นต่อการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

#### การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.2 ศึกษาทฤษฎีเนื้อหาบทเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด จำนวน 6 แผน

ตาราง 5 ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

| วงรอบ<br>ที่ | แผนการ<br>จัดการ<br>เรียนรู้ที่ | จุดประสงค์การเรียนรู้                                                    | สาระการเรียนรู้             | จำนวน<br>ชั่วโมง |
|--------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------|
| 1            | 1                               | ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้ | วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย          | 2                |
|              | 2                               | อธิบายและปฏิบัติกิจกรรมวิธีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้                  | การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า | 2                |
| 2            | 3                               | ออกแบบการทดลองและทดลองต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้                          | การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม       | 2                |



|     |   |                                                                          |                                             |    |
|-----|---|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----|
|     | 4 | อธิบาย ออกแบบการทดลองและทดลองต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานได้                     | การต่อหลอดไฟแบบขนาน                         | 2  |
| 3   | 5 | ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้ | ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า                      | 2  |
|     | 6 | บอกประโยชน์และข้อจำกัดของการต่อหลอดไฟแบบอนุกรมและแบบขนานได้              | การนำความรู้เรื่องการต่อหลอดไฟไปใช้ประโยชน์ | 2  |
| รวม |   |                                                                          |                                             | 12 |

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงเนื้อหาการเรียนการสอนรูปแบบกิจกรรมการสอนความถูกต้องขององค์ประกอบของแผนการเรียนรู้ และแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน โดยมีผู้เชี่ยวชาญดังนี้

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน นายคณันท์ ศรีผุย ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านบะทองนาหัวช้าง
- 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร นางสาวภักดีวีดี รักษาบุญ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสว่างแดนดิน
- 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ นางศรีสุวรรณ ศรีสร้อย ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพังโคนวิทยาคม

1.6 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ และพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีคุณภาพต่ำมากหรือควรปรับปรุง

1.7 นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีคุณภาพดี

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีคุณภาพพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีคุณภาพต่ำมากหรือควรปรับปรุง

โดยค่าความเหมาะสมมีค่าคะแนนเฉลี่ย 3.51-5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสิน ถือเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้ได้

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงในประเด็นความถูกต้องของเนื้อหา รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ความสอดคล้องของเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้กับเนื้อหา และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นจัดพิมพ์แผนการเรียนรู้เป็นฉบับสมบูรณ์ และใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย มีค่าเฉลี่ย 4.76 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ย 4.70 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม มีค่าเฉลี่ย 4.70 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบขนาน มีค่าเฉลี่ย 4.67 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ย 4.71 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การนำความรู้เรื่องการต่อหลอดไฟไปใช้ประโยชน์ มีค่าเฉลี่ย 4.76 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก

2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎีเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกทางพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ทักษะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

2.2 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การวัดด้านพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของนักเรียน

2.3 นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสม

2.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงข้อคำถามในการวัดจุดประสงค์ในการวัด จากนั้นจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และใช้ในการบันทึกการสังเกตพฤติกรรม

### 3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ในการวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และมีเนื้อหาที่เชื่อมโยงกับวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

3.3 ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบข้อละ 5 นาที รวมทั้งสิ้น 75 นาที

3.4 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัย มีการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนกับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ดังนี้

#### 3.4.1 ด้านคุณสมบัติ

1) ความคิดคล่อง ให้คะแนนตามจำนวนคำตอบของนักเรียนที่สอดคล้องกับคำถามทั้งหมดภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามและถูกต้อง 1 คำตอบ นับเป็น 1 รายการ ถ้าคำตอบนั้นซ้ำกับคำตอบเดิมจะไม่นับคะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

มีจำนวนคำตอบที่มากกว่า 3 คำตอบ จะได้ 2 คะแนน

มีจำนวนคำตอบ 1-3 คำตอบ จะได้ 1 คะแนน

ไม่ตอบคำตอบ จะได้ 0 คะแนน

2) ความคิดยืดหยุ่น ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามทั้งหมดภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยคำตอบที่มีวิธีแก้ปัญหาถูกต้อง 1 คำตอบ นับเป็น 1 รายการ โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

มีจำนวนวิธีแก้ปัญหาที่มากกว่า 3 คำตอบ จะได้ 2 คะแนน

มีจำนวนวิธีแก้ปัญหา 1-3 คำตอบ จะได้ 1 คะแนน

ไม่ตอบคำตอบ จะได้ 0 คะแนน

3) ความคิดริเริ่ม พิจารณาคำตอบที่มีความแตกต่างและแปลกใหม่ซึ่งแสดงออกถึงความริเริ่มที่สอดคล้องกับคำถาม โดยจะพิจารณาจากคำตอบของนักเรียนทั้งหมดในห้อง

โดยจะตรวจให้คะแนนทีละ 1 คำตอบ และนำคะแนนในแต่ละข้อคำตอบมารวมกันเป็นคะแนน ความคิดริเริ่มทั้งหมด การตรวจคำตอบมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

|                               |               |
|-------------------------------|---------------|
| มีคำตอบไม่ซ้ำกับคนอื่นเลย     | จะได้ 2 คะแนน |
| มีคำตอบที่ไม่แตกต่างจากคนอื่น | จะได้ 1 คะแนน |
| ไม่ตอบคำตอบ                   | จะได้ 0 คะแนน |

### 3.4.2 ด้านผลิตภัณท์

1) ประโยชน์ของผลิตภัณท์ ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามทั้งหมด ภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยคำตอบที่มีการนำความรู้หรือข้อมูลที่มีมาคิดหาคำตอบจึงจะได้คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

|                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| มีการนำความรู้ที่มีมาคิดหาคำตอบ    | จะได้ 2 คะแนน |
| ไม่มีการนำความรู้ที่มีมาคิดหาคำตอบ | จะได้ 1 คะแนน |
| ไม่ตอบคำตอบ                        | จะได้ 0 คะแนน |

2) การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างผลิตภัณท์ ให้คะแนนคำตอบที่ สอดคล้องกับคำถามทั้งหมดภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยคำตอบที่มีการนำหลักการทาง วิทยาศาสตร์มาให้เกิดผลประกอบจึงจะได้คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

|                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| มีการนำหลักการมาให้เกิดผลประกอบ    | จะได้ 2 คะแนน |
| ไม่มีการนำหลักการมาให้เกิดผลประกอบ | จะได้ 1 คะแนน |
| ไม่ตอบคำตอบ                        | จะได้ 0 คะแนน |

3) ความเข้าใจในปรากฏการณ์ ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับคำถาม ทั้งหมดภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยคำตอบที่มีการเชื่อมโยงถึงความเข้าใจในปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติ โดยอยู่บนพื้นฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์ จึงจะได้คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

|                                           |               |
|-------------------------------------------|---------------|
| มีการเชื่อมโยงถึงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ    | จะได้ 2 คะแนน |
| ไม่มีการเชื่อมโยงถึงปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ | จะได้ 1 คะแนน |
| ไม่ตอบคำตอบ                               | จะได้ 0 คะแนน |

4) การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับคำถาม ทั้งหมดภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยคำตอบที่เกิดจากการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ โดยการ ให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ประกอบ จึงจะได้คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

|                                      |               |
|--------------------------------------|---------------|
| มีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้    | จะได้ 2 คะแนน |
| ไม่มีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ | จะได้ 1 คะแนน |
| ไม่ตอบคำตอบ                          | จะได้ 0 คะแนน |

### 3.4.3 ด้านกระบวนการ

1) การคิดอย่างมีเหตุผล ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามทั้งหมดภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยคำตอบที่มีการให้เหตุผลประกอบ จึงจะได้คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

|                      |               |
|----------------------|---------------|
| มีการให้เหตุผลประกอบ | จะได้ 2 คะแนน |
| ไม่มีให้เหตุผลประกอบ | จะได้ 1 คะแนน |
| ไม่ตอบคำตอบ          | จะได้ 0 คะแนน |

2) จินตนาการ ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับคำถามทั้งหมดภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยคำตอบที่มีการแสดงให้เห็นถึงการคิดล่วงหน้า จึงจะได้คะแนน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

|                                        |               |
|----------------------------------------|---------------|
| มีคำตอบแสดงให้เห็นถึงการคิดล่วงหน้า    | จะได้ 2 คะแนน |
| ไม่มีคำตอบแสดงให้เห็นถึงการคิดล่วงหน้า | จะได้ 1 คะแนน |
| ไม่ตอบคำตอบ                            | จะได้ 0 คะแนน |

โดยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้จากผลบวกของคะแนนในแต่ละข้อ

3.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเที่ยงตรงโดยให้ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัดด้านพฤติกรรม

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน นายคณินท์ ศรีผุย ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านบะทองนาหัวช้าง
- 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร นางสาวภักดีดี รักษาบุญ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสว่างแดนดิน
- 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ นางศรีสุวรรณ ศรีสร้อย ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพังโคนวิทยาคม

โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

3.6 นำผลที่ได้รับจากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่า IOC แล้วเลือกแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่า แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงในการวัด จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบวัดมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

3.7 จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพรหมานุเคราะห์ ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของเครื่องมือวิจัย

3.8 วิเคราะห์ผลการทดสอบเครื่องมือ และปรับปรุงการใช้ภาษาในแบบทดสอบเพื่อให้แบบทดสอบวัดได้กับจุดประสงค์การวัด และเพื่อความเข้าใจในการสื่อความหมายให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันระหว่างผู้ตอบคำถามและผู้วิจัย

3.9 จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ วงจรละ 1 ชุด จำนวนชุดละ 5 ข้อคำถาม

4. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นในการจัดการเรียนการสอน แบบสัมภาษณ์เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบมีโครงสร้าง เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลความต้องการพื้นฐานของนักเรียนหลังการจัดการจัดการเรียนการสอนทำวงรอบแต่ละวงรอบ เพื่อนำผลการสัมภาษณ์มาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงรอบถัดไป การสร้างแบบสัมภาษณ์ มีวิธีดำเนินการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์ ตามแบบของกระทรวงศึกษาธิการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบสัมภาษณ์

4.2 สร้างแบบสัมภาษณ์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความต้องการในการจัดการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน การประเมินผลการเรียนรู้ และนำแบบสัมภาษณ์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม ความชัดเจนของข้อคำถาม

4.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน นายคณันท์ ศรีผุย ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านบะทองนาหัวช้าง

2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร นางสาวภักดิ์ดี ธิรักษาบุญ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสว่างแดนดิน

3) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ นางศรีสุวรรณ ศรีสร้อย ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพังโคนวิทยาคม

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ พิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ ดังนี้  
ปรับข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์

4.4 ปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยลำดับการสัมภาษณ์ให้เริ่มจากการให้นักเรียนแนะนำตัว เริ่มถามจากประเด็นที่ง่ายไปยาก สอบถามเกี่ยวกับ



กิจกรรมในแต่ละขั้นการสอนของครู ว่ามีความคิดเห็นอย่างไร คำนึงถึงความเหมาะสมของคำถาม ความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การวัด

#### 4.5 จัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์ ที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว ไปสัมภาษณ์นักเรียน

##### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นไปเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดเรื่อง วงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ โดยแต่ละวงจรมีขั้นตอน ดังนี้

##### วงจรปฏิบัติการที่ 1

##### ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน

1. ศึกษาบริบทของโรงเรียนจากรายงานการประเมินคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนบ้านนาดากง ในปีการศึกษา 2566 ศึกษาปัญหาทางด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน และเพื่อเป็นการยืนยันสมมติฐานดังกล่าว จึงใช้เครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนผลปรากฏว่ามีนักเรียนที่มีปัญหาด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ระดับควรปรับปรุง เป็นจำนวน 13 คน

2. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กำหนดเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ ที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

3. ศึกษาแนวคิดทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้วางแผนการจัดการเรียนรู้ และเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาในการวิจัย

4. ดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์

5. นำเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และจุดประสงค์การวัด

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปขอคำปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา และขอข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

7. ตรวจสอบและปรับปรุงเครื่องมือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

8. จัดพิมพ์เครื่องมือเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล แล้วนำเครื่องมือที่ผ่านการพิจารณา

ไปใช้

## ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ

1. ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนตามเนื้อหาของแผนการเรียนรู้ ในวงจรที่ 1 โดยผู้วิจัยได้กำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 แผน เวลา 4 ชั่วโมง ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า

## ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต

ใช้เครื่องมือ และเทคนิคการรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ในขณะที่ทำการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล

1. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไปทดสอบนักเรียน กลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามวงจรปฏิบัติการที่ 1

2. นำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังทำการจัดการเรียนการสอนตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 เพื่อนำผลไปปรับปรุงการสอนในวงจรถัดไป

## ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

1. ผู้วิจัยประเมินผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด จากการสังเกต วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติ เพื่อออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

## วงจรปฏิบัติการที่ 2

### ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลของปัญหาและผลการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนของวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้วนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ศึกษาที่ได้พัฒนาจากจุดบกพร่องของวงจรปฏิบัติการที่ 1

### ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการการเรียนการสอน

1. ผู้วิจัยนำเครื่องมือปรับกิจกรรมหรือสื่อตามผลการสะท้อนในวงจรรอบที่ 1 มาใช้ โดยผู้วิจัยได้แบ่งแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

### ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต

ใช้เครื่องมือ และเทคนิคการรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน  
ในขณะที่ทำการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล

1. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไปทดสอบนักเรียน  
กลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามวงจรปฏิบัติการที่ 2

2. นำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังทำการจัดการเรียน  
การสอนตามวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อนำผลไปปรับปรุงการสอนในวงจรถัดไป

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

1. ผู้วิจัยประเมินผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับ  
แผนผังความคิด จากการสังเกต วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติ เพื่อออกแบบการ  
จัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลของปัญหาและผลการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน  
ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 แล้วนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตาม  
แนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ศึกษาที่ได้พัฒนาจากจุดบกพร่องของวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการการเรียนการสอน

1. ผู้วิจัยนำเครื่องมือรับกิจกรรมหรือสื่อตามผลการสะท้อนในวงจรที่ 2 มาใช้  
โดยผู้วิจัยได้แบ่งแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การนำความรู้เรื่องการต่อหลอดไฟไปใช้

ประโยชน์

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต

ใช้เครื่องมือ และเทคนิคการรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน  
ในขณะที่ทำการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล

1. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไปทดสอบนักเรียน  
กลุ่มเป้าหมายหลังจากสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอนตามวงจรปฏิบัติการที่ 3

2. นำแบบสัมภาษณ์ไปสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังทำการจัดการเรียน  
การสอนตามวงจรปฏิบัติการที่ 3 เพื่อนำผลไปปรับปรุงการสอนในวงจรถัดไป

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

1. ผู้วิจัยประเมินผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับ  
แผนผังความคิด จากการสังเกต วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติจากขั้นตอนทั้งหมด

3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้แสดงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ  
ดังตารางที่ 6

ตาราง 6 กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

| วงรอบ<br>ที่ | แผนการ<br>จัดการ<br>เรียนรู้ที่ | เครื่องมือ                                     | วิธีการ                                    | ระยะเวลา                                                                      |
|--------------|---------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1            | 1-2                             | 1.แผนการจัดการเรียนรู้                         | - ใช้สอนนักเรียน<br>กลุ่มเป้าหมาย          | -8 ก.ค. 67 (9.00 น. –<br>11.00 น.)<br>-9 ก.ค. 67 (12.30 น. –<br>14.30 น.)     |
|              |                                 | 2. แบบทดสอบความคิด<br>สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ | -ทดสอบหลังสอน<br>จบวงจรปฏิบัติการ<br>ที่ 1 | -9 ก.ค. 67 (14.30 น. –<br>15.00 น.)                                           |
|              |                                 | 3. แบบสัมภาษณ์                                 | สัมภาษณ์นักเรียน<br>กลุ่มเป้าหมาย          | -9 ก.ค. 67 (15.00 น. –<br>15.20 น.)                                           |
| 2            | 3-4                             | 1.แผนการจัดการเรียนรู้                         | - ใช้สอนนักเรียน<br>กลุ่มเป้าหมาย          | -10 ก.ค. 67 (9.00 น. –<br>11.00 น.)<br>-11 ก.ค. 67 (8.30.00<br>น. – 10.30 น.) |
|              |                                 | 2. แบบทดสอบความคิด<br>สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ | -ทดสอบหลังสอน<br>จบวงจรปฏิบัติการ<br>ที่ 2 | -11 ก.ค. 67 (10.30 น.–<br>11.00 น.)                                           |
|              |                                 | 3. แบบสัมภาษณ์                                 | สัมภาษณ์นักเรียน<br>กลุ่มเป้าหมาย          | -11 ก.ค. 67 (11.00 น.–<br>11.30 น.)                                           |
| 3            | 5-6                             | 1.แผนการจัดการเรียนรู้                         | - ใช้สอนนักเรียน<br>กลุ่มเป้าหมาย          | -12 ก.ค. 67 (9.00 น. –<br>11.00 น.)<br>-15 ก.ค. 67 (8.30.00<br>น. – 10.30 น.) |

| วงรอบ<br>ที่ | แผนการ<br>จัดการ<br>เรียนรู้ที่ | เครื่องมือ                                     | วิธีการ                                    | ระยะเวลา                            |
|--------------|---------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|
|              |                                 | 2. แบบทดสอบความคิด<br>สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ | -ทดสอบหลังสอน<br>จบบงจรปฏิบัติการ<br>ที่ 3 | -15 ก.ค. 67 (10.30 น.–<br>11.00 น.) |
|              |                                 | 3. แบบสัมภาษณ์                                 | สัมภาษณ์นักเรียน<br>กลุ่มเป้าหมาย          | -15 ก.ค. 67 (11.00 น.–<br>11.30 น.) |

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามองค์ประกอบ ดังนี้

- 1.การวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด  
ศึกษาโดยการวิเคราะห์ การสัมภาษณ์ และแบบสังเกตการณ์สอน
- 2.การวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการ  
เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด โดยใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล  
ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1สถิติพื้นฐาน

##### 1.1 ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ  $P$  แทน ร้อยละ

$f$  แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

$n$  แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

### 1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma x}{n}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย  
 $\Sigma x$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม  
 $n$  แทน จำนวนคนในกลุ่ม

### 1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ  $S.D.$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $x$  แทน คะแนนแต่ละตัว  
 $n$  แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม  
 $\Sigma$  แทน ผลรวม

## 2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1. การหาค่าดัชนีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Validity) ของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2556)

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

เมื่อ  $IOC$  แทน ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ  
 $\Sigma R$  แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ไฟฟ้า ที่มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด โดยผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดมุ่งหมายของงานวิจัย ดังนี้

#### ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และได้นำเสนอรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

##### 1. วงจรปฏิบัติการที่ 1

1.1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้วางแผนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยดำเนินการดังนี้

1.1.1 วิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากผลการทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีนักเรียนจำนวน 8 คน ที่มีเกณฑ์ควรปรับปรุง

1.1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

1.2 ขั้นปฏิบัติการเรียนการสอน (Act) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด วงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยมีแผนการเรียนรู้ ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า

1.3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1.3.1 จากการใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมด้านการมีส่วนร่วมกับจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจ และตั้งใจให้ความสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนตั้งใจศึกษาใบความรู้ที่ครูมอบหมาย ตั้งใจศึกษาสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ นักเรียน

ส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีความสนุกสนานในการเรียนเนื่องจากได้ลงมือและมีส่วนร่วมกับกลุ่มของนักเรียนในการทำงาน แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการวางแผนการออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนวิธีการทดลองทางวิทยาศาสตร์

1.3.2 จากการใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอ้างอิงหลักการการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบบรรยาย จำนวน 5 ข้อ ผลปรากฏว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.08 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน เมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33.76 ดังแสดงในตารางที่ 7

ตาราง 7 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 1

| คะแนน<br>องค์ประกอบ  | คุณสมบัติ | ผลิตภัณฑ์ | กระบวนการ |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| คะแนนเต็ม            | 6         | 8         | 4         |
| คะแนนเฉลี่ยแต่ละด้าน | 2.23      | 2.62      | 1.23      |
| คะแนนเฉลี่ยรวม       | 6.08      |           |           |
| คะแนนเฉลี่ยร้อยละ    | 33.76     |           |           |

นอกจากนี้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบย่อย 3 ด้าน พบว่านักเรียนมีคะแนนองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.ด้านคุณสมบัติ (Trail) เป็นลักษณะของของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อยที่แสดงถึงคุณสมบัติของคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 1.) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) 2.) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และ 3.) ความคิดริเริ่ม (Originality) ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.23 จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน

2.ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) หมายถึง ผลที่ได้จากการปฏิบัติงานทางสมอง หรือกระบวนการคิดทางสมองหลังจากที่สมองได้รับข้อมูลหรือสิ่งเร้า ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย ดังนี้ 1.) ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ (Technical Product) 2.) การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ (Science Knowledge) และ 3.) ความเข้าใจในปรากฏการณ์ ( Science Phenomena) 4.) การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Science Problem) ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.62 จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน

3.ด้านกระบวนการ (Process) หมายถึง กระบวนการคิดการประมวลผลทางสมองที่มีในแต่ละบุคคลแตกต่างกันไป ประกอบไปด้วยองค์ประกอบย่อย ดังนี้ 1.) การคิดอย่างมีเหตุผล (Thinking) 2.)จินตนาการ (Imagination) ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.23 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 8

ตาราง 8 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รายด้าน วงจรปฏิบัติการที่ 1

| ลำดับที่             | ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ |                     |                    |                          |                                                   |                            |                                |                         |               |
|----------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|
|                      | ด้านคุณสมบัติ                   |                     |                    | ด้านผลิตภัณฑ์            |                                                   |                            |                                | ด้านกระบวนการ           |               |
|                      | ความคิดคล่องแคล่ว (2)           | ความคิดยืดหยุ่น (2) | ความคิดริเริ่ม (2) | ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ (2) | การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างผลิตภัณฑ์ (2) | ความเข้าใจในปรากฏการณ์ (2) | การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (2) | การคิดอย่างมีเหตุผล (2) | จินตนาการ (2) |
| 1                    | 2                               | 1                   | 1                  | 1                        | 1                                                 | 0                          | 0                              | 1                       | 1             |
| 2                    | 1                               | 1                   | 0                  | 0                        | 0                                                 | 0                          | 1                              | 0                       | 0             |
| 3                    | 0                               | 1                   | 1                  | 0                        | 0                                                 | 1                          | 1                              | 1                       | 1             |
| 4                    | 0                               | 0                   | 1                  | 1                        | 1                                                 | 1                          | 1                              | 1                       | 1             |
| 5                    | 0                               | 0                   | 1                  | 0                        | 1                                                 | 0                          | 0                              | 1                       | 1             |
| 6                    | 1                               | 2                   | 1                  | 0                        | 1                                                 | 1                          | 1                              | 0                       | 0             |
| 7                    | 1                               | 0                   | 0                  | 1                        | 1                                                 | 1                          | 1                              | 1                       | 1             |
| 8                    | 1                               | 0                   | 1                  | 1                        | 1                                                 | 0                          | 0                              | 0                       | 1             |
| 9                    | 1                               | 1                   | 0                  | 0                        | 1                                                 | 1                          | 1                              | 1                       | 1             |
| 10                   | 0                               | 1                   | 1                  | 1                        | 0                                                 | 1                          | 1                              | 0                       | 0             |
| 11                   | 1                               | 1                   | 0                  | 0                        | 1                                                 | 1                          | 1                              | 1                       | 0             |
| 12                   | 1                               | 1                   | 0                  | 1                        | 0                                                 | 1                          | 1                              | 0                       | 0             |
| 13                   | 2                               | 1                   | 1                  | 1                        | 1                                                 | 0                          | 1                              | 1                       | 1             |
| คะแนนรวม             | 11                              | 10                  | 8                  | 7                        | 9                                                 | 8                          | 10                             | 8                       | 8             |
| คะแนนเฉลี่ย          | 0.85                            | 0.77                | 0.62               | 0.54                     | 0.69                                              | 0.62                       | 0.77                           | 0.62                    | 0.62          |
| คะแนนเฉลี่ยแต่ละด้าน | 2.23                            |                     |                    | 2.62                     |                                                   |                            |                                | 1.23                    |               |

1.3.3 จากการใช้แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด โดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากการให้ข้อมูลของนักเรียน จนนำไปสู่การสรุปผลพบว่ามี 2 ประเด็นสำคัญคือ 1. ประเด็นด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน โดยผู้วิจัยได้สรุปดังนี้

ประเด็นที่ 1. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกชอบกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือทำการทดลองและนักเรียนส่วนใหญ่ไม่รู้สึกเบื่อ ทำให้นักเรียนสนใจการเรียนรู้และเนื้อหาที่ครูสอนเพิ่มขึ้น ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...ผมชอบทำงานกิจกรรมแบบกลุ่ม เพื่อนได้ช่วยกันดี ทำงานที่ครูให้ทำงานง่าย...”

(นักเรียนคนที่ 5, สัมภาษณ์วันที่ 9 กรกฎาคม 2567)

“...หนูอยากทำงานเป็นกลุ่มและมีการทดลองแบบนี้ทุกคาบเลยคะ...”

(นักเรียนคนที่ 10, สัมภาษณ์วันที่ 9 กรกฎาคม 2567)

ประเด็นที่ 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

นอกจากนี้เมื่อให้นักเรียนตอบคำถามหรือแก้ปัญหาท้ายกิจกรรม ซึ่งเป็นโจทย์ปัญหาที่ครูให้ เพื่อทดสอบความเข้าใจในแนวคิดเรื่องที่เรียน พบว่านักเรียนสามารถทำได้สำเร็จ เนื่องจากโจทย์คำถามที่ครูให้มีจำนวนข้อที่น้อย ทำให้นักเรียนรู้สึกประสบความสำเร็จในการทำกิจกรรม ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...ผมชอบสิ่งที่ครูให้ทำวันนี้ เพราะงานที่ได้ทำผมทำได้เสร็จทันเวลา อยากให้ครูให้โจทย์น้อย ๆ แบบนี้ครับ...”

(นักเรียนคนที่ 2, สัมภาษณ์วันที่ 9 กรกฎาคม 2567)

“...หนูอยากให้ครูลดโจทย์แบบนี้ต่อไป และเน้นการทดลองแบบนี้เรื่อย ๆ ค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 2, สัมภาษณ์วันที่ 9 กรกฎาคม 2567)

จากการสัมภาษณ์นักเรียน ข้อมูลส่วนใหญ่ที่นักเรียนให้คำตอบเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักเรียนในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด พบว่านักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกชอบและสนุกสนานในการทำกิจกรรมร่วมกัน

#### 1.4 การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดตามขั้นตอนการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ตัวอย่างที่พบในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนร่วมกันสังเกตและระดมความคิด ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ตัวอย่างที่ครูกำหนดพบว่านักเรียนมีการวิเคราะห์ปัญหา และทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมที่ครูนำมา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นนี้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากใบความรู้ หนังสือเรียนและมีนักเรียนบางส่วนเลือกที่จะศึกษาข้อมูลด้วยตัวเองจากสมาร์ทโฟน แล้วสรุปรวบรวมแนวคิดเป็นแผนผังความคิด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนได้มีการระดมสมองคิดหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวิธีการที่เหมาะสมมาทำกิจกรรม ซึ่งครูจะมีการเดินดูความเรียบร้อย

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง ขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะทำกิจกรรมและบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงาน แล้วให้สรุปความรู้เป็นแผนผังความคิด พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถทำงานได้ทันเวลา จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม โดยร่วมกันตอบคำถามหลังทำกิจกรรม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา ขั้นนี้ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนในรูปแบบแผนผังความคิด เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ซึ่งครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจหลังจากนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสิ่งที่เข้าใจเป็นความรู้ร่วมกัน

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สรุปรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังแสดงในตารางที่ 9 ดังนี้

พูน ปณ จิต ชเว

ตาราง 9 ปัญหาที่พบระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน วงจรปฏิบัติการที่ 1

| ปัญหาที่พบ                                                                                                                                          | แนวทางแก้ไข                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้<br>1. นักเรียนเข้าห้องเรียนช้า<br>2. นักเรียนขาดทักษะในการทำการทดลองเบื้องต้น<br>3. นักเรียนบางกลุ่มไม่ทำงานช่วยเพื่อน | ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้<br>1. สร้างกติกาและกำหนดบทลงโทษในชั้นเรียนโดยเพิ่มเวลาเรียนท้ายคาบเรียน<br>2. ครูอธิบายรายละเอียดและให้กลับไปศึกษาเพิ่มเติม<br>3. กำหนดบทลงโทษโดยหักคะแนนทั้งกลุ่ม |
| ด้านครูผู้สอน<br>1. กิจกรรมยังไม่ท้าทายความสนใจเท่าที่ควร                                                                                           | ด้านครูผู้สอน<br>1. กำหนดกิจกรรมให้ท้าทายมากขึ้น                                                                                                                                                |

ในการจัดการเรียนการสอนระหว่างวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์น้อยทำให้ผู้วิจัยต้องนำผลของการสะท้อนผลไปปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป

## 2. วงจรปฏิบัติการที่ 2

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

2.1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้วางแผนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์การเรียนโดยดำเนินการดังนี้

2.1.1 ด้านบทบาทของครูได้เพิ่มวิธีการการนำเข้าสู่บทเรียนและเพิ่มเวลาในการเดินตอบคำถามนักเรียนแต่ละกลุ่ม ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนสนใจมากขึ้น

2.2 ขั้นปฏิบัติการเรียนการสอน (Act) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด วงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยมี แผนการเรียนรู้ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบขนาน

2.3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-4 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้



2.3.1 จากการใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจเพิ่มมากขึ้น และตั้งใจให้ความสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอนดีขึ้น นักเรียนมีความสุขสนุกสนานในการเรียนในการทดลอง และนักเรียนส่งงานตามเวลาที่กำหนดมากขึ้น

2.3.2 จากการใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าดำเนินการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.54 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน เมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 58.55 ดังแสดงในตารางที่ 10

ตาราง 10 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 2

| คะแนน<br>องค์ประกอบ  | คุณสมบัติ | ผลิตภัณฑ์ | กระบวนการ |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| คะแนนเต็ม            | 6         | 8         | 4         |
| คะแนนเฉลี่ยแต่ละด้าน | 3.62      | 4.92      | 2.00      |
| คะแนนเฉลี่ยรวม       |           | 10.54     |           |
| คะแนนเฉลี่ยร้อยละ    |           | 58.55     |           |

นอกจากนี้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบย่อย 3 ด้านพบว่า นักเรียนมีคะแนนองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1.ด้านคุณสมบัติ (Trait) นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.62 จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน
- 2.ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน
- 3.ด้านกระบวนการ (Process) นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 11

พูน ปณ จิต ชเว

ตาราง 11 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รายด้าน วงจรปฏิบัติการที่ 2

| ลำดับที่             | ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ |                     |                    |                          |                                                |                            |                                |                         |               |
|----------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|
|                      | ด้านคุณสมบัติ                   |                     |                    | ด้านผลิตภัณฑ์            |                                                |                            |                                | ด้านกระบวนการ           |               |
|                      | ความคิดคล่องแคล่ว (2)           | ความคิดยืดหยุ่น (2) | ความคิดริเริ่ม (2) | ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ (2) | การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสร้างผลิตภัณฑ์ (2) | ความเข้าใจในปรากฏการณ์ (2) | การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (2) | การคิดอย่างมีเหตุผล (2) | จินตนาการ (2) |
| 1                    | 2                               | 1                   | 1                  | 1                        | 1                                              | 1                          | 2                              | 1                       | 1             |
| 2                    | 1                               | 1                   | 2                  | 2                        | 1                                              | 1                          | 2                              | 1                       | 1             |
| 3                    | 1                               | 1                   | 1                  | 1                        | 2                                              | 1                          | 1                              | 1                       | 1             |
| 4                    | 2                               | 1                   | 1                  | 1                        | 1                                              | 1                          | 2                              | 1                       | 1             |
| 5                    | 1                               | 1                   | 1                  | 2                        | 1                                              | 1                          | 1                              | 1                       | 1             |
| 6                    | 2                               | 2                   | 1                  | 1                        | 2                                              | 1                          | 1                              | 1                       | 1             |
| 7                    | 1                               | 1                   | 1                  | 1                        | 1                                              | 1                          | 1                              | 1                       | 1             |
| 8                    | 1                               | 1                   | 2                  | 1                        | 1                                              | 2                          | 2                              | 1                       | 1             |
| 9                    | 1                               | 1                   | 1                  | 1                        | 1                                              | 1                          | 1                              | 1                       | 1             |
| 10                   | 1                               | 1                   | 1                  | 2                        | 1                                              | 2                          | 1                              | 1                       | 1             |
| 11                   | 2                               | 1                   | 1                  | 1                        | 1                                              | 1                          | 2                              | 1                       | 1             |
| 12                   | 1                               | 1                   | 1                  | 1                        | 1                                              | 1                          | 1                              | 1                       | 1             |
| 13                   | 2                               | 1                   | 1                  | 1                        | 1                                              | 1                          | 1                              | 1                       | 1             |
| คะแนนรวม             | 18                              | 14                  | 15                 | 16                       | 15                                             | 15                         | 18                             | 13                      | 13            |
| คะแนนเฉลี่ย          | 1.38                            | 1.08                | 1.15               | 1.23                     | 1.15                                           | 1.15                       | 1.38                           | 1.00                    | 1.00          |
| คะแนนเฉลี่ยแต่ละด้าน | 3.62                            |                     |                    | 4.92                     |                                                |                            |                                | 2.00                    |               |

จากการศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกองค์ประกอบ

2.3.3 การใช้แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด โดยวงจรปฏิบัติการที่ 2 จากการให้ข้อมูลของนักเรียน จนนำไปสู่การสรุปผลพบว่ามี 2 ประเด็นสำคัญคือ 1. ประเด็นด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน โดยผู้วิจัยได้สรุปดังนี้

ประเด็นที่ 1. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน

นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ชอบและไม่รู้สึกเบื่อกับกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลให้กิจกรรมระหว่างเรียนเป็นไปอย่างสนุกสนาน และสำเร็จตรงตามจุดประสงค์ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...ผมรู้สึกว่ามันไม่เบื่อดีครับได้ลงมือทำ ใ้งานง่าย ชอบที่ได้ทำงานกับเพื่อนครับ...”

(นักเรียนคนที่ 1, สัมภาษณ์วันที่ 11 กรกฎาคม 2567)

“...มันก็สนุกดีนะคะ เวลาที่ได้ทำงานกับเพื่อน ...”

(นักเรียนคนที่ 7, สัมภาษณ์วันที่ 11 กรกฎาคม 2567)

ประเด็นที่ 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

ระหว่างการทำกิจกรรมแบบกลุ่มพบว่านักเรียนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี เห็นได้จากการช่วยกันแก้ปัญหาท้ายกิจกรรม ทำให้นักเรียนทุกคนได้รับการฝึกแก้โจทย์ปัญหาทุกคน โดยในปัญหาท้ายกิจกรรมการเรียนรู้เป็นโจทย์ปัญหาที่สั้นและมีจำนวนไม่มาก แต่เป็นโจทย์ปัญหาที่สรุปแนวคิดหลักของเรื่องที่เรียน จึงทำให้นักเรียนเข้าใจเร็วขึ้นในเวลากการแก้โจทย์ปัญหานี้น้อยลง ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...หนูชอบที่คำถามของครูคะมันน้อยและสั้นดี...”

(นักเรียนคนที่ 11, สัมภาษณ์วันที่ 11 กรกฎาคม 2567)

“...ผมชอบการเรียนรู้แบบนี้ เพราะผมไม่รู้สึกเบื่อเลยครับ...”

(นักเรียนคนที่ 3, สัมภาษณ์วันที่ 11 กรกฎาคม 2567)

จากการสัมภาษณ์นักเรียนหลังวงจรปฏิบัติการที่ 2 ข้อมูลส่วนใหญ่ที่นักเรียนให้เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด พบว่าความรู้สึกของนักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีความชอบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ทดลองและประดิษฐ์สิ่งของทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนุกสนานและเรียนรู้เนื้อหาไปด้วย และมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเพิ่มมากขึ้น

## 2.4 การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดตามขั้นการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ในขั้นนี้ครูได้เพิ่มความน่าสนใจในโดยการนำเข้าสู่บทเรียนผ่านการนำบัตรภาพมาให้ให้นักเรียนดู และสร้างเป้าหมายในการเรียน พบว่านักเรียนเข้าใจจุดประสงค์ที่ครูพยายามจะสื่อสารมากขึ้น สังเกตจากความตั้งใจในการให้ความร่วมมือของนักเรียนในชั่วโมงเรียน

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นนี้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหนังสือเรียนและมีนักเรียนบางส่วนเลือกที่จะศึกษาข้อมูลด้วยตัวเองจากสมาร์ทโฟน แล้วสรุปรวบรวมแนวคิดเป็นแผนผังความคิด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนได้มีการระดมสมองคิดหาวิธีการออกแบบร่วมกันก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวิธีการที่เหมาะสมมาทำกิจกรรม และมีการคาดคะเนคำตอบไว้ล่วงหน้า

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง ขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะทำกิจกรรมและบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงาน แล้วให้สรุปความรู้เป็นแผนผังความคิด พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถทำงานได้ทันเวลา จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม โดยร่วมกันตอบคำถามหลังทำกิจกรรม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา ขั้นนี้ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนในรูปแบบแผนผังความคิด และสิ่งประดิษฐ์วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ซึ่งครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจหลังจากนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสิ่งที่เข้าใจเป็นความรู้ร่วมกัน

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สรุปรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังแสดงในตารางที่ 12 ดังนี้

ตาราง 12 ปัญหาที่พบที่พบระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน วงจรปฏิบัติการที่ 2

| ปัญหาที่พบ                                            | แนวทางแก้ไข                                               |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้                          | ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้                              |
| 1.นักเรียนขาดทักษะในการสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล | 1.แนะนำการสืบค้นข้อมูลและแนวทางการเลือกสื่อที่น่าเชื่อถือ |
| ด้านครูผู้สอน                                         | ด้านครูผู้สอน                                             |
| 1.ครูควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมไม่ได้                   | 1.กำหนดเวลาและแจ้งรายละเอียดเวลาร่วมกับนักเรียน           |

ในการจัดการเรียนการสอนระหว่างวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นไม่มากทำให้ผู้วิจัยต้องนำผลของการสะท้อนผลไปปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป

### 3. วงจรปฏิบัติการที่ 3

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

3.1 ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้วางแผนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์การเรียนรู้โดยดำเนินการดังนี้

3.1.1 ด้านบทบาทของครูได้เพิ่มวิธีการการนำเข้าสู่บทเรียนและเพิ่มเวลาในการเดินตอบคำถามนักเรียนแต่ละกลุ่ม ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนสนใจมากขึ้น

3.1.2 ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ จากปัญหาชิ้นงานที่ขาดความหลากหลายของนักเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จึงไม่มีการกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ประดิษฐ์ ทั้งนี้เพื่อไม่เป็นการตีกรอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

3.2 ขั้นปฏิบัติการเรียนการสอน (Act) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการจัดการการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด วงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยมี แผนการเรียนรู้ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การนำความรู้เรื่องการต่อหลอดไฟไปใช้ประโยชน์

3.3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) หลังจากดำเนินการจัดการจัดการการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-6 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

3.3.1 จากการใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ผลปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจเพิ่มขึ้น และตั้งใจให้ความสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอนดีขึ้น นักเรียนมีความสุขสนุกสนานในการเรียนในการทดลอง และนักเรียนส่งงานตามเวลาที่กำหนดมากขึ้น

3.3.2 จากการใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าดำเนินการจัดการจัดการการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.62 จากคะแนนเต็ม 18

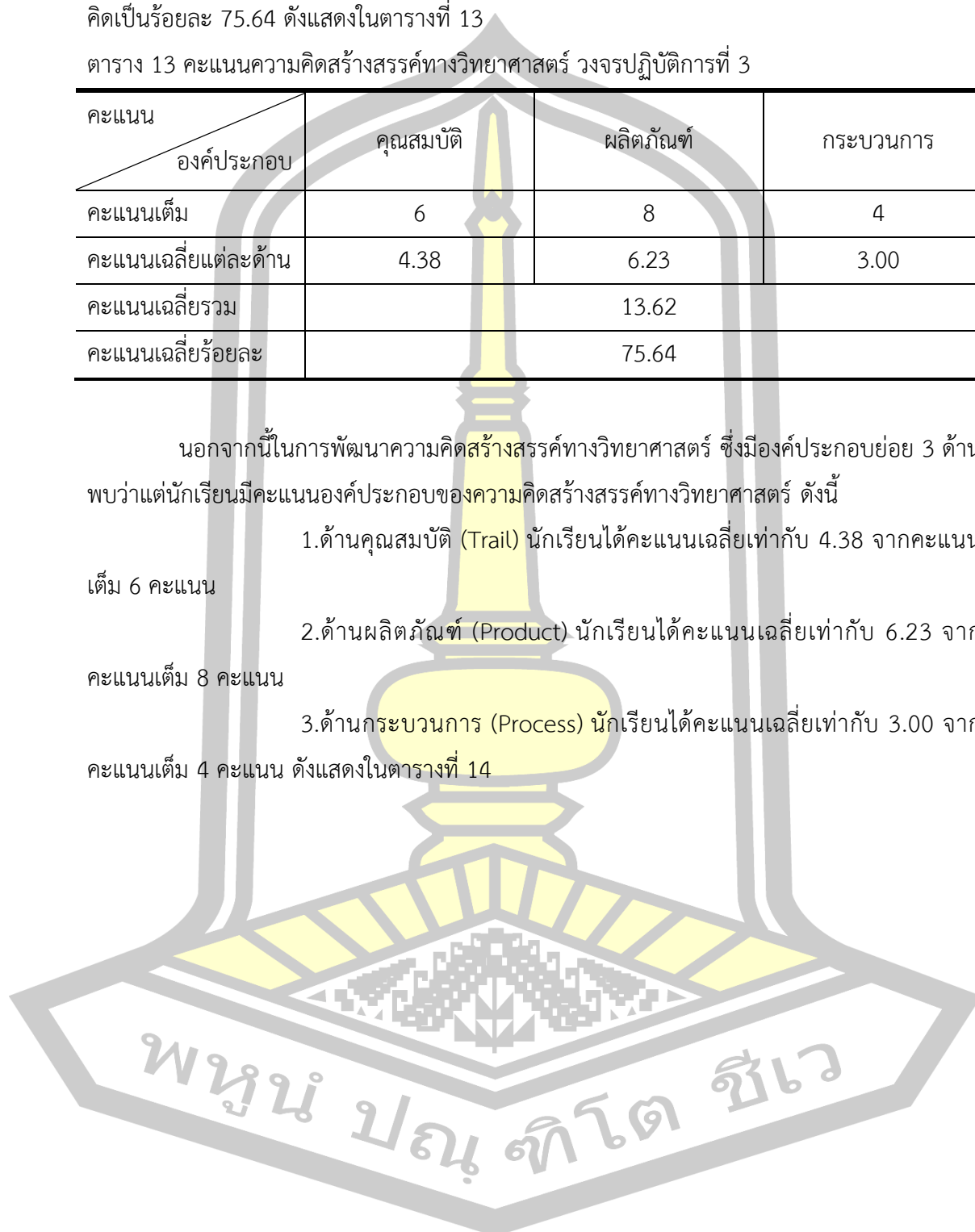
คะแนน เมื่อเทียบกับเกณฑ์ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 75.64 ดังแสดงในตารางที่ 13

ตาราง 13 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วงจรปฏิบัติการที่ 3

| คะแนน<br>องค์ประกอบ  | คุณสมบัติ | ผลิตภัณฑ์ | กระบวนการ |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| คะแนนเต็ม            | 6         | 8         | 4         |
| คะแนนเฉลี่ยแต่ละด้าน | 4.38      | 6.23      | 3.00      |
| คะแนนเฉลี่ยรวม       | 13.62     |           |           |
| คะแนนเฉลี่ยร้อยละ    | 75.64     |           |           |

นอกจากนี้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบย่อย 3 ด้าน พบว่าแต่นักเรียนมีคะแนนองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1.ด้านคุณสมบัติ (Trail) นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน
- 2.ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.23 จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน
- 3.ด้านกระบวนการ (Process) นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 14





ตาราง 14 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รายด้าน วงจรปฏิบัติการที่ 3

| ลำดับที่             | ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ |                     |                    |                          |                                                |                            |                                |                         |               |
|----------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|
|                      | ด้านคุณสมบัติ                   |                     |                    | ด้านผลิตภัณฑ์            |                                                |                            |                                | ด้านกระบวนการ           |               |
|                      | ความคิดคล่องแคล่ว (2)           | ความคิดยืดหยุ่น (2) | ความคิดริเริ่ม (2) | ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ (2) | การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสร้างผลิตภัณฑ์ (2) | ความเข้าใจในปรากฏการณ์ (2) | การตั้งปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (2) | การคิดอย่างมีเหตุผล (2) | จินตนาการ (2) |
| 1                    | 2                               | 1                   | 1                  | 2                        | 2                                              | 2                          | 2                              | 2                       | 2             |
| 2                    | 2                               | 2                   | 2                  | 2                        | 1                                              | 1                          | 2                              | 1                       | 2             |
| 3                    | 1                               | 2                   | 2                  | 1                        | 2                                              | 2                          | 1                              | 2                       | 1             |
| 4                    | 2                               | 2                   | 2                  | 1                        | 1                                              | 1                          | 2                              | 1                       | 1             |
| 5                    | 1                               | 1                   | 2                  | 2                        | 2                                              | 2                          | 1                              | 2                       | 2             |
| 6                    | 2                               | 2                   | 2                  | 1                        | 2                                              | 2                          | 1                              | 2                       | 1             |
| 7                    | 1                               | 1                   | 2                  | 1                        | 2                                              | 2                          | 1                              | 1                       | 1             |
| 8                    | 1                               | 1                   | 2                  | 2                        | 1                                              | 2                          | 2                              | 1                       | 2             |
| 9                    | 1                               | 2                   | 1                  | 1                        | 2                                              | 1                          | 2                              | 2                       | 2             |
| 10                   | 1                               | 1                   | 1                  | 2                        | 1                                              | 2                          | 2                              | 1                       | 1             |
| 11                   | 2                               | 1                   | 1                  | 1                        | 1                                              | 1                          | 2                              | 2                       | 1             |
| 12                   | 1                               | 1                   | 1                  | 2                        | 2                                              | 2                          | 1                              | 2                       | 2             |
| 13                   | 2                               | 1                   | 1                  | 1                        | 1                                              | 1                          | 2                              | 1                       | 1             |
| คะแนนรวม             | 19                              | 18                  | 20                 | 19                       | 20                                             | 21                         | 21                             | 20                      | 19            |
| คะแนนเฉลี่ย          | 1.46                            | 1.38                | 1.54               | 1.46                     | 1.54                                           | 1.62                       | 1.62                           | 1.54                    | 1.46          |
| คะแนนเฉลี่ยแต่ละด้าน | 4.38                            |                     |                    | 6.23                     |                                                |                            |                                | 3.00                    |               |

จากการศึกษาพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกองค์ประกอบ

3.3.3 การใช้แบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด โดยวงจรปฏิบัติการที่ 3 จากการให้ข้อมูลของนักเรียน จนนำไปสู่การสรุปผลพบว่ามี 2 ประเด็นสำคัญคือ 1. ประเด็นด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน โดยผู้วิจัยได้สรุปดังนี้

ประเด็นที่ 1. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผลต่อตัวผู้เรียน

นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ชอบและรู้สึกสนุกกับกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งผลให้กิจกรรมระหว่างเรียนเป็นไปอย่างสนุกสนาน และสำเร็จตรงตามจุดประสงค์ ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...ผมรู้สึกสนุกดีที่เวลาผมได้ทำงานกลุ่มนี้ครับ...”

(นักเรียนคนที่ 9, สัมภาษณ์วันที่ 15 กรกฎาคม 2567)

“...งานที่ได้รับมาทำได้ง่ายมากค่ะ ยังได้ทำงานกับเพื่อนหนูยิ่งชอบ...”

(นักเรียนคนที่ 12, สัมภาษณ์วันที่ 15 กรกฎาคม 2567)

ประเด็นที่ 2. ประเด็นด้านความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

ระหว่างการทำกิจกรรมแบบกลุ่มพบว่านักเรียนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี เห็นได้จากการช่วยกันแก้ปัญหาท้ายกิจกรรม ทำให้นักเรียนทุกคนได้รับการฝึกแก้โจทย์ปัญหาทุกคน โดยในปัญหาท้ายกิจกรรมการเรียนรู้เป็นโจทย์ปัญหาที่สั้นและมีจำนวนไม่มาก แต่เป็นโจทย์ปัญหาที่สรุปแนวคิดหลักของเรื่องที่เรียน จึงทำให้นักเรียนเข้าใจเร็วขึ้นในเวลาก่อนการแก้โจทย์ปัญหาน้อยลง ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์

“...การเรียนครั้งนี้ทำให้ผมเข้าใจมากขึ้นครับ...”

(นักเรียนคนที่ 2, สัมภาษณ์วันที่ 15 กรกฎาคม 2567)

“...ผมอยากให้ครูสอนแบบนี้ตลอดเลยครับ...”

(นักเรียนคนที่ 5, สัมภาษณ์วันที่ 15 กรกฎาคม 2567)

จากการสัมภาษณ์นักเรียนหลังวงจรปฏิบัติการที่ 3 ข้อมูลส่วนใหญ่ที่นักเรียนให้เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด พบว่าความรู้สึกของนักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีความชอบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ทดลองและประดิษฐ์สิ่งของทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานและเรียนรู้เนื้อหาไปด้วย และมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเพิ่มมากขึ้น

### 3.4 การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดตามขั้นการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ในขั้นนี้ครูได้เพิ่มความน่าสนใจในโดยการนำเข้าสู่บทเรียนผ่านการเปิดคลิปวิดีโอภาพมาให้แก่นักเรียนดู และพูดถึงจุดประสงค์ในการเรียน พบว่านักเรียนเข้าใจจุดประสงค์ที่ครูพยายามจะสื่อสารมากขึ้น สืบเนื่องจากความตั้งใจตอบคำถามของนักเรียนในช่วงเรียน

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นนี้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากใบความรู้และในหนังสือเรียน และช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ แล้วสรุปรวบรวมแนวคิดเป็นแผนผังความคิด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนจะได้มีการเดินสำรวจปัญหาที่อยู่ในภายในโรงเรียนหลังจากนั้นมีการระดมสมองคิดหาวิธีการออกแบบร่วมกันก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ศึกษาจากใบกิจกรรม เพื่อให้รู้เป้าหมายกิจกรรมนั้น

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง ขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะทำกิจกรรมประดิษฐ์ชิ้นงาน โดยเลือกวัสดุอย่างประหยัดและคุ้มค่า จัดทำเป็นชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา ขั้นนี้ให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนองานผ่านแผนผังความคิด ซึ่งแต่นักเรียนละกลุ่มจะกระจายไปตามกลุ่มของเพื่อนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน แล้วให้นักเรียนประกวดผลงานสิ่งประดิษฐ์ของตัวเอง

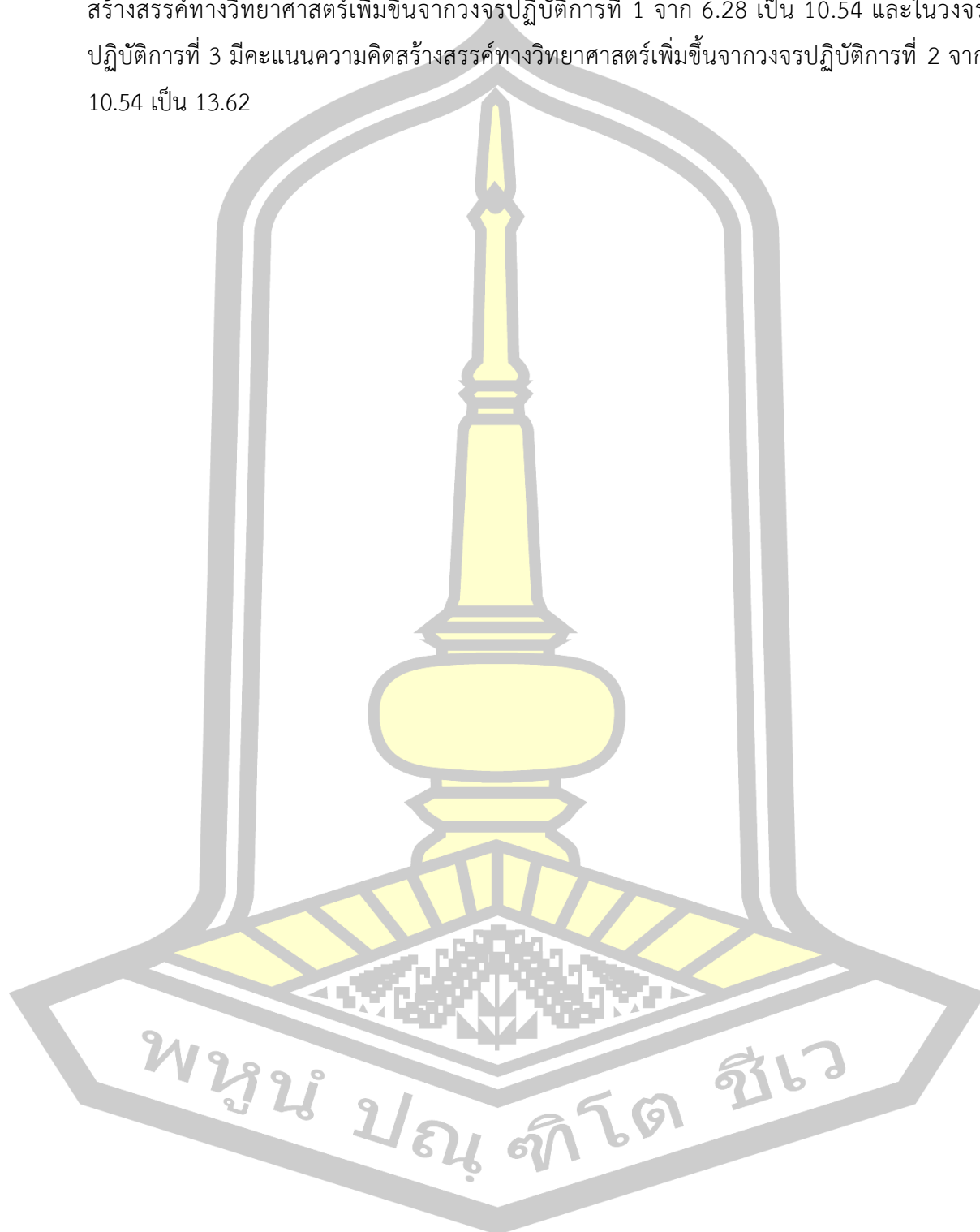
นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สรุปรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังแสดงในตารางที่ 15 ดังนี้

ตาราง 15 ปัญหาที่พบที่พบระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน วงจรปฏิบัติการที่ 3

| ปัญหาที่พบ                                                               | แนวทางแก้ไข                                                |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้                                             | ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้                               |
| 1. 1.นักเรียนอธิบายชิ้นงานที่สร้างโดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ไม่ชัดเจน | 1.ครูชี้แจงและร่วมอภิปรายรายละเอียดของหลักการที่เกี่ยวข้อง |
| ด้านครูผู้สอน                                                            | ด้านครูผู้สอน                                              |
| 1.ภาระงานบางชิ้นนักเรียนไม่เข้าใจ                                        | 1. ควรศึกษารายละเอียดชิ้นงานมากกว่านี้                     |

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การทดลอง การนำเสนอผลงานของนักเรียน พบว่านักเรียนเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด เข้าใจปัญหาการแก้ปัญหาตามหลักวิทยาศาสตร์ และหลังจากการจัดกิจกรรมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นโดยวงจรปฏิบัติการที่ 1 มี

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 6.28 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 จาก 6.28 เป็น 10.54 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 จาก 10.54 เป็น 13.62



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ใช้วิธีดำเนินการวิจัยตามลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ หลังจากดำเนินการวิจัยผู้วิจัยสามารถสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะไว้ดังต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สรุปผล
3. อภิปรายผล
4. ข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

#### สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.28 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ระดับความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปรับปรุง คิดเป็นร้อยละ 33.76 วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.54 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ระดับความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 58.55 วงจรปฏิบัติการที่ 3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.62 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ระดับความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 75.64

## อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด สามารถอภิปรายดังนี้

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ด้วยการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.28 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ระดับความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 33.76 วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.54 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ระดับความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 58.55 วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.62 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ระดับความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 75.64 ซึ่งจากผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น

ผลการวิจัยเป็นไปตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนนี้เน้นให้นักเรียนสามารถคิดรวบยอด หลักวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่ออธิบายข้อสรุปหรือเรื่องราวต่าง ๆ และนำความรู้ และทักษะที่ได้จากการเรียนวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ และในชีวิตจริงได้ โดยขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ปัญหาเป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ ซึ่งในขั้นนี้ผู้สอนได้นำเสนอสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิทยาศาสตร์และชีวิตประจำวันซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์จริงได้ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนนั้นเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สนใจว่า ในสภาพแวดล้อมหรือบริบทเหมือนกันหรือคล้ายกันกับปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียน มีการศึกษาหรือแก้ไขมาบ้างหรือไม่ ทำอย่างไรและได้ผลอย่างไร ค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ใด และด้วยวิธีการใด ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นนี้จะให้นักเรียนระดมสมองคิดหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาที่นักเรียนสนใจจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด ซึ่งนักเรียนต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้รับประโยชน์จากการแก้ปัญหา เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของปัญหา จากนั้นนำมาเขียนเป็นร่างแนวคิดของแต่ละวิธีโดยเน้นแนวคิดที่สร้างสรรค์ แล้วประเมินว่าควรจะเลือกวิธีแก้ปัญหาใดที่มีความเป็นไปได้ และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง ขั้นที่ 4 ขั้ววางแผนและดำเนินการ



แก้ปัญหา ขั้นนี้ให้นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการจากร่างแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านการเลือกแล้วว่า เป็นวิธีที่มีความเหมาะสม โดยจัดทำรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน เงื่อนไขเวลาที่ต้องดำเนินงาน ความสามารถของแรงงาน ความเหมาะสมด้านเทคนิค ค่าใช้จ่าย และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นให้นักเรียนดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง โดยให้นักเรียนทดสอบผลงานและประเมินผลงานโดยยึดว่า ได้ผลงานเป็นรูปธรรมตามเป้าหมายหรือไม่ ผลงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ หากจำเป็นต้องปรับปรุง จะต้องบันทึกสาเหตุของการปรับปรุง ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนออย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนของการทำความเข้าใจปัญหาว่าอะไรคือเป้าหมาย อะไรคือความต้องการ อะไรเป็นข้อจำกัดของการสร้างงาน การรวบรวมข้อมูลทำให้เรียนรู้ อะไร การออกแบบอยู่บนพื้นฐานของการใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างไร มีเทคโนโลยีอะไรที่ใช้ประโยชน์ในการสร้างงานนี้ เกิดปัญหาอุปสรรคระหว่างสร้างงานอย่างไร ปรับแก้อย่างไร และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามเป้าหมายและความต้องการหรือไม่ และให้นักเรียนลงข้อสรุปให้ผู้ฟังเห็นชัดเจนว่า วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ โดยให้แต่ละกลุ่มสรุปในรูปแบบของแผนผังความคิด ซึ่งประโยชน์ของแผนผังความคิดมีดังนี้ 1. ใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหาหรืองานต่าง ๆ 2. ใช้ในการระดมพลังสมอง (Brainstorming) 3. ใช้ในการสรุปหรือสร้างองค์ความรู้ 4. ใช้จัดระบบความคิดและช่วยให้จำได้ดี 5. ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เช่นการเขียนเรียงความ การเขียนบทความ 6. ใช้ในการจดโน้ต หรือทำโน้ตสำหรับนำเสนอ (ไสว พักขาว, 2544) และหลังจากนั้นให้แต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความรู้กับกลุ่มอื่น ๆ เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แง่ โดยการให้เหตุผล ฝึกให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบด้วยตนเองหลังจากนั้นให้ทุกกลุ่มสรุปความรู้ร่วมกันและกลายเป็นองค์ความรู้ของห้องเรียน ซึ่งในการสรุปองค์ความรู้ของห้องเรียนนั้น ครูจะคอยแก้ไขและเพิ่มเติมเนื้อหาให้ถูกต้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ในทุก ๆ กิจกรรม มีการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียนทันที และสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ของตนเอง เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป (สุวิมล ว่องวานิช, 2543) ทำให้สามารถแก้ปัญหาและพัฒนาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งจากการสะท้อนผลเป็นวงจรปฏิบัติการ

ผู้วิจัยพบว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.28 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ที่เป็นเช่นนี้เพราะนักเรียนยังไม่เคยผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้มาก่อน ส่งผลให้นักเรียนยังไม่เข้าใจในขั้นตอนต่าง ๆ ของการจัดกิจกรรม ทำให้นักเรียนบางส่วนนั้นยังไม่แสดงพฤติกรรมที่แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งดูได้จากคะแนนของการตรวจแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีนักเรียนบางส่วนยังตอบไม่ได้ และยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังขาดความสนใจในการทำกิจกรรมไม่ช่วย

เพื่อนในกลุ่มทำงาน ทำให้มีคนทำงานน้อยและใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานทำให้เวลาไม่เพียงพอ ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์น้อย

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยนำปัญหาไปพัฒนาและปรับแผนการจัดการเรียนรู้โดยในชั้น การสอนขั้นที่ 1 เพิ่มวิธีการการนำเข้าสู่บทเรียนและเพิ่มเวลาในการเดินตอบคำถามนักเรียนแต่ละ กลุ่ม เพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนสนใจมากขึ้น และในขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องนั้นให้นักเรียนได้ศึกษาจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย นอกเหนือจากหนังสือเรียน ทำให้ นักเรียนได้เรียนรู้ความรู้ที่หลากหลายมากขึ้น ในส่วนของนักเรียน บางคนที่ยังไม่ให้ความสนใจในการ ทำกิจกรรมได้มีการทำข้อตกลงกับนักเรียนโดยจะหักคะแนนของกลุ่มที่มีนักเรียนที่ไม่ให้ความร่วมมือ ซึ่งก็ทำให้นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมมากยิ่งขึ้นและเพื่อนในกลุ่มก็มีการเตือนเพื่อนที่ไม่ สนใจให้กลับมาสนใจและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเพราะจะถูกหักคะแนนทั้งกลุ่มทำให้ใน วงจรปฏิบัติการที่ 2 นี้ นักเรียนในกลุ่มนั้นช่วยเหลือกันในการทำงานกลุ่ม และได้มีการกระชับเวลาใน การทำกิจกรรมขั้นต่าง ๆ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนนั้นพอดีกับเวลา แต่สิ่งที่ผู้วิจัยพบว่านักเรียน ส่วนใหญ่มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นไม่มาก

และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ ยังให้ความสำคัญในขั้นตอนที่ 1 กำหนดปัญหา และในขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เหมือนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แต่จะเพิ่มความสำเร็จใน ขั้นที่ 4 ชี้นำวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา โดยให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มนั้นศึกษาหาความรู้แล้วเพิ่มจากแหล่งอื่น ๆ นำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และแสดงความคิดเห็นภายในกลุ่มตนเองซึ่งในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้ฝึก แสดงขั้นตอนในการ คิด โดยการให้นักเรียนการอธิบายแนวคิดหรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่พบว่ามีวิธีการและขั้นตอน อย่างเป็นขั้นในการแก้ปัญหานั้น ๆ หลังจากนั้นทำการหาข้อสรุปซึ่งจะเป็นองค์ความรู้ของกลุ่ม เป็น การกระตุ้นให้ผู้เรียนโต้แย้งโดยการใช้เหตุผล ฝึกให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบด้วย ตนเอง

หลังจากดำเนินการในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ทำให้นักเรียนมีคะแนนคะแนนความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นโดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.62 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผัง ความคิด พบว่าเมื่อนักเรียนฝึกคิดอย่างหลากหลายและครูไม่จำกัดขอบเขตการคิดและส่งเสริมการคิด ของนักเรียนอยู่เสมอ นักเรียนจะมีความสามารถในการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อย่าง ต่อเนื่อง เพราะเมื่อวิเคราะห์ถึงกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัด เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียน สืบค้น วิเคราะห์ข้อมูล จนนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมจากการเรียนรู้ จากกิจกรรมการเรียนที่เปิด โอกาสให้นักเรียนคิดได้อย่างหลากหลายส่งผลให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพราะในการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ประกอบไปด้วย วิทยาศาสตร์ (Science :S)

เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer : E) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics : M) (มนตรี จุฬาวัฒนพล, 2556) มีกระบวนการการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างความรู้ จากการสำรวจและสืบค้นความรู้ที่ผู้เรียนสนใจด้วยตัวเอง โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะแทรกแผนผังความคิดเข้าไประหว่างการเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) และจากการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาพบว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง เกิดการเรียนรู้เป็นหมู่คณะ มีทักษะในการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล จนนำความรู้ไปแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ และสามารถสร้างนวัตกรรมใหม่ได้ สอดคล้องกับทวารี โพธิ์เอี่ยม(2565) ที่ได้เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกิจกรรมก่อนสอบและหลังเรียนกับการศึกษาสะเต็มศึกษา ผลปรากฏว่าการตอบสนองของนักเรียนต่อความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ต่อการเรียนรู้ก่อนหน้าและล่าสุดด้วยการศึกษาสะเต็มศึกษา มีหลักฐานแตกต่างที่ระดับ .05 มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ยังทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อาทิ ทำให้นักเรียนสนใจเรียนรู้ มีความกระตือรือร้นมากขึ้น รู้สึกท้าทายในการทำกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนสามารถใช้ทักษะความรู้ที่เกิดขึ้นแก้ปัญหาในชีวิตจริง

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตัวเอง ดังนั้นควรมีการวางแผนในการใช้เวลาที่ใช้จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับลักษณะของกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนใช้เวลาในการค้นหาข้อมูล ออกแบบ และสร้างชิ้นงาน และควรจัดหาอุปกรณ์ที่หลากหลายเพื่อเป็นตัวเลือกให้นักเรียนนั้นได้สร้างสรรค์ชิ้นงานได้อย่างเต็มที่

1.2 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทุกครั้งควรมีการศึกษาสภาพห้องเรียนที่จะใช้จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนการสอน จัดเตรียมพื้นที่ให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

1.3 นักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันโดยธรรมชาติ เช่น ความชอบที่แตกต่างกัน การเรียนรู้ต่างกัน ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์โดยรวมสูงขึ้น แต่เมื่อแยกพิจารณารายบุคคลนักเรียนบางส่วนจากกลุ่มตัวอย่างไม่มีพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์เลย

1.4 ในกรณีที่ต้องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยจำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ควรสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนมีความ

เข้าใจที่ถูกต้องก่อน เพราะถ้านักเรียนไม่เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ถึงแม้้นักเรียนมีศักยภาพในการคิดสร้างสรรค์ ก็ยากในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.5 ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องทำการพัฒนาอย่างต่อเนื่องควบคู่กันไป โดยผ่านกระบวนการทำใบกิจกรรม กิจกรรมการเรียนรู้ การทดลอง เพราะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยเวลาในการพัฒนา

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษามูลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและการสรุปอ้างอิงของผลการวิจัย

2.2 ควรมีการศึกษาระยะยาว (Longitudinal Study) เพื่อติดตามผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง

2.3 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิดกับวิธีการสอนแบบอื่น ๆ เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของวิธีการนี้

2.4 ควรมีการศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน แรงจูงใจในการเรียน หรือสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่บ้าน



บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา. (2559). ผลประชุมคณะกรรมการนโยบาย “สะเต็มศึกษา” กระทรวงศึกษาธิการ. [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก: <https://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?>
- จินดาพร หมวกหมื่นไวย. (2560). **ปรับกิจกรรมเก่าให้เข้ากับเทรนด์สะเต็ม**. วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 45(205), 50-53.
- ชนินทร์ชัย อินทราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัญยานนท์. (2548). **พจนานุกรมศัพท์ทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: โอคิวบุ๊กเซ็นเตอร์.
- ชยพัทธ์ นาคกุลบุตร. (2565). **การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา**. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 20, มกราคม – มิถุนายน.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2539). **ทางเลือกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดและแนวปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร: ดวงกมล.
- ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ทักษิณา พัทธศึกษา. (2562). **ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องรถแข่งโกซนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. บทความวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา, 2, มกราคม – มิถุนายน.
- ทศนา แหมมณี. (2552). **ศาสตร์ การสอนองค์ความรู้ เพื่อการจัดการเรียนรู้ ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธิดยา คำควร. (2558). **ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความแตกต่างระหว่างเพศที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53, 31-38.
- ธีรพงษ์ รัศมีพิพัฒน์. (2565). **การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงโน้มถ่วงของโลกและตัวกลางของแสง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับผังมโนทัศน์**. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 16(3), กันยายน - ธันวาคม.



- นัฐยา ทองจันทร์. (2558). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง. วารสารบัณฑิตวิจัย สาขาวิชา  
วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 7(1), 1–14.
- นัสรินทร์ ปือชา. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มี  
ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจ  
ต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด และคณะ. (2558ก). การวัดและประเมินผลการศึกษา. มหาสารคาม:  
ดักสิลาการพิมพ์.
- บุญชม ศรีสะอาด และคณะ. (2558ข). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. มหาสารคาม: ดักสิลาการพิมพ์.
- ประทุม อัตชู. (2535). การสร้างแบบทดสอบชีววิทยาวิทยาศาสตร์. ภาควิชาการศึกษา คณะ  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปรียา โคตรสาลี. (2563). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
เรื่อง สารเคมีในชีวิตประจำวันโดยใช้ Stem Education และ Graphic Organizers.  
วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด, 14, มกราคม – เมษายน.
- ปวีณา คำจร. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงและเสียงตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
ประถมศึกษาปีที่. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2559). การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.  
วารสารวิชาการแพรวกาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์, 3(3), 129–140.
- พรทิพย์ ศิริภักตราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสาร  
นักบริหาร, 33(2), 49–56.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป.  
กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ไพศาล หวังพานิช. (2536). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2540). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:  
ไทยวัฒนาพานิช.
- ภาณุพงศ์ ไคนชัยภูมิ. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วย  
แสง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ.  
รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 1. ร้อยเอ็ด:

มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด.

มนตรี จุฬารัตนพล. (2556). การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ หรือ

“สะเต็ม”. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โชติกา บิสเนส พรินท์ จำกัด.

โรงเรียนบ้านนาตากาง. (2566). รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. สกลนคร.

วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2560). **เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)**

(พิมพ์ครั้งที่2). กรุงเทพฯสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2545). **เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาพัฒนาการเรียนการสอน.**

พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). **คู่มือเครือข่าย สะเต็มศึกษา**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). **การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ: บอัสการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). **เอกสารประกอบหลักสูตรการเรียนรู้ คู่มือประกอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: เอกกสารประกอบหลักสูตรการเรียนรู้ คู่มือประกอบสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). **รู้จักสะเต็ม**. [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก: [http://www.stemedthailand.org/?page\\_id=23](http://www.stemedthailand.org/?page_id=23)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). **มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). **ทำไมต้องจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา**.

สำนักนิเทศและพัฒนามาตรฐานการศึกษา. (2545). **แนวทางการวัดและประเมินผลในชั้นเรียน**.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

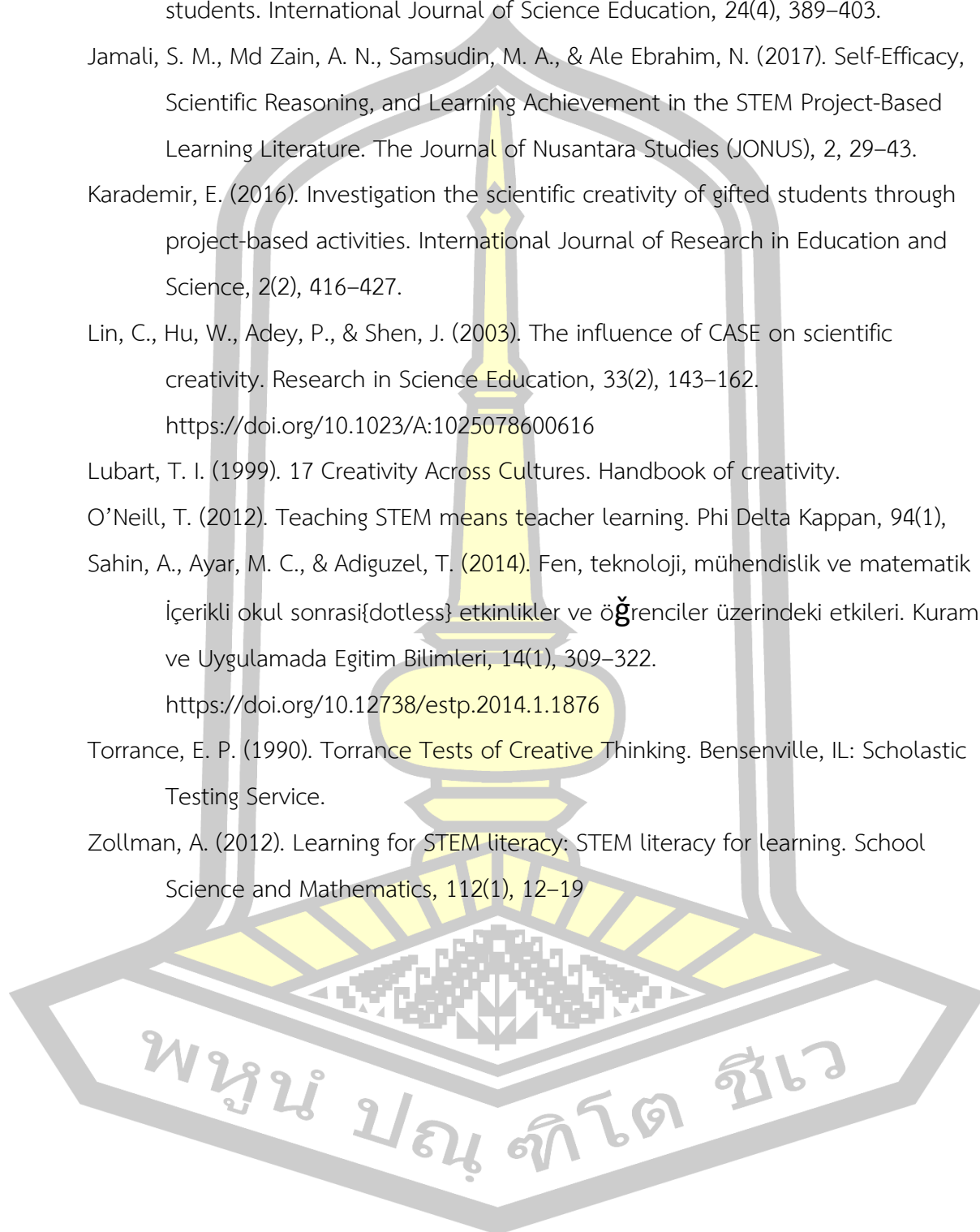
สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). **แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579**.

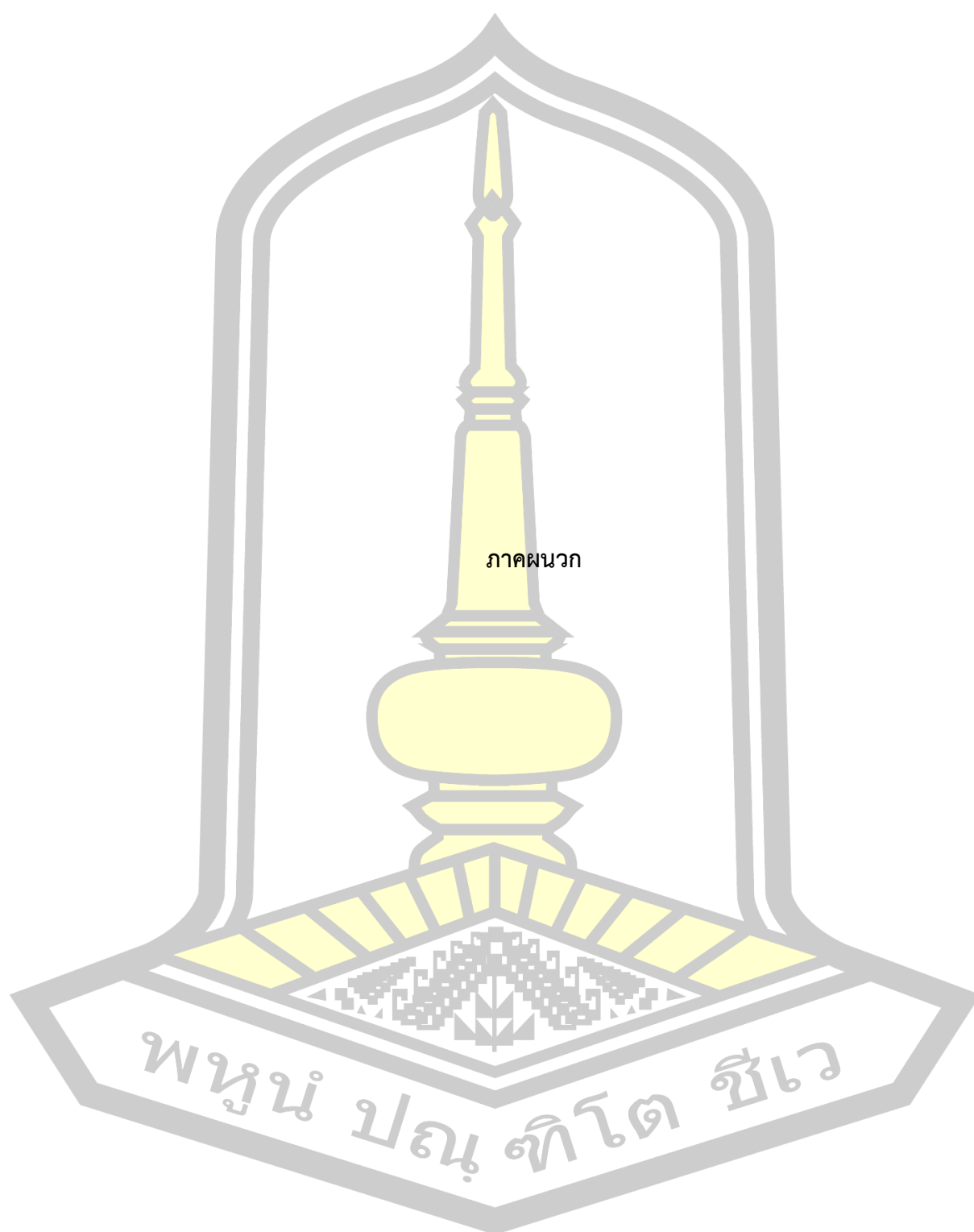
กรุงเทพมหานคร:พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). **สะเต็มศึกษา (ตอนที่ 2): การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน**. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, (3), 154–160.

- สุพิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ., 10(2), 13–34.
- สุธีระ ประเสริฐสรรพ. (2555). โครงการวิจัยกระบวนการเรียนรู้ใหม่ของการศึกษาไทย. [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก: <http://www.knowledgefarm.in.th/new-process-learning/>
- สุพรรณิ ขาญประเสริฐ. (2558). การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. นิตยสาร สถาบันส่งเสริมการสอนและเทคโนโลยี. 43(192): 14 – 18.
- สุวิทย์ มูลคำ . (2547). กลยุทธ์...การสอนคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 19(5).
- Breiner, J. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11.
- Budnitz, N. (2003). What do we mean by inquiry? Retrieved from [http://www.biology.duke.edu/cibl/inquiry/what\\_is\\_inquiry.htm](http://www.biology.duke.edu/cibl/inquiry/what_is_inquiry.htm) website: [http://www.biology.duke.edu/cibl/inquiry/what\\_is\\_inquiry.htm](http://www.biology.duke.edu/cibl/inquiry/what_is_inquiry.htm)
- Buzan, T., and Buzan, B. (1996). *The mind map book: How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential*, New York: Plume Books: 96-97
- Bybee, R. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In *Scientific Inquiry and Nature of Science*, 1–14.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). *STEM project-based learning*. Rotterdam: Sense Publishers, 10(1007).
- Clayphan, A., Kay, J., & Weinberger, A. (2014). ScriptStorm: scripting to enhance tabletop brainstorming. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1433–1453.
- Dejarnette, N. (2012). America's children: providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math). *Initiatives Education*, 133(1), 3–11.121
- Guskey, T. R. (2007). Closing achievement gaps: revisiting Benjamin S. Bloom's "Learning for Mastery." *Journal of Advanced Academics*, 19(1), 8–31.
- Havighurst, R. J., Munnichs, J. M., Neugarten, B. L., & Thomae, H. (1969). Adjustment to retirement: A cross-national study.

- Hu, W., Adey, P., & London, C. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389–403.
- Jamali, S. M., Md Zain, A. N., Samsudin, M. A., & Ale Ebrahim, N. (2017). Self-Efficacy, Scientific Reasoning, and Learning Achievement in the STEM Project-Based Learning Literature. *The Journal of Nusantara Studies (JONUS)*, 2, 29–43.
- Karademir, E. (2016). Investigation the scientific creativity of gifted students through project-based activities. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(2), 416–427.
- Lin, C., Hu, W., Adey, P., & Shen, J. (2003). The influence of CASE on scientific creativity. *Research in Science Education*, 33(2), 143–162.  
<https://doi.org/10.1023/A:1025078600616>
- Lubart, T. I. (1999). 17 Creativity Across Cultures. *Handbook of creativity*.
- O'Neill, T. (2012). Teaching STEM means teacher learning. *Phi Delta Kappan*, 94(1),
- Sahin, A., Ayar, M. C., & Adiguzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 309–322.  
<https://doi.org/10.12738/estp.2014.1.1876>
- Torrance, E. P. (1990). *Torrance Tests of Creative Thinking*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12–19









### แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

วันที่สอน วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เวลา 12 ชั่วโมง

เวลา 2 ชั่วโมง

ปีการศึกษา 2567

#### มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

##### ตัวชี้วัด

ว 2.3 ป.6/1 ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

จากหลักฐานเชิงประจักษ์

ว 2.3 ป.6/2 เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.ระบุส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้ (K)
- 2.อธิบายหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้ (K)
- 3.บอกความหมายของวงจรไฟฟ้า วงจรเปิด วงจรปิดได้ (K)
- 4.ปฏิบัติกิจกรรม การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย อย่างรวมพลัง ด้วยความมุ่งมั่นและตั้งใจได้ (P)
- 5.บ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ ตั้งสมมุติฐาน และสรุปผลการทดลองได้ (P)
- 6.เขียนแผนภาพและต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายได้ (P)
- 7.มีความมุ่งมั่นและตั้งใจ (A)

#### สาระการเรียนรู้

วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า แหล่งกำเนิดไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉาย หรือแบตเตอรี่ ทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้า สายไฟฟ้าเป็นตัวนำไฟฟ้า ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างแหล่งกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าด้วยกัน เครื่องใช้ไฟฟ้ามีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอื่น

#### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1.ความสามารถในการสื่อสาร
  - การอธิบาย การเขียน การพูดหน้าชั้นเรียน
- 2.ความสามารถในการคิด
  - การสังเกต การคิดวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การจำแนกประเภท การจัดจำแนก การจัดระบบความคิดเป็นแผนภาพ การสร้างคำอธิบาย การอภิปราย การสื่อ

ความหมาย

การทำกิจกรรมการทดลองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### 3.ความสามารถในการแก้ปัญหา

- การแก้ปัญหาขณะปฏิบัติกิจกรรม

### 4.ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

- กระบวนการกลุ่ม

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตวิทยาศาสตร์

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด

#### ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1.นักเรียนสังเกตสายไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า และถ่านไฟฉาย แล้วร่วมกันตั้งประเด็นปัญหา เพื่อเกิดความสงสัยและต้องการหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย โดยร่วมกันตอบคำถามสำคัญกระตุ้นความคิด ดังนี้

- วงจรไฟฟ้าคืออะไร

(วงจรไฟฟ้า คือ การต่อสายไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เกิดเส้นทางการไหลของกระแสไฟฟ้า)

- ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้ามีอะไรบ้าง

(ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้าประกอบด้วยแหล่งพลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า และสายไฟฟ้า)

- นักเรียนจะอย่างไรให้หลอดไฟฟ้าสว่าง

(ตัวอย่างคำตอบ เมื่อต่อถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้าให้ครบวงจร ทำให้มีกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า ทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างได้)

#### ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1.นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน คละเพศ และคละนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน (หรือจะแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการต่าง ๆ เพิ่มเติมได้) โดยแต่ละกลุ่มร่วมกันอย่างรวมพลังศึกษา เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย โดยใช้แผนผังความคิดสรุปความรู้ที่รวบรวมมาภายในกลุ่ม

2.ครูให้นักเรียนดูไฟฉาย แล้วถามคำถามนักเรียนดังนี้

- ส่วนประกอบของไฟฉายมีอะไรบ้าง (แนวคำตอบ หลอดไฟฟ้า ถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และสวิตช์)

- ถ้าต้องการให้ไฟฉายทำงานต้องทำอะไร (แนวคำตอบ ใส่ถ่านไฟฉายและเปิดสวิตช์)

3.นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

4.ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามที่นักเรียนสงสัยจากการทำภาระงานอย่างน้อยคนละ 1 คำถาม ซึ่งครูให้นักเรียนเตรียมมาล่วงหน้า และให้นักเรียนช่วยกันตอบและแสดงความคิดเห็น

### ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

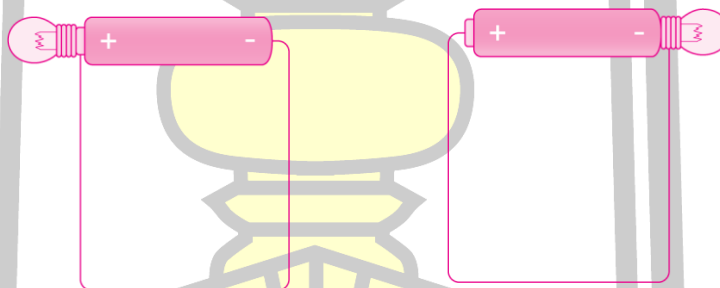
1.นักเรียนกลุ่มเดิม ตรวจสอบความพร้อมของสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สำหรับการปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

2.นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นก่อนทำกิจกรรม โดยร่วมกันตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม ดังนี้

- คำถามสำคัญในการทำกิจกรรมคืออะไร  
(ส่วนประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้ามีอะไรบ้าง)
- การทดลองนี้จัดอะไรให้แตกต่างกัน  
(การต่อสายไฟฟ้าเข้ากับขั้วหลอดไฟฟ้า)
- นักเรียนคิดว่าจะต่อถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้า เพื่อทำหลอดไฟฟ้า

สว่างได้อย่างไร เขียนภาพแสดงการต่ออุปกรณ์ดังกล่าวในรูปแบบต่าง ๆ ให้มากที่สุด ก่อนทำการทดลองจริง

(ยอมรับคำตอบของนักเรียน ตัวอย่างคำตอบ)



### ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1.นักเรียนภายในกลุ่มช่วยกันระดมความคิดและร่วมกันอย่างรวมพลังลงมือทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดในใบงาน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

2.นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอย่างรวมพลังวางแผน ออกแบบ และเขียนแผนภาพโดยใช้สัญลักษณ์แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายที่ถุกวิธี วงจรปิด และวงจรเปิด การต่อวงจรไฟฟ้าที่กำหนดให้จัดทำเป็นชิ้นงาน

### ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

1.แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม และบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงาน หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมและบันทึกผลการทำกิจกรรมในใบงานแล้ว ให้สรุปความรู้ เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย เป็นแผนผังความคิด

2.ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบ ๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

3.นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม โดยร่วมกันตอบคำถามหลังทำกิจกรรม ดังนี้

- องค์ประกอบพื้นฐานของวงจรไฟฟ้ามีอะไรบ้าง  
(ถ่านไฟฉายหรือแหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า)
- การต่อสายไฟฟ้าส่งผลต่อวงจรไฟฟ้าอย่างไร  
(ถ้าสายไฟฟ้าไม่เชื่อมโยงกัน จะทำให้หลอดไฟฟ้าไม่สว่าง เพราะสายไฟฟ้าเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า)

#### ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา

1.ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนในรูปแบบแผนผังความคิด การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายที่ถุกวิธี วงจรปิด และวงจรเปิด และสิ่งประดิษฐ์วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน

2.ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

3.นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

4.นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสิ่งที่เข้าใจเป็นความรู้ร่วมกันเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายว่า

วงจรไฟฟ้าประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้าหรือถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือหลอดไฟฟ้า

เมื่อเชื่อมต่อทั้ง 3 ส่วนด้วยสายไฟฟ้า หรือวัสดุที่นำไฟฟ้าได้ จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงาน หลอดไฟฟ้าสว่าง

#### สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. อุปกรณ์การทำกิจกรรม เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
3. ใบงาน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
4. ใบกิจกรรม เรื่อง ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย
5. แหล่งการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

### กิจกรรม ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

#### วัสดุอุปกรณ์

- |                              |   |      |
|------------------------------|---|------|
| 1.หลอดไฟฟ้า                  | 1 | หลอด |
| 2.สายไฟฟ้า พร้อมปากจระเข้    | 2 | ชุด  |
| 3.ถ่านไฟฉาย พร้อมกระเบาะถ่าน | 1 | ชุด  |

#### วิธีทำ

- 1.แบ่งกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันหาวิธีการต่อถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้า ให้หลอดไฟฟ้าสว่าง อาจใช้เทปขาวช่วยเมื่อต้องการยึดวัตถุเข้าไว้ด้วยกัน แล้วเขียนแผนภาพแสดงการต่ออุปกรณ์ดังกล่าว ที่คิดว่าจะทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างหลายวิธี
- 2.แต่ละกลุ่ม ทดลองต่ออุปกรณ์ตามภาพที่เขียนไว้ในข้อ 1 แล้วบันทึกผล
- 3.แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลอง

#### คำถามก่อนทำ

1. คำถามสำคัญในการทดลองคืออะไร  
(วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยอะไรบ้าง)
2. นักเรียนคิดว่าจะต่อถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้า เพื่อให้หลอดไฟฟ้าสว่างได้อย่างไร เขียนแผนภาพแสดงการต่ออุปกรณ์ดังกล่าวในรูปแบบต่าง ๆ ให้มากที่สุด ก่อนทำการทดลองจริง

#### บันทึกผลการทำกิจกรรม



ตาราง แผนภาพการต่อถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้า

| หลอดไฟฟ้าสว่าง         | หลอดไฟฟ้าไม่สว่าง |
|------------------------|-------------------|
| <p>พูน ปณ จิต ชีเว</p> |                   |



### คำถามหลังทำกิจกรรม

เขียนเครื่องหมาย ✓ ใน ☐ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และตอบคำถาม

1. เมื่อต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน (ถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้า) หลอดไฟฟ้า มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

☐ มีการเปลี่ยนแปลง โดย (หลอดไฟฟ้าจะสว่าง)

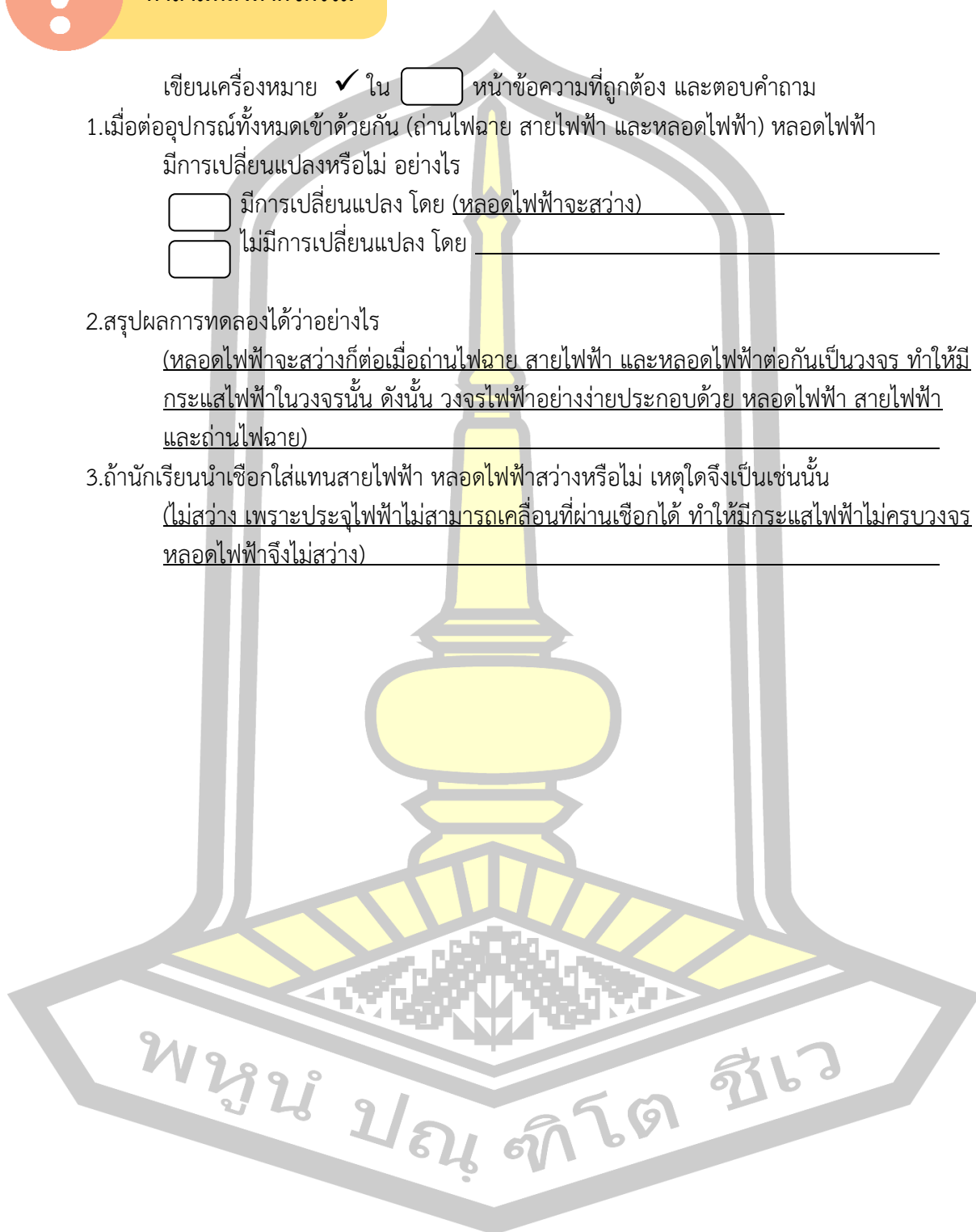
☐ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดย \_\_\_\_\_

2. สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

(หลอดไฟฟ้าจะสว่างก็ต่อเมื่อถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้าต่อกันเป็นวงจร ทำให้มี กระแสไฟฟ้าในวงจรนั้น ดังนั้น วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วย หลอดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และถ่านไฟฉาย)

3. ถ้านักเรียนนำเชือกใส่แทนสายไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าสว่างหรือไม่ เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

(ไม่สว่าง เพราะประจุไฟฟ้าไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านเชือกได้ ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไม่ครบวงจร หลอดไฟฟ้าจึงไม่สว่าง)







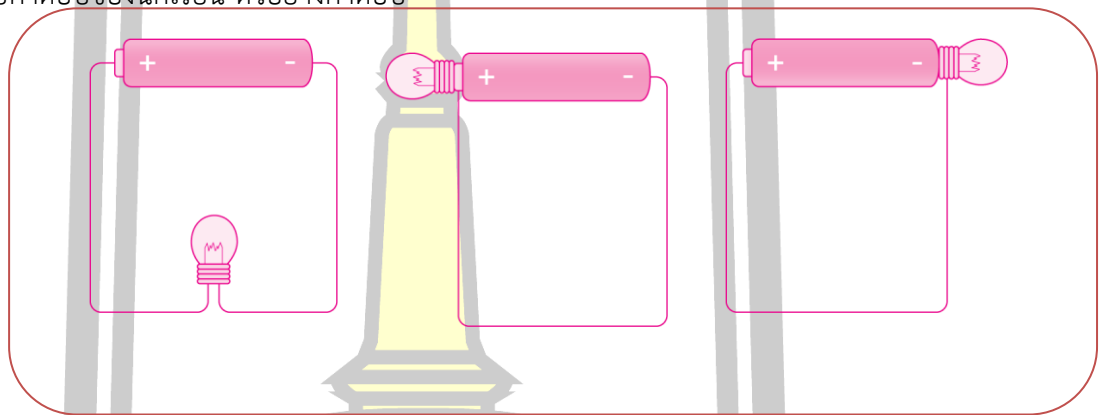
### คำถามก่อนทำกิจกรรม

1.คำถามสำคัญในการทดลองคืออะไร

(วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วยอะไรบ้าง)

2.นักเรียนคิดว่าจะต่อถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้า เพื่อให้หลอดไฟฟ้าสว่างได้อย่างไร

เขียนแผนภาพแสดงการต่ออุปกรณ์ดังกล่าวในรูปแบบต่าง ๆ ให้มากที่สุด ก่อนทำการทดลองจริง  
(ยอมรับคำตอบของนักเรียน ตัวอย่างคำตอบ



### บันทึกผลการทำกิจกรรม



ตาราง แผนภาพการต่อถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้า

| หลอดไฟฟ้าสว่าง | หลอดไฟฟ้าไม่สว่าง |
|----------------|-------------------|
|                |                   |

พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์



### คำถามหลังทำกิจกรรม

เขียนเครื่องหมาย ✓ ใน ☐ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และตอบคำถาม

1. เมื่อต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน (ถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้า) หลอดไฟฟ้า มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร



มีการเปลี่ยนแปลง โดย (หลอดไฟฟ้าจะสว่าง)



ไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดย

2. สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

(หลอดไฟฟ้าจะสว่างก็ต่อเมื่อถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า และหลอดไฟฟ้าต่อกันเป็นวงจร

ทำให้มีกระแสไฟฟ้าในวงจร ดังนั้น วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบด้วย หลอดไฟฟ้า สายไฟฟ้า และถ่านไฟฉาย)

3. ถ้านักเรียนนำเชือกใส่แทนสายไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าสว่างหรือไม่ เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

(ไม่สว่าง เพราะประจุไฟฟ้าไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านเชือกได้ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลไม่ครบ วงจรหลอดไฟฟ้าจึงไม่สว่าง)

### การประเมินผลวัดผล

1. ประเมินความรู้ เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย (K) ด้วยแบบทดสอบ
2. ประเมินการปฏิบัติการทำกิจกรรมการทดลอง (P) ด้วยแบบประเมิน
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน (A) ด้วยแบบ

ประเมิน

### แบบประเมินตามสภาพจริง Rubric

#### แบบประเมินการปฏิบัติการทำกิจกรรมการทดลอง

| รายการการประเมิน                      | ระดับคุณภาพ                                                                                      |                                                                                  |                                                                                  |                                                                                  |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | 4                                                                                                | 3                                                                                | 2                                                                                | 1                                                                                |
| 1. การทำกิจกรรมการทดลองตามแผนที่กำหนด | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องด้วยตนเอง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วยตนเอง มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยมีครูหรือผู้อื่นเป็นผู้แนะนำ | ทำกิจกรรมการทดลองไม่ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข |
| 2. การใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ    | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำ                                                              | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำ                                              | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำ                                              | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำ                                              |

|                                                       | กิจกรรมการทดลอง<br>ได้อย่างถูกต้องตาม<br>หลักการปฏิบัติ<br>และคล่องแคล่ว                                                                                                             | กิจกรรมการทดลอง<br>ได้อย่างถูกต้องตาม<br>หลักการปฏิบัติ<br>แต่ไม่คล่องแคล่ว                                                                           | กิจกรรมการทดลอง<br>ได้อย่างถูกต้อง โดยมี<br>ครูหรือผู้อื่นเป็นผู้<br>แนะนำ                                                                         | กิจกรรมการทดลอง<br>ไม่ถูกต้องและไม่มี<br>ความคล่องแคล่ว<br>ในการใช้                                                  |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. การบันทึกผล<br>การทำกิจกรรม<br>การทดลอง            | บันทึกผลเป็นระยะ<br>อย่างถูกต้อง มี<br>ระเบียบมีการระบุ<br>หน่วย มีการ อธิบาย<br>ข้อมูลให้เห็นความ<br>เชื่อมโยงเป็นภาพรวม<br>เป็นเหตุเป็นผล และ<br>เป็นไปตามการทำ<br>กิจกรรมการทดลอง | บันทึกผลเป็นระยะ<br>อย่างถูกต้อง มี<br>ระเบียบมีการระบุ<br>หน่วย มีการอธิบาย<br>ข้อมูลให้เห็นถึง<br>ความสัมพันธ์เป็นไป<br>ตามการทำกิจกรรม<br>การทดลอง | บันทึกผลเป็นระยะ<br>แต่ไม่เป็นระเบียบ<br>ไม่มีการระบุหน่วย<br>และไม่มีการอธิบาย<br>ข้อมูลให้เห็นถึง<br>ความสัมพันธ์ของการ<br>ทำกิจกรรมการ<br>ทดลอง | บันทึกผลไม่ครบ<br>ไม่มีการระบุหน่วย<br>และไม่เป็นไปตาม<br>การทำกิจกรรม<br>การทดลอง                                   |
| 4. การจัดกระทำ<br>ข้อมูลและการ<br>นำเสนอ              | จัดกระทำข้อมูล<br>อย่างเป็นระบบ<br>มีการเชื่อมโยงให้เห็น<br>เป็นภาพรวม และ<br>นำเสนอด้วยแบบต่าง<br>ๆ อย่างชัดเจนถูกต้อง                                                              | จัดกระทำข้อมูล<br>อย่างเป็นระบบ มี<br>การจำแนกข้อมูลให้<br>เห็นความสัมพันธ์<br>นำเสนอด้วยแบบต่าง<br>ๆ ได้แต่ยังไม่ชัดเจน                              | จัดกระทำข้อมูล<br>อย่างเป็นระบบมีการ<br>ยกตัวอย่างเพิ่มเติม<br>ให้เข้าใจง่าย และ<br>นำเสนอด้วยแบบต่าง<br>ๆ แต่ยังไม่ชัดเจน<br>และไม่ถูกต้อง        | จัดกระทำข้อมูลอย่าง<br>ไม่เป็นระบบ และมี<br>การนำเสนอไม่สื่อ<br>ความหมายและไม่<br>ชัดเจน                             |
| 5. การสรุปผล<br>การทำกิจกรรม<br>การทดลอง              | สรุปผลการทำ<br>กิจกรรมการทดลอง<br>ได้อย่างถูกต้อง<br>กระชับ ชัดเจน และ<br>ครอบคลุมข้อมูลจาก<br>การวิเคราะห์ทั้งหมด                                                                   | สรุปผลการทำ<br>กิจกรรมการทดลอง<br>ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่<br>ครอบคลุมข้อมูล<br>จากการวิเคราะห์<br>ทั้งหมด                                                | สรุปผลการทำ<br>กิจกรรมการทดลอง<br>ได้ โดยมีครูหรือผู้อื่น<br>แนะนำบ้าง จึงสามารถ<br>สรุปได้ถูกต้อง                                                 | สรุปผลการทำ<br>กิจกรรมการทดลอง<br>ตามความรู้ที่พอมีอยู่<br>โดยไม่ใช้ข้อมูลจาก<br>การทำกิจกรรมการ<br>ทดลอง            |
| 6. การดูแลและ<br>การเก็บอุปกรณ์<br>และ/หรือเครื่องมือ | ดูแลอุปกรณ์และ/<br>หรือเครื่องมือในการ<br>ทำกิจกรรมการ<br>ทดลองและมีการทำ<br>ความสะอาดและเก็บ<br>อย่างถูกต้องตาม<br>หลักการ และแนะนำ<br>ให้ผู้อื่นดูแลและเก็บ<br>รักษาได้ถูกต้อง     | ดูแลอุปกรณ์และ/<br>หรือเครื่องมือในการ<br>ทำกิจกรรมการ<br>ทดลองและมีการทำ<br>ความสะอาดอย่าง<br>ถูกต้อง แต่เก็บ<br>ไม่ถูกต้อง                          | ดูแลอุปกรณ์และ/<br>หรือเครื่องมือในการ<br>ทำกิจกรรมการ<br>ทดลองมีการทำความ<br>สะอาดแต่เก็บไม่<br>ถูกต้องต้องให้ครูหรือ<br>ผู้อื่นแนะนำ             | ไม่ดูแลอุปกรณ์และ/<br>หรือเครื่องมือในการ<br>ทำกิจกรรมการ<br>ทดลองและไม่สนใจ<br>ทำความสะอาด<br>รวมทั้งเก็บไม่ถูกต้อง |

บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

บันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

.....

.....

.....

ด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

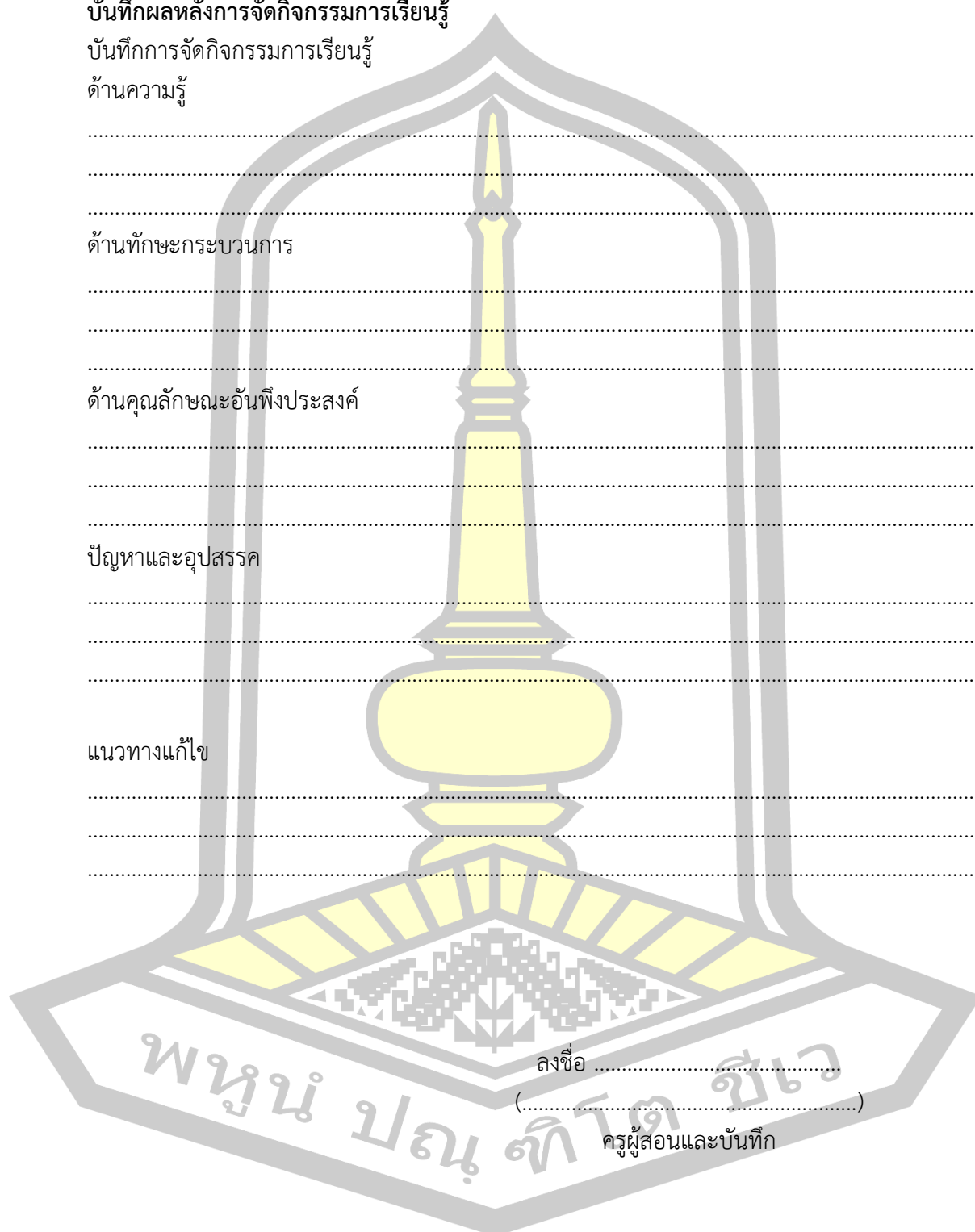
.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....



## แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า

วันที่สอน วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เวลา 12 ชั่วโมง

เวลา 2 ชั่วโมง

ปีการศึกษา 2567

## มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการแผ่รังสีที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## ตัวชี้วัด

ว 2.3 ป.6/3 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

ว 2.3 ป.6/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม โดยบอกประโยชน์

## จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.อธิบายวิธีการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ (K)
- 2.ปฏิบัติกิจกรรม การต่อเซลล์ไฟฟ้า อย่างรวมพลัง ด้วยความมุ่งมั่นและตั้งใจได้ (P)
- 3.ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับวิธีการต่อเซลล์ไฟฟ้ามากกว่าหนึ่งเซลล์ที่ทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างและวิธีการที่ทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างมากขึ้นได้ (P)
- 4.สรุปผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นได้ (P)
- 5.นำความรู้เกี่ยวกับการต่อเซลล์ไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ได้ (A)
- 6.มีความมุ่งมั่นและตั้งใจ (A)

## สาระการเรียนรู้

เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์มาเรียงต่อกัน โดยให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งต่อกับขั้วลบของอีกเซลล์หนึ่งเป็นการต่อแบบอนุกรม ทำให้มีพลังงานไฟฟ้าเหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าในไฟฉาย

## สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1.ความสามารถในการสื่อสาร
  - การอธิบาย การเขียน การพูดหน้าชั้นเรียน
- 2.ความสามารถในการคิด
  - การสังเกต การคิดวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การจำแนกประเภท การจัดจำแนก การจัดระบบความคิดเป็นแผนภาพ การสร้างคำอธิบาย การอภิปราย การสื่อความหมาย การทำกิจกรรมการทดลองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3.ความสามารถในการแก้ปัญหา

- การแก้ปัญหาขณะปฏิบัติกิจกรรม
- 4.ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- กระบวนการกลุ่ม

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตวิทยาศาสตร์

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด

#### ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

- 1.นักเรียนสังเกตกระบอกไฟฉาย จากนั้นร่วมกันตั้งประเด็นปัญหาเพื่อนักเรียนเกิดความสงสัยและต้องการหาคำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยร่วมกันตอบคำถาม ดังนี้
  - ถ้าต้องการให้หลอดไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าสว่างมากขึ้น จะต้องวงจรไฟฟ้าอย่างไร (ตัวอย่างคำตอบ เพิ่มจำนวนเซลล์ไฟฟ้าหรือถ่านไฟฉาย แล้วต่อเซลล์ไฟฟ้าหรือถ่านไฟฉายแบบอนุกรม จะเพิ่มกระแสไฟฟ้า ทำให้หลอดไฟฟ้าในวงจรสว่างมากขึ้น)
  - การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าแบบใดที่หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างมากที่สุด (การต่อเซลล์ไฟฟ้า 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า)
- 2.นักเรียนร่วมกันคาดคะเนคำตอบของคำถามข้างต้น

#### ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

- 1.ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้า จากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย กระแสไฟฟ้าจะไหลในทิศทางเดียว คือ ออกจากขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า และไหลกลับเข้าเซลล์ไฟฟ้าทางขั้วลบ จึงถือว่ากระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร
- 2.ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามที่นักเรียนสงสัยจากการทำภาระงานอย่างน้อย คนละ 1 คำถาม ซึ่งครูให้นักเรียนเตรียมมาล่วงหน้า และให้นักเรียนช่วยกันตอบและแสดงความคิดเห็น

#### ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

- 1.ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5-6 คน ปฏิบัติกิจกรรม ทดลองการต่อเซลล์ไฟฟ้า ตามขั้นตอน ดังนี้
  - ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา
    - จำนวนเซลล์ไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความสว่างของหลอดไฟฟ้าหรือไม่
  - ขั้นที่ 2 ตั้งสมมุติฐาน
    - เมื่อต่อจำนวนเซลล์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหลอดไฟฟ้าจะสว่างมากขึ้น
  - ขั้นที่ 3 ทดลอง



– นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอย่างรวมพลังศึกษาวิธีการทำกิจกรรม เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าในใบงาน

#### ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

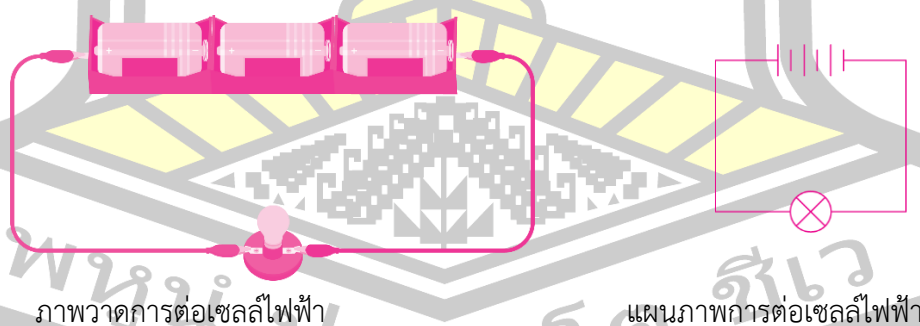
1.นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นก่อนทำกิจกรรม โดยร่วมกันตอบคำถาม ก่อนทำกิจกรรม ดังนี้

- คำถามสำคัญในการทดลองคืออะไร  
(ถ้าต้องการให้หลอดไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าสว่างมากขึ้น จะต้องวงจรไฟฟ้าอย่างไร)
- การทดลองนี้ควบคุมอะไรให้เหมือนกัน  
(จำนวนหลอดไฟฟ้า รูปแบบการต่อวงจรไฟฟ้า)
- การทดลองนี้จัดอะไรให้แตกต่างกัน  
(จำนวนถ่านไฟฉาย)
- การทดลองนี้ต้องติดตามสังเกตอะไร  
(ความสว่างของหลอดไฟฟ้า)
- การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างไร หลอดไฟฟ้าจึงจะสว่าง  
(ตัวอย่างคำตอบ ต่อสายไฟฟ้า แหล่งพลังงานไฟฟ้า (ถ่านไฟฉาย) และหลอดไฟฟ้า ให้ครบวงจร)

#### ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

1.นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม โดยร่วมกันตอบคำถามหลังทำกิจกรรม ดังนี้

- วาดภาพและแผนภาพการต่อเซลล์ไฟฟ้าได้อย่างไร  
(ตัวอย่างคำตอบ



- จำนวนเซลล์ไฟฟ้าที่ต่อแบบอนุกรมในวงจรไฟฟ้า ส่งผลต่อความสว่างของหลอดไฟฟ้าหรือไม่ อย่างไร

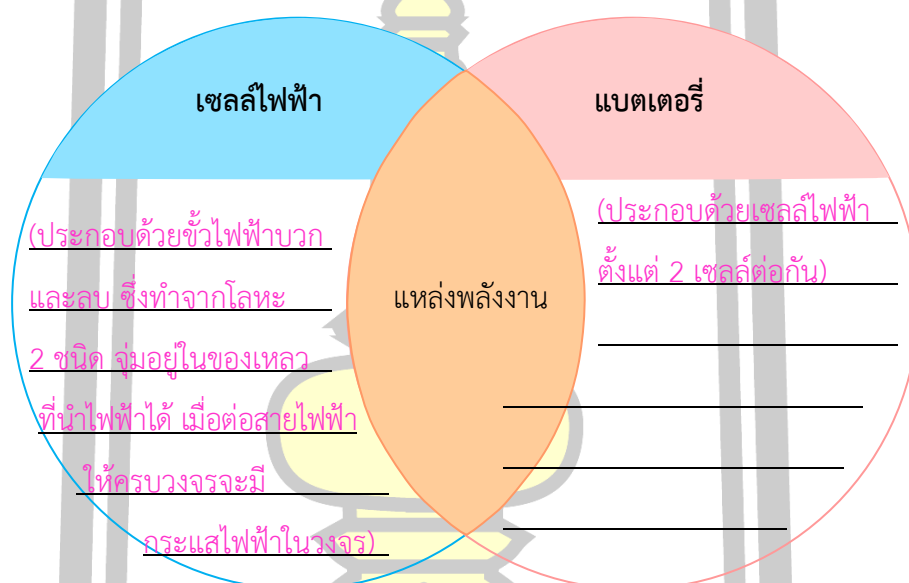
(ส่งผลต่อวงจรไฟฟ้า คือ ยิ่งจำนวนเซลล์ไฟฟ้ามาก หลอดไฟฟ้ายิ่งสว่าง)

- การต่อเซลล์ไฟฟ้าสลับขั้วกัน ส่งผลต่อวงจรไฟฟ้าหรือไม่ อย่างไร

(ส่งผลต่อวงจรไฟฟ้า คือ กระแสไฟฟ้าไหลไม่ครบวงจร หลอดไฟฟ้าไม่สว่าง)

- สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร  
(การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ส่งผลให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้าเพิ่มขึ้น  
หลอดไฟฟ้าสว่างมากขึ้น)
- นักเรียนจะนำการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้  
อย่างไร  
(ตัวอย่างคำตอบ ใช้เพิ่มพลังงานไฟฟ้าแก่เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น กระบอกไฟฉายที่  
ต้องการ  
ความสว่างมาก ต้องต่อถ่านไฟฉายแบบอนุกรมโดยใช้จำนวนถ่านไฟฉายมากขึ้น)
- 2.แต่ละกลุ่มช่วยกันสรุป เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ต่างกันอย่างไร เขียนในแบบ  
แผนภาพความคิด

(ตัวอย่างแผนภาพความคิด)



#### ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา

- 1.ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนในรูปแบบแผนผังความคิด เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
- 2.ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น
  - การเรียงถ่านไฟฉาย 2 ก้อนในวงจรไฟฟ้ามีผลต่อความสว่างของหลอดไฟฟ้าหรือไม่ ลักษณะใด (แนวคำตอบ มีผลต่อความสว่างของหลอดไฟฟ้า โดยการเรียงถ่านไฟฉายที่ถูกต้อง คือ ต่อขั้วบวกของถ่านไฟฉายก้อนหนึ่งเข้ากับขั้วลบของถ่านไฟฉายอีกก้อนหนึ่ง จึงทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างได้)
  - ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในตอนที่ 2 คืออะไร (แนวคำตอบ ตัวแปรต้น คือ จำนวนถ่านไฟฉาย ตัวแปรตาม คือ ความสว่างของหลอดไฟฟ้า และตัวแปรควบคุม คือ ลักษณะการต่อถ่านไฟฉายแบบเดิม ถ่านไฟฉายแต่ละก้อนมีขนาดเท่ากัน และหลอดไฟฟ้าหลอดเดียวกัน)

– ผลการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐานหรือไม่ ลักษณะใด (แนวคำตอบ ผลการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐาน คือ เมื่อต่อจำนวนเซลล์ไฟฟ้ามากขึ้น หลอดไฟฟ้าจะสว่างมากขึ้น)

3.ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า การต่อเซลล์ไฟฟ้าควรเรียงให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งต่อกับขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้าอีกเซลล์หนึ่ง และถ้าต้องการเพิ่มพลังงานไฟฟ้าให้กับวงจรไฟฟ้าต้องเพิ่มจำนวนเซลล์ไฟฟ้า

### สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. อุปกรณ์ เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้า
3. ใบงานที่ 15 เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้า
4. ใบกิจกรรม เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า
5. แหล่งการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน



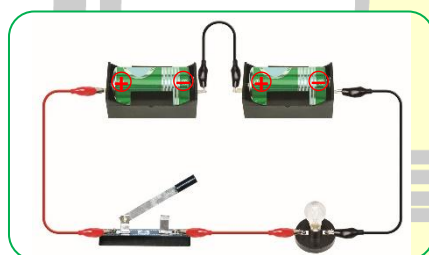
## กิจกรรม การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า

### วัสดุอุปกรณ์

|                              |   |      |
|------------------------------|---|------|
| 1. ถ่านไฟฉายพร้อมกระเบาะถ่าน | 2 | ชุด  |
| 2. หลอดไฟฟ้า                 | 1 | หลอด |
| 3. สวิตช์                    | 1 | ตัว  |
| 4. สายไฟฟ้า พร้อมปากจระเข้   | 7 | ชุด  |

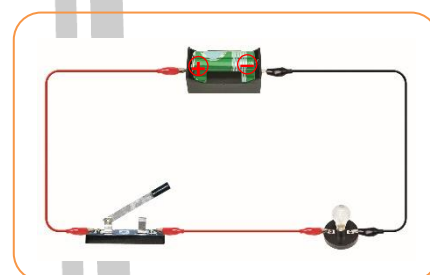
### วิธีทำ

1. แบ่งกลุ่ม แต่ละกลุ่มร่วมกันต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน กับสวิตช์และหลอดไฟฟ้าให้ครบวงจร กดสวิตช์ เพื่อให้วงจรปิด สังเกตความสว่างของหลอดไฟฟ้า แล้วบันทึกผล



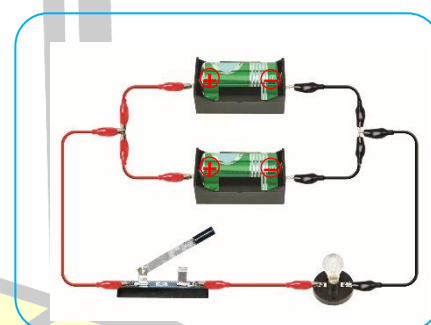
การต่อถ่านไฟฉายแบบ 1 ก้อน  
เรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า

3. แต่ละกลุ่มทำการทดลองซ้ำข้อ 2 แต่เปลี่ยนจากถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกัน เป็นถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกัน



การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อนในวงจรไฟฟ้า

2. แต่ละกลุ่ม ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 แต่เปลี่ยนจากถ่านไฟฉาย 1 ก้อน เป็นถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกัน



การต่อถ่านไฟฉายแบบ 2 ก้อน  
วางขนานกันในวงจรไฟฟ้า

พูน ปณ จิโต ชีเว

### คำถามก่อนทำ

ตอบคำถาม และเขียนเครื่องหมาย ✓ ใน ☐ หน้าคำตอบที่ถูกต้อง

1.คำถามสำคัญในการทดลองคืออะไร

(การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าแบบใดที่หลอดไฟฟ้าสว่างมากที่สุด)

2.นักเรียนคิดว่าการต่อถ่านไฟฉายแบบใดในวงจรไฟฟ้าที่หลอดไฟฟ้าสว่างมากที่สุด

- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อนในวงจรไฟฟ้า
- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า
- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกันในวงจรไฟฟ้า

### บันทึกผลการทำกิจกรรม



ตาราง ผลการเปลี่ยนแปลงความสว่างของหลอดไฟฟ้า เมื่อต่อถ่านไฟฉายแบบต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า

| การต่อถ่านไฟฉายในวงจรไฟฟ้า           | ความสว่างของหลอดไฟฟ้า |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 1. การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน            |                       |
| 2. การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกัน |                       |
| 3. การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกัน  |                       |



### คำถามหลังทำกิจกรรม

เขียนเครื่องหมาย ✓ ใน ☐ หน้าคำตอบที่ถูกต้อง และตอบคำถาม

1.การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน และ 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า ความสว่างของหลอดไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าจะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

☐ แตกต่างกัน โดยการต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน ความสว่างของหลอดไฟฟ้าจะน้อยกว่าการต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า

☐ ไม่แตกต่างกัน โดยการต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน ความสว่างของหลอดไฟฟ้าจะเท่ากับ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า

2.การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันและวางขนานกัน ความสว่างของหลอดไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าจะแตกต่างกันอย่างไร

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกัน ความสว่างของหลอดไฟฟ้าจะน้อยกว่าการต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกัน

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกัน ความสว่างของหลอดไฟฟ้าจะมากกว่าการต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกัน

3.การต่อถ่านไฟฉายในวงจรไฟฟ้าแบบใดที่หลอดไฟฟ้าจะให้ความสว่างมากที่สุด

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อนในวงจรไฟฟ้า

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกันในวงจรไฟฟ้า

4.การต่อถ่านไฟฉายในวงจรไฟฟ้าแบบใดที่หลอดไฟฟ้าจะให้ความสว่างเท่ากัน

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน กับ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกัน

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน กับ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกัน

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกัน กับ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกัน

5.การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม คือการต่อถ่านไฟฉายในวงจรไฟฟ้าแบบใด

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อนในวงจรไฟฟ้า

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกันในวงจรไฟฟ้า

6.การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน คือการต่อถ่านไฟฉายในวงจรไฟฟ้าแบบใด

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อนในวงจรไฟฟ้า

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า

☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกันในวงจรไฟฟ้า

7.สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

(การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จะทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างมากกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน)

8.เขียนแผนภาพการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานในกรอบ ☐ ให้ถูกต้อง กำหนดให้



คือ หลอดไฟฟ้า



คือ เซลล์ไฟฟ้า 1 เซลล์



คือ เซลล์ไฟฟ้า 2 เซลล์



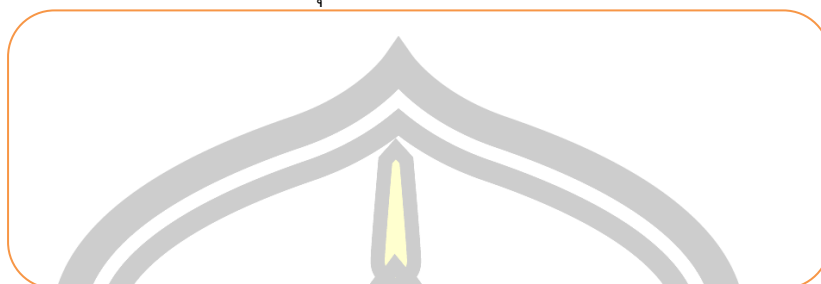
คือ สวิตช์



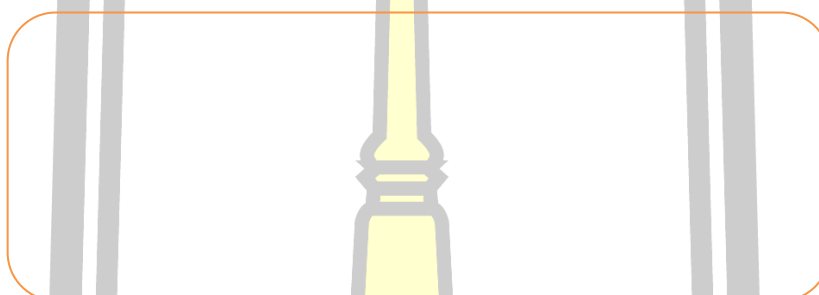
คือ สายไฟฟ้า



### 8.1 แผนภาพการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

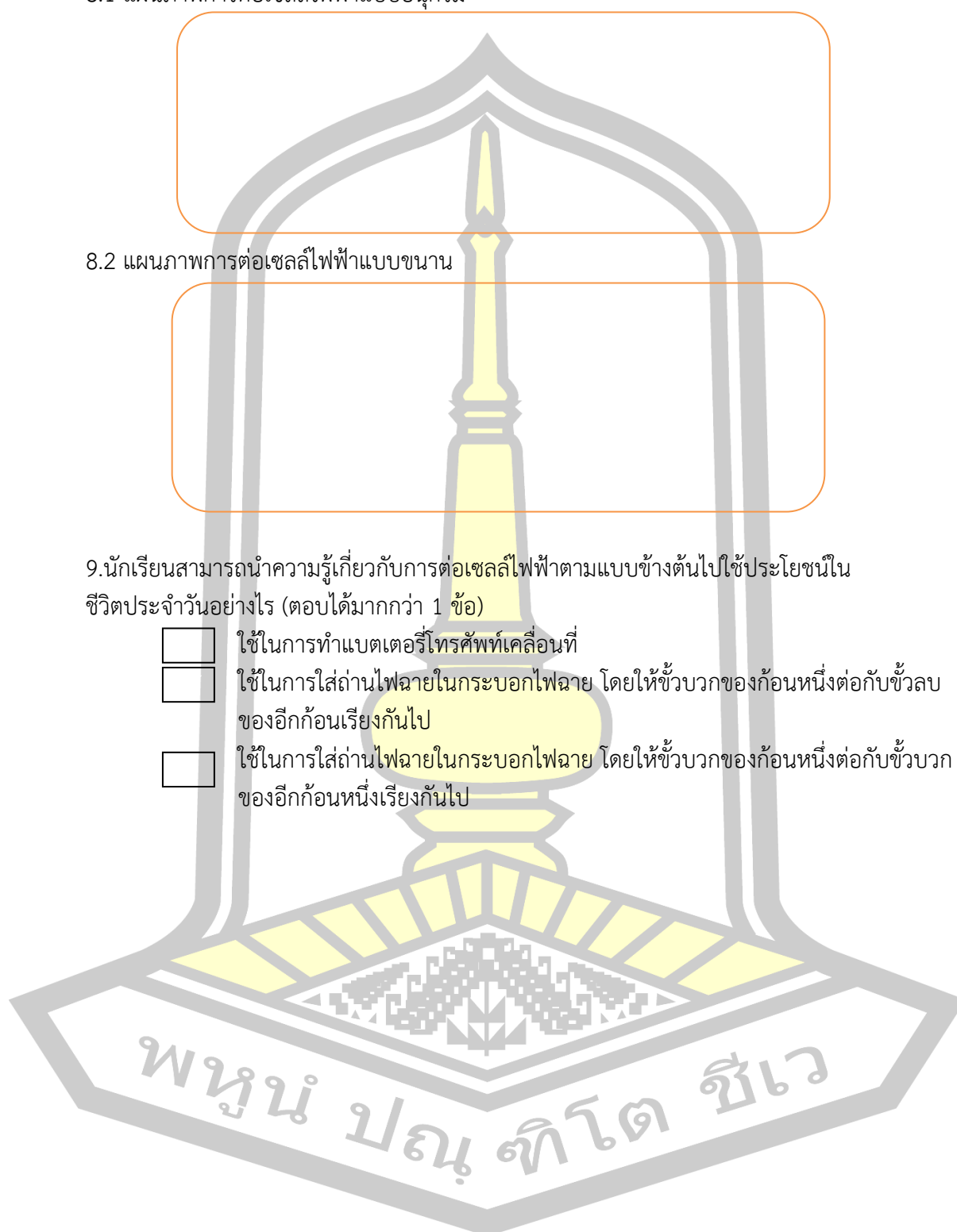


### 8.2 แผนภาพการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน



9. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการต่อเซลล์ไฟฟ้าตามแบบข้างต้นไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ ใช้ในการทำแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่
- ☐ ใช้ในการใส่ถ่านไฟฉายในกระบอกไฟฉาย โดยให้ขั้วบวกของก้อนหนึ่งต่อกับขั้วลบของอีกก้อนเรียงกันไป
- ☐ ใช้ในการใส่ถ่านไฟฉายในกระบอกไฟฉาย โดยให้ขั้วบวกของก้อนหนึ่งต่อกับขั้วบวกของอีกก้อนหนึ่งเรียงกันไป



### คำถามก่อนทำ

ตอบคำถาม และเขียนเครื่องหมาย ✓ ใน ☐ หน้าคำตอบที่ถูกต้อง

1.คำถามสำคัญในการทดลองคืออะไร

(การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าแบบใดที่หลอดไฟฟ้าสว่างมากที่สุด)

2.นักเรียนคิดว่าการต่อถ่านไฟฉายแบบใดในวงจรไฟฟ้าที่หลอดไฟฟ้าจะให้ความสว่างมากที่สุด

- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อนในวงจรไฟฟ้า
- ☒ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า
- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกันในวงจรไฟฟ้า

### บันทึกผลการทำกิจกรรม



ตาราง ผลการเปลี่ยนแปลงความสว่างของหลอดไฟฟ้า เมื่อต่อถ่านไฟฉายแบบต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า

| การต่อถ่านไฟฉายในวงจรไฟฟ้า           | ความสว่างของหลอดไฟฟ้า                              |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1. การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน            | สว่างน้อย _____                                    |
| 2. การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกัน | สว่างมาก _____                                     |
| 3. การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกัน  | สว่างน้อย ความสว่างเท่ากับการต่อถ่านไฟฉาย<br>_____ |
|                                      | 1 ก้อน ในวงจรไฟฟ้า _____                           |



### คำถามหลังทำกิจกรรม

เขียนเครื่องหมาย ✓ ใน ☐ หน้าคำตอบที่ถูกต้อง และตอบคำถาม

1.การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน และ 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า ความสว่างของหลอดไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าจะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

- ☒ แตกต่างกัน โดยการต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน ความสว่างของหลอดไฟฟ้าจะน้อยกว่า การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า
- ☐ ไม่แตกต่างกัน โดยการต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน ความสว่างของหลอดไฟฟ้าจะเท่ากับการต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า

2.การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันและวางขนานกัน ความสว่างของหลอดไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าจะแตกต่างกันอย่างไร

- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกัน ความสว่างของหลอดไฟฟ้าจะน้อยกว่าการต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกัน
- ☒ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกัน ความสว่างของหลอดไฟฟ้าจะมากกว่าการต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกัน

3.การต่อถ่านไฟฉายในวงจรไฟฟ้าแบบใดที่หลอดไฟฟ้าจะให้ความสว่างมากที่สุด

- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อนในวงจรไฟฟ้า
- ☒ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า
- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกันในวงจรไฟฟ้า

4.การต่อถ่านไฟฉายในวงจรไฟฟ้าแบบใดที่หลอดไฟฟ้าจะให้ความสว่างเท่ากัน

- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน กับการต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกัน
- ☒ การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อน กับการต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกัน
- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกัน กับการต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกัน

5.การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม คือการต่อถ่านไฟฉายในวงจรไฟฟ้าแบบใด

- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อนในวงจรไฟฟ้า
- ☒ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า
- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกันในวงจรไฟฟ้า

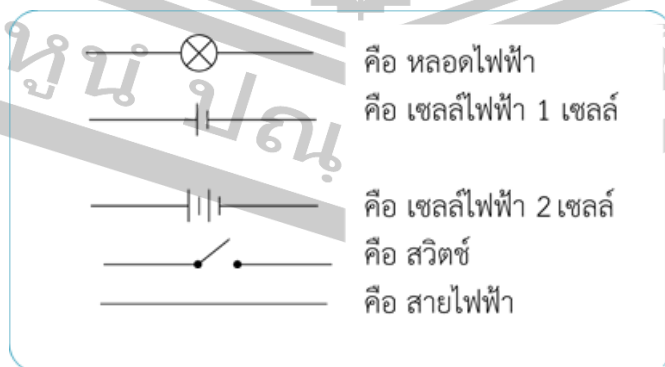
6.การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน คือการต่อถ่านไฟฉายในวงจรไฟฟ้าแบบใด

- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 1 ก้อนในวงจรไฟฟ้า
- ☐ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนเรียงต่อกันในวงจรไฟฟ้า
- ☒ การต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อนวางขนานกันในวงจรไฟฟ้า

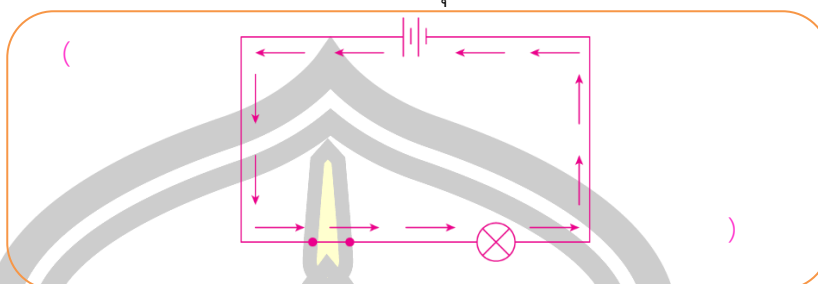
7.สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

(การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จะทำให้หลอดไฟฟ้าสว่างมากกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน)

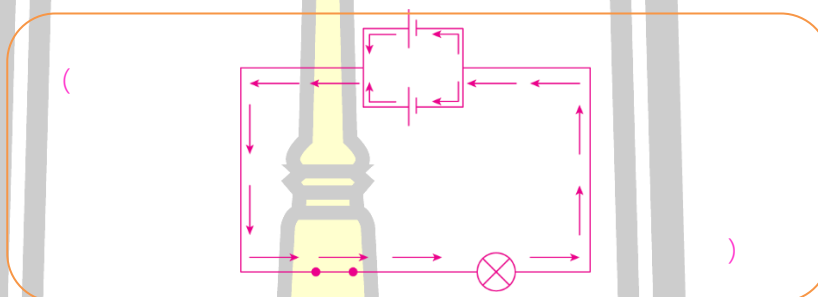
8.เขียนแผนภาพการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานในกรอบ ☐ ให้ถูกต้องกำหนดให้



## 8.1 แผนภาพการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม



## 8.2 แผนภาพการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน



9. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการต่อเซลล์ไฟฟ้าตามแบบข้างต้นไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)



ใช้ในการทำแบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่



ใช้ในการใส่ถ่านไฟฉายในกระบอกไฟฉาย โดยให้ขั้วบวกของก้อนหนึ่งต่อกับขั้วลบของอีกก้อนเรียงกันไป

## การประเมินผล

1. ประเมินความรู้ เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า (K) ด้วยแบบทดสอบ
2. ประเมินการปฏิบัติการทำกิจกรรมการทดลอง (P) ด้วยแบบประเมิน
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน (A) ด้วยแบบประเมิน

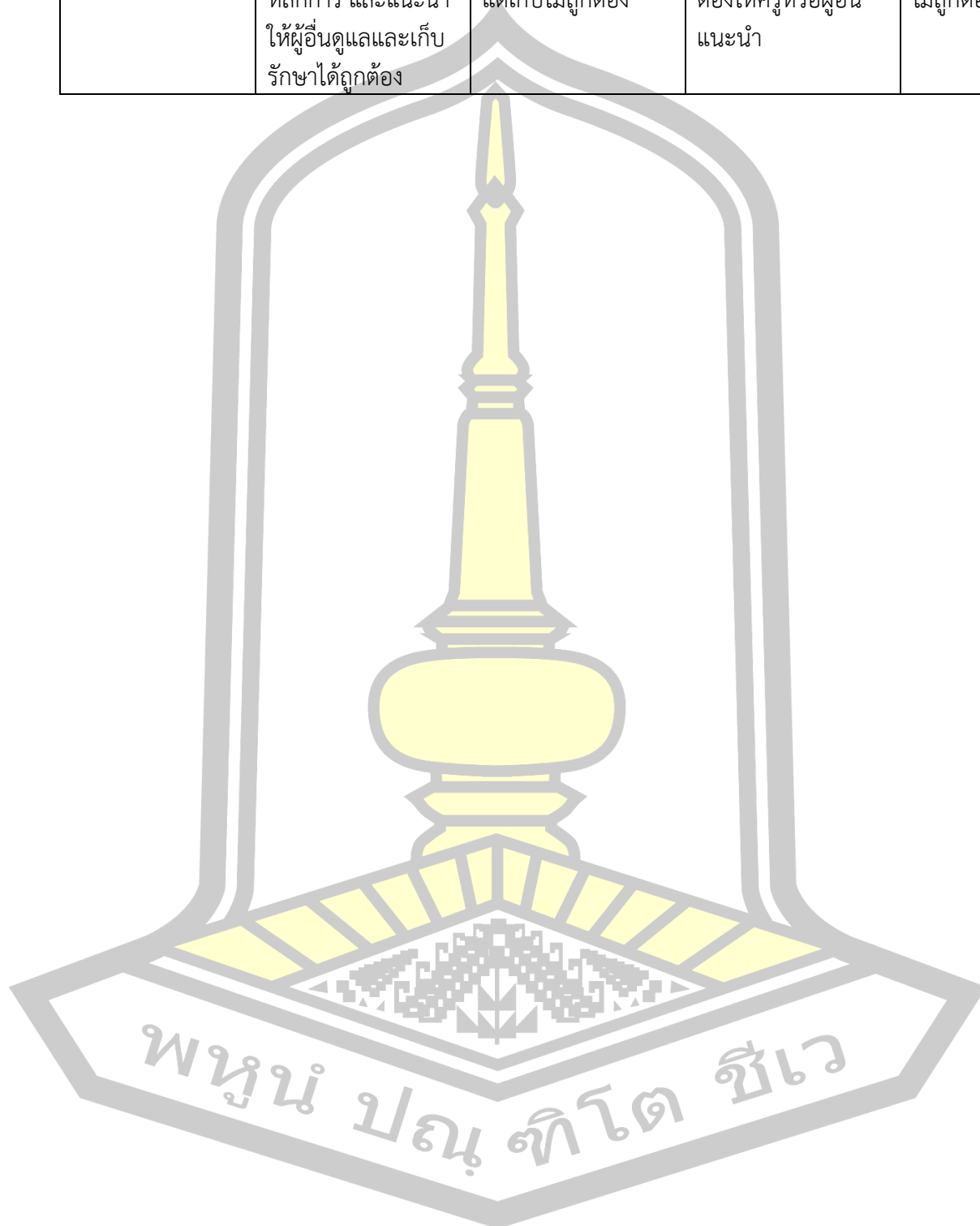
## แบบประเมินตามสภาพจริง Rubric

## แบบประเมินการปฏิบัติการทำกิจกรรมการทดลอง

| รายการการประเมิน                      | ระดับคุณภาพ                                                                         |                                                                              |                                                                             |                                                                             |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                                       | 4                                                                                   | 3                                                                            | 2                                                                           | 1                                                                           |
| 1. การทำกิจกรรมการทดลองตามแผนที่กำหนด | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องด้วยตนเอง มีการปรับปรุง | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วยตนเอง มีการปรับปรุงแก้ไข | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยมีครูหรือผู้อื่นเป็นผู้ | ทำกิจกรรมการทดลองไม่ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุง |

|                                               | แก้ไขเป็นระยะ                                                                                                                                          | บ้าง                                                                                                                      | แนะนำ                                                                                                                    | แก้ไข                                                                                 |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. การใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ            | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติและคล่องแคล่ว                                                        | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติแต่ไม่คล่องแคล่ว                        | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้อง โดยมีครูหรือผู้อื่นเป็นผู้แนะนำ                        | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองไม่ถูกต้องและไม่มีในการใช้          |
| 3. การบันทึกผลการทำกิจกรรมการทดลอง            | บันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้อง มีระเบียบมีการระบุหน่วย มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นถึงความเชื่อมโยงเป็นภาพรวมเป็นเหตุเป็นผล และเป็นไปตามการทำกิจกรรมการทดลอง | บันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้อง มีระเบียบมีการระบุหน่วย มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นถึงความสัมพันธ์เป็นไปตามการทำกิจกรรมการทดลอง | บันทึกผลเป็นระยะแต่ไม่เป็นระเบียบ ไม่มีการระบุหน่วย และไม่มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการทำกิจกรรมการทดลอง | บันทึกผลไม่ครบ ไม่มีการระบุหน่วย และไม่เป็นไปตามการทำกิจกรรมการทดลอง                  |
| 4. การจัดกระทำข้อมูลและการนำเสนอ              | จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบมีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม และนำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ อย่างชัดเจนถูกต้อง                                                   | จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจำแนกข้อมูลให้เห็นความสัมพันธ์นำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ ได้แต่ยังไม่ชัดเจน                     | จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการยกตัวอย่างเพิ่มเติมให้เข้าใจง่าย และนำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ แต่ยังไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง    | จัดกระทำข้อมูลอย่างไม่เป็นระบบ และการนำเสนอไม่สื่อความหมายและไม่ชัดเจน                |
| 5. การสรุปผลการทำกิจกรรมการทดลอง              | สรุปผลการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับชัดเจน และครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด                                                         | สรุปผลการทำกิจกรรมการทดลองได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด                                        | สรุปผลการทำกิจกรรมการทดลองได้ โดยมีครูหรือผู้อื่นแนะนำบ้าง จึงสามารถสรุปได้ถูกต้อง                                       | สรุปผลการทำกิจกรรมการทดลองตามความรู้ที่พอมีอยู่โดยไม่ใช้ข้อมูลจากการทำกิจกรรมการทดลอง |
| 6. การดูแลและการเก็บอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ | ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองและมีการทำความสะอาดและเก็บ                                                                          | ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองและมีการทำความสะอาด                                                    | ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองมีการทำความสะอาด                                                      | ไม่ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองและไม่สนใจทำความสะอาด           |

|  |                                                                             |                                        |                                                     |                                 |
|--|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | อย่างถูกต้องตาม<br>หลักการ และแนะนำ<br>ให้ผู้ดูแลและเก็บ<br>รักษาได้ถูกต้อง | สะอาดอย่างถูกต้อง<br>แต่เก็บไม่ถูกต้อง | แต่เก็บไม่ถูกต้อง<br>ต้องให้ครูหรือผู้อื่น<br>แนะนำ | สะอาด รวมทั้งเก็บ<br>ไม่ถูกต้อง |
|--|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|





บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

บันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

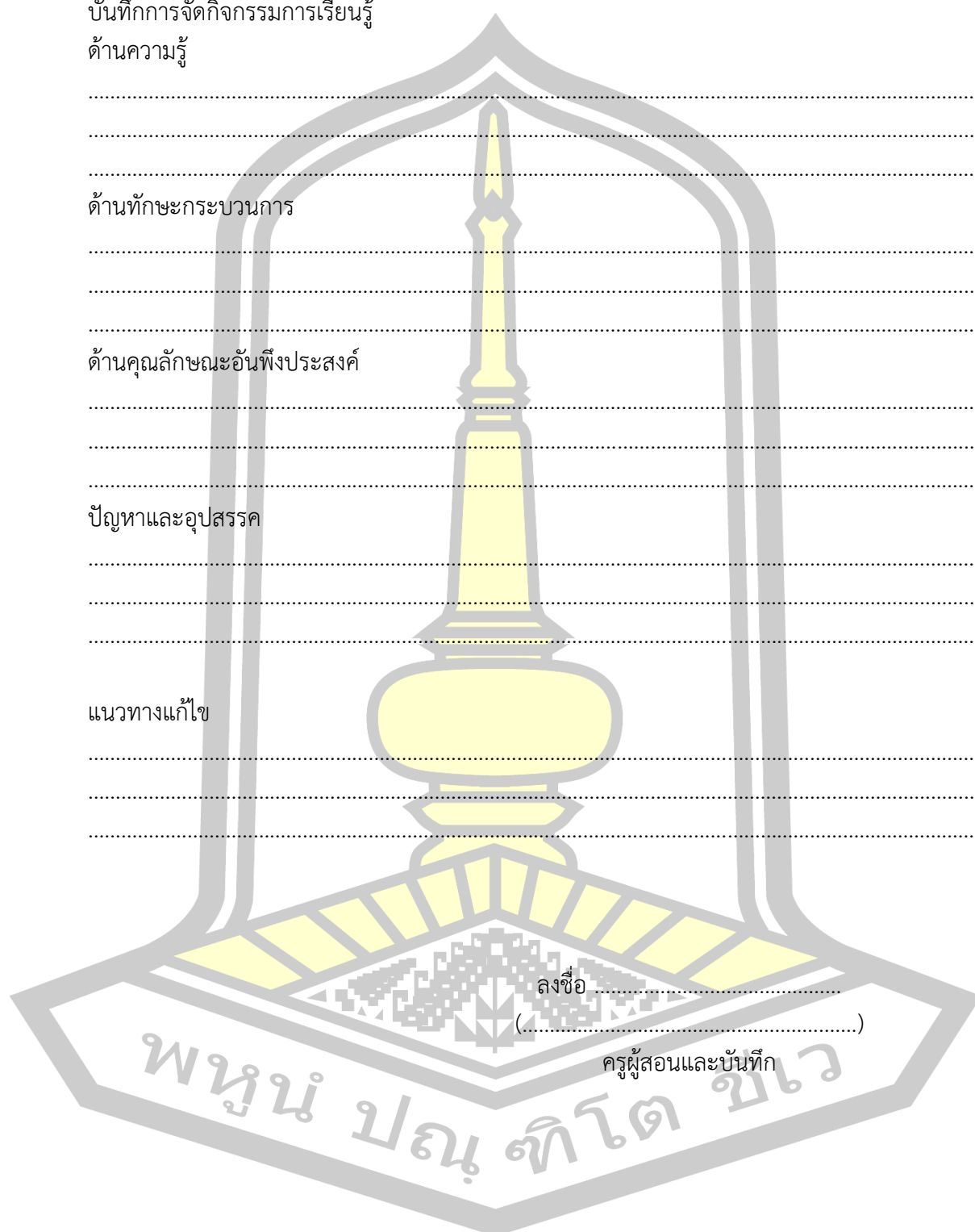
ด้านความรู้

ด้านทักษะกระบวนการ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ปัญหาและอุปสรรค

แนวทางแก้ไข



### แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม

วันที่สอน วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เวลา 12 ชั่วโมง

เวลา 2 ชั่วโมง

ปีการศึกษา 2567

#### มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### ตัวชี้วัด

ว 2.3 ป.6/3 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

ว 2.3 ป.6/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม โดยบอกประโยชน์

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.อธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ (K)
- 2.ออกแบบการทดลองและทดลองต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ (P)
- 3.นำความรู้เรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (A)

#### สาระการเรียนรู้

เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์มาต่อเรียงกัน โดยให้ขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งต่อกับขั้วลบของอีกเซลล์หนึ่งเป็นการต่อแบบอนุกรม ทำให้มีพลังงานไฟฟ้าเหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การต่อเซลล์ไฟฟ้าในไฟฉาย

#### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1.ความสามารถในการสื่อสาร
  - การอธิบาย การเขียน การพูดหน้าชั้นเรียน
2. ความสามารถในการคิด
  - การสังเกต การคิดวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การจำแนกประเภท การจัดจำแนก การจัดระบบความคิดเป็นแผนภาพ การสร้างคำอธิบาย การอภิปราย การสื่อความหมาย การทำกิจกรรมการทดลองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3.ความสามารถในการแก้ปัญหา
  - การแก้ปัญหาขณะปฏิบัติกิจกรรม
- 4.ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
  - กระบวนการกลุ่ม

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตวิทยาศาสตร์

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด

#### ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1. ทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน โดยสุ่มนักเรียนออกมา 2 คน ให้ดูบัตรภาพต่อวงจรไฟฟ้า และเขียนแผนภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายที่หน้ากระดาน
2. นักเรียนดูแผนภาพวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายที่หน้ากระดาน แล้วให้บอกว่า 2 ภาพนี้ต่างกันอย่างไร
3. นักเรียนตอบคำถามทั้งทำจากข้อโม่งที่แล้วว่า วงจรไฟฟ้าที่มีการใช้ถ่านไฟฉาย 1 ก้อนกับ 2 ก้อน หลอดไฟสว่างเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด (แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นนักเรียน)
4. นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่า หากเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉายมากขึ้นจะมีผลต่อความสว่างของหลอดไฟหรือไม่
5. ครูสนทนากับนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้ว่า เราจะหาคำตอบได้ว่า หากเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉายมากขึ้นจะมีผลต่อความสว่างของหลอดไฟหรือไม่ จากกิจกรรมต่อไปนี้

#### ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1. นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คน แล้วศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรม การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ฯ ป.6
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดอภิปรายความรู้ที่ค้นคว้าเป็นแผนผังความคิด
3. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามสำคัญกระตุ้นความคิด ดังนี้
  - ความสว่างของหลอดไฟในการต่อแบบอนุกรมและแบบขนานมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (ตัวอย่างคำตอบ ความสว่างของหลอดไฟทั้ง 2 แบบแตกต่างกัน โดยการต่อหลอดไฟแบบ 2 หลอดเรียงกัน (แบบอนุกรม) มีความสว่างน้อยกว่าการต่อหลอดไฟแบบ 2 หลอดคร่อมกัน (แบบขนาน))
4. นักเรียนร่วมกันคาดคะเนคำตอบของคำถามข้างต้น
5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามที่นักเรียนสงสัยจากการทำภาระงานอย่างน้อยคนละ 1 คำถาม ซึ่งครูให้นักเรียนเตรียมมาล่วงหน้า และให้นักเรียนช่วยกันตอบและแสดงความคิดเห็น

#### ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม โดยปฏิบัติดังนี้
  - ส่งตัวแทนกลุ่มมารับวัสดุ-อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม ดังนี้
    - หลอดไฟพร้อมฐาน 1 ชุด
    - กระดาษใส่ถ่านไฟฉาย 4 อัน

- สวิตช์ 1 อัน
- ถ่านไฟฉาย 4 ก้อน
- สายไฟฟ้าพร้อมหัวหนีบปากจระเข้ 2 เส้น

2.ร่วมกันออกแบบวิธีการทดลองในการต่อถ่านไฟฉาย 2 ก้อน ให้มีลักษณะต่อเรียงกันมา 3 ลักษณะ เพื่อให้หลอดไฟสว่างขึ้น โดยใช้อุปกรณ์ ได้แก่ หลอดไฟฟ้าพร้อมฐาน ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน สายไฟฟ้าพร้อมหัวหนีบปากจระเข้ กระเบาะใส่ถ่านไฟฉาย และสวิตช์

#### ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

- 1.วาดภาพลักษณะการต่อถ่านไฟฉายลงในแบบฝึกหัด
- 2.ช่วยกันคาดคะเนผลว่า การต่อถ่านไฟฉายในลักษณะที่ออกแบบไว้ เมื่อนำมาต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าสามารถทำให้หลอดไฟสามารถสว่างได้หรือไม่

#### ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

- 1.นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม โดยปฏิบัติ ดังนี้  
แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาจับอุปกรณ์ทำกิจกรรม การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ดังนี้
  - หลอดไฟฟ้าพร้อมฐาน 1 ชุด
  - กระเบาะใส่ถ่านไฟฉาย 4 อัน
  - สวิตช์ 1 อัน
  - ถ่านไฟฉาย 4 ก้อน
  - สายไฟฟ้าพร้อมหัวหนีบปากจระเข้ 2 เส้น
- 2.ร่วมกันระบุปัญหา แล้วตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของจำนวนถ่านไฟฉายที่เรียงต่อกันกับ ความสว่างของหลอดไฟฟ้า บันทึกผลลงในแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์ฯ ป.6
- 3.ร่วมกันออกแบบการทดลองเกี่ยวกับการต่อถ่านไฟฉายในวงจรไฟฟ้า เพื่อให้หลอดไฟสว่างมากที่สุด
- 4.ทำการทดลองตามวิธีที่ออกแบบไว้ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน จากนั้นวาดภาพการต่อถ่านไฟฉายในวงจรไฟฟ้าตามการทดลองและสังเกตความสว่างของหลอดไฟ แล้วบันทึกผล

#### ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา

- 1.ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม เป็นการนำเซลล์ไฟฟ้าหลายๆ เซลล์มาต่อเรียงกัน เพียงแถวเดียว ทำให้กระแสไฟฟ้าเดินทางไปทิศทางเดียว
- 2.ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนในรูปแบบแผนผังความคิด เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน
- 3.นักเรียนตอบคำถามว่า เพราะเหตุใด เมื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า หลอดไฟจึงสว่างเพิ่มขึ้น  
(แนวคำตอบ หลอดไฟสว่างเพิ่มขึ้นเพราะการต่อเซลล์ไฟฟ้าหลายเซลล์จะทำให้มีพลังงานในวงจรมากกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าเพียงเซลล์เดียว)
- 4.นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมว่า การเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉาย 4 ก้อน ในวงจรไฟฟ้า เป็นการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ทำให้ในวงจรไฟฟ้ามีพลังงาน

ไฟฟ้ามากขึ้นและปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟมีมากขึ้นด้วย ส่งผลทำให้หลอดไฟฟ้ามีความสว่างมาก

### สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. อุปกรณ์ เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม
3. ใบงาน เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม
4. ใบกิจกรรม เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม
5. แหล่งการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

### การประเมินผลวัดผล

1. ประเมินความรู้ เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม (K) ด้วยแบบทดสอบ
2. ประเมินการปฏิบัติการทำกิจกรรมการทดลอง (P) ด้วยแบบประเมิน
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน (A) ด้วยแบบ

ประเมิน

แบบประเมินตามสภาพจริง Rubric

แบบประเมินการปฏิบัติการทำกิจกรรมการทดลอง

| รายการการประเมิน                      | ระดับคุณภาพ                                                                                      |                                                                                                 |                                                                                                   |                                                                                         |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | 4                                                                                                | 3                                                                                               | 2                                                                                                 | 1                                                                                       |
| 1. การทำกิจกรรมการทดลองตามแผนที่กำหนด | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องด้วยตนเอง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วยตนเอง มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง                | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยมีครูหรือผู้อื่นเป็นผู้แนะนำ                  | ทำกิจกรรมการทดลองไม่ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข        |
| 2. การใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ    | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติและความปลอดภัย | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติแต่ไม่ปลอดภัย | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้อง โดยมีครูหรือผู้อื่นเป็นผู้แนะนำ | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองไม่ถูกต้องและไม่มีความปลอดภัยในการใช้ |
| 3. การบันทึกผลการทำกิจกรรมการทดลอง    | บันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้อง มีระเบียบ มีการระบุหน่วย มีการอธิบายข้อมูลให้                       | บันทึกผลเป็นระยะอย่างถูกต้อง มีระเบียบ มีการระบุหน่วย มีการอธิบายข้อมูลให้                      | บันทึกผลเป็นระยะแต่ไม่เป็นระเบียบ ไม่มีการระบุหน่วย และไม่มีการอธิบายข้อมูล                       | บันทึกผลไม่ครบ ไม่มีการระบุหน่วยและไม่เป็นไปตามการทำกิจกรรมการทดลอง                     |

|                                                 |                                                                                                                                                  |                                                                                                       |                                                                                                                       |                                                                                                  |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 | เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพรวม เป็นเหตุเป็นผล และเป็นไปตามการทำกิจกรรมการทดลอง                                                                      | เห็นถึงความสัมพันธ์เป็นไปตามการทำกิจกรรมการทดลอง                                                      | ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการทำกิจกรรมการทดลอง                                                                         |                                                                                                  |
| 4. การจัดกระทำข้อมูล และการนำเสนอ               | จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบมีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม และนำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ อย่างชัดเจนถูกต้อง                                             | จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจำแนกข้อมูลให้เห็นความสัมพันธ์นำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ ได้แต่ยังไม่ชัดเจน | จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการยกตัวอย่างเพิ่มเติมให้เข้าใจง่าย และนำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ แต่ยังไม่ชัดเจนและไม่ถูกต้อง | จัดกระทำข้อมูลอย่างไม่เป็นระบบ และการนำเสนอไม่สื่อความหมายและไม่ชัดเจน                           |
| 5. การสรุปผลการทำกิจกรรมการทดลอง                | สรุปผลการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้อง กระชับชัดเจน และครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด                                                   | สรุปผลการทำกิจกรรมการทดลองได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครอบคลุมข้อมูลจากการวิเคราะห์ทั้งหมด                    | สรุปผลการทำกิจกรรมการทดลองได้โดยมีครูหรือผู้อื่นแนะนำบ้าง จึงสามารถสรุปได้ถูกต้อง                                     | สรุปผลการทำกิจกรรมการทดลองตามความรู้ที่พอมืออยู่โดยไม่ใช้ข้อมูลจากการทำกิจกรรมการทดลอง           |
| 6. การดูแลและการเก็บอุปกรณ์ และ/หรือ เครื่องมือ | ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองและมีการทำความสะอาดและเก็บอย่างถูกต้องตามหลักการ และแนะนำให้ผู้อื่นดูแลและเก็บรักษาได้ถูกต้อง | ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองและมีการทำความสะอาดอย่างถูกต้อง แต่เก็บไม่ถูกต้อง  | ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองมีการทำความสะอาดแต่เก็บไม่ถูกต้องต้องให้ครูหรือผู้อื่นแนะนำ        | ไม่ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองและไม่สนใจทำความสะอาดรวมทั้งเก็บไม่ถูกต้อง |

พหุ ประถมศึกษา

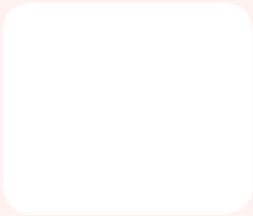
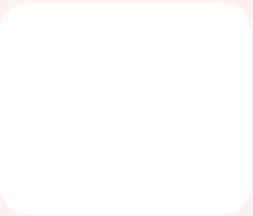
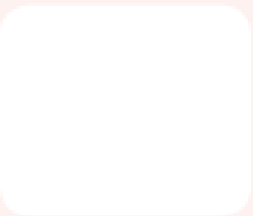


## ตอนที่ ๑

### บันทึกผลการทำกิจกรรม

#### ผลการอภิปรายและผลการสังเกต

ตาราง การทำงานของหลอดไฟฟ้าเมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

| รูปการต่อ<br>เซลล์ไฟฟ้า                                                                             | ผลการอภิปราย                        | ผลการสังเกต                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <p>แบบที่ ๑</p>   | <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> | <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> |
| <p>แบบที่ ๒</p>  | <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> | <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> |
| <p>แบบที่ ๓</p>  | <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> | <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> |

### คำถามหลังจากทำกิจกรรม

๑. การต่อต้านไฟฉายเรียงกัน ๒ ก้อน แบบใดที่ทำให้หลอดไฟฟ้าสว่าง

---

---

---

---

---

---

---

---

๒. การต่อต้านไฟฉายเรียงกัน ๒ ก้อน แบบใดที่ทำให้หลอดไฟฟ้าไม่สว่าง

---

---

---

---

---

---

---

---

๓. จากกิจกรรมนี้ สรุปได้ว่าอย่างไร

---

---

---

---

---

---

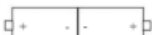
---

---





| ตาราง การทำงานของหลอดไฟฟ้าเมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ                             |                                                        |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------|
| รูปการต่อเซลล์ไฟฟ้า                                                               | ผลการอภิปราย                                           | ผลการสังเกต    |
| แบบที่ 1                                                                          |                                                        |                |
|  | ขึ้นอยู่กับผลการอภิปรายของนักเรียน เช่น หลอดไฟฟ้าสว่าง | หลอดไฟฟ้าสว่าง |

| ตาราง การทำงานของหลอดไฟฟ้าเมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ                              |                                                        |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|
| รูปการต่อเซลล์ไฟฟ้า                                                                | ผลการอภิปราย                                           | ผลการสังเกต       |
| แบบที่ 2                                                                           |                                                        |                   |
|  | ขึ้นอยู่กับผลการอภิปรายของนักเรียน เช่น หลอดไฟฟ้าสว่าง | หลอดไฟฟ้าไม่สว่าง |

| ตาราง การทำงานของหลอดไฟฟ้าเมื่อต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ                               |                                                        |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|
| รูปการต่อเซลล์ไฟฟ้า                                                                 | ผลการอภิปราย                                           | ผลการสังเกต       |
| แบบที่ 3                                                                            |                                                        |                   |
|  | ขึ้นอยู่กับผลการอภิปรายของนักเรียน เช่น หลอดไฟฟ้าสว่าง | หลอดไฟไม่ฟ้าสว่าง |



บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

บันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

ด้านทักษะกระบวนการ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ปัญหาและอุปสรรค

แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ .....

(.....)

ครูผู้สอนและบันทึก

พูน ปณ ภิโต ชเว

### แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบขนาน

วันที่สอน วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เวลา 12 ชั่วโมง

เวลา 2 ชั่วโมง

ปีการศึกษา 2567

#### มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### ตัวชี้วัด

ว 2.3 ป.6/3 ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายวิธีการ และผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

ว 2.3 ป.6/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม โดยบอกประโยชน์

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.อธิบายวิธีการและผลของการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานได้ (K)
- 2.ออกแบบการทดลองและทดลองต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานได้ (P)
3. นำความรู้เรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (A)

#### สาระการเรียนรู้

การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานเป็นการนำปลายข้างเดียวกัน (ขั้วเดียวกัน) ของแต่ละหลอดไฟฟ้ามารวมกันก่อนแล้วจึงต่อเข้ากับเซลล์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะแยกผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด โดยกระแสไฟฟ้ารวมในวงจรไฟฟ้าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่แยกผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอดรวมกัน

#### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1.ความสามารถในการสื่อสาร
  - การอธิบาย การเขียน การพูดหน้าชั้นเรียน
- 2.ความสามารถในการคิด
  - การสังเกต การคิดวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การจำแนกประเภท การจัดจำแนก การจัดระบบความคิดเป็นแผนภาพ การสร้างคำอธิบาย การอภิปราย การสื่อความหมาย การทำกิจกรรมการทดลองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3.ความสามารถในการแก้ปัญหา
  - การแก้ปัญหาขณะปฏิบัติกิจกรรม
- 4.ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
  - กระบวนการกลุ่ม

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย

2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตวิทยาศาสตร์

**การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด**

### **ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา**

- 1.ครูสุ่มนักเรียนออกมา 5-6 คน ให้มาต่อหลอดไฟฟ้าตามแผนภาพวงจรไฟฟ้า
- 2.นักเรียนในชั้นเรียนสังเกตความแตกต่างของวงจรไฟฟ้าทั้ง 2 แบบ
- 3.นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า การต่อหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 แบบนี้แตกต่างกันอย่างไร
- 4.นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
  - นักเรียนเคยเห็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบนี้ในชีวิตประจำวันหรือไม่ อย่างไร (แนวคำตอบ ตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน)
  - การต่อหลอดไฟฟ้าที่ใช้ประดับเป็นการต่อวงจรไฟฟ้าแบบใด และมีวิธีการต่ออย่างไร (แนวคำตอบ การต่อหลอดไฟฟ้าแบบक्रमกัน)
- 5.นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน

### **ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง**

- 1.นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คน แล้วศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรม การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน ในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ฯ ป.6
- 2.นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดอภิปรายความรู้ที่ค้นคว้าเป็นแผนผังความคิด
- 3.นักเรียนร่วมกันตอบคำถามสำคัญกระตุ้นความคิด ดังนี้
  - การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานมีลักษณะใด (แนวคำตอบ ต่อหลอดไฟฟ้าโดยนำปลายข้างเดียวกัน (ขั้วเดียวกัน) ของแต่ละหลอดมารวมกันก่อนแล้วจึงต่อเข้ากับเซลล์ไฟฟ้าโดยกระแสไฟฟ้าจะไหลแยกผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด)
- 4.ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามที่นักเรียนสงสัยจากการทำภาระงานอย่างน้อยคนละ 1 คำถาม ซึ่งครูให้นักเรียนเตรียมมาล่วงหน้า และให้นักเรียนช่วยกันตอบและแสดงความคิดเห็น

### **ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา**

- 1.นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน โดยปฏิบัติดังนี้
  - ส่งตัวแทนกลุ่มมารับวัสดุ-อุปกรณ์ในการทำกิจกรรม การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน
- ตอนที่ 1 ดังนี้
  - ถ่านไฟฉาย 4 ก้อน
  - กระบะใส่ถ่านไฟฉาย 4 อัน
  - หลอดไฟฟ้าพร้อมฐาน 4 ชุด
  - สายไฟฟ้าพร้อมหัวหนีบปากจระเข้ 4 เส้น
- 2.ให้แต่ละกลุ่มออกแบบวงจรไฟฟ้าที่ทำให้หลอดไฟฟ้า 2 ดวงสว่าง มา 2 วงจร โดยแต่ละวงจรต้องมียุทธศาสตร์การต่อที่แตกต่างกัน จากนั้นวาดภาพวงจรไฟฟ้าที่ออกแบบในรูปแบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์ฯ ป.6



#### ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

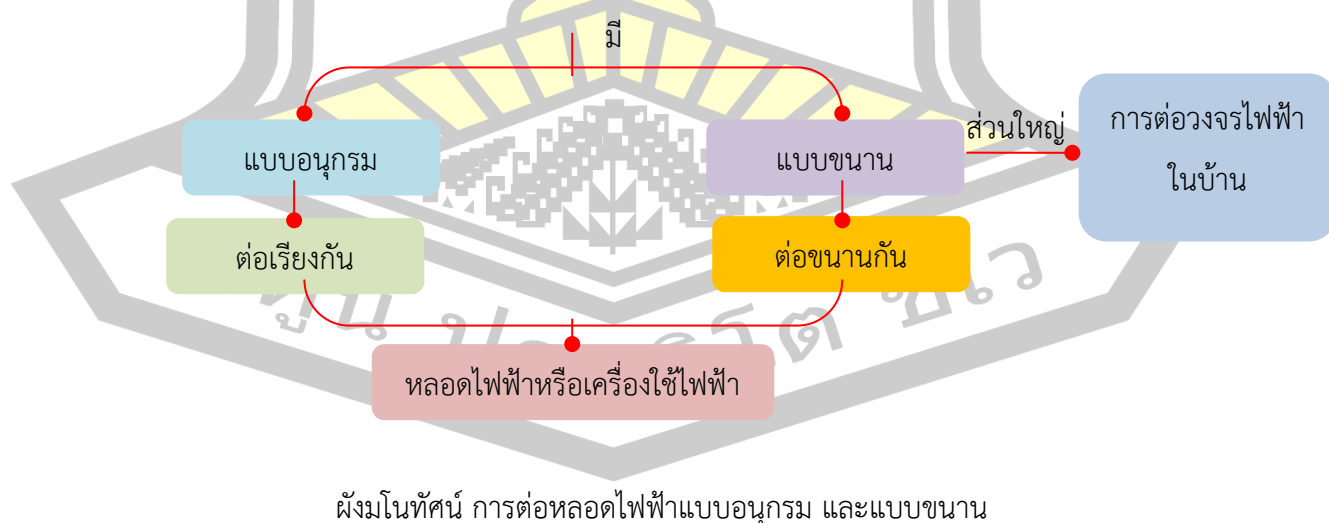
- 1.ช่วยกันคาดคะเนว่า หากถอดหลอดไฟฟ้าดวงหนึ่งออกจากวงจรไฟฟ้าในแต่ละแบบที่ออกแบบไว้ จะเกิดผลอย่างไรและบันทึกผล
- 2.ตรวจสอบผลการคาดคะเน โดยต่อวงจรไฟฟ้าทั้ง 2 วงจร ตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นถอดหลอดไฟฟ้าดวงหนึ่งออกจากวงจรไฟฟ้าในแต่ละแบบ สังเกตและบันทึกผล
- 3.ร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรมจนได้ข้อสรุปของกลุ่ม

#### ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

- 1.ให้นักเรียนดูรูปการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน ใช้นิ้วลากไปตามเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้า จากนั้นวาดแผนภาพวงจรไฟฟ้าให้เหมือนกับวงจรไฟฟ้าที่แสดงไว้ในรูป
  - ดำเนินการเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2-3
  - นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย และสรุปผลการสังเกต
- 2.ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบ ๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

#### ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา

- 1.นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอย่างรวมพลังสรุปความรู้ด้วยตนเองเกี่ยวกับการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานในวงจรไฟฟ้า แล้ววางแผน ออกแบบ และเขียนเป็นผังมโนทัศน์ในกระดาษฟลิปชาร์ต  
(ตัวอย่างผังมโนทัศน์)



- 2.ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

- การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานมีตำแหน่งของหลอดไฟฟ้าแบบใด (แนวคำตอบ การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม หลอดไฟฟ้าเรียงเป็นแนวเดียวกัน ส่วนการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน ขั้วหลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งคร่อมกับขั้วหลอดไฟฟ้าอีกหลอดหนึ่ง)
  - กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟฟ้าของการต่อหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 แบบ แตกต่างกันหรือไม่ ลักษณะใด (แนวคำตอบ แตกต่างกัน คือ การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 หลอด เป็นกระแสไฟฟ้าขนาดเท่ากัน ส่วนการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน กระแสไฟฟ้าจะไหลแยกผ่านหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด)
  - เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าออก 1 หลอด การต่อหลอดไฟฟ้าทั้ง 2 แบบเกิดการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันหรือไม่ ลักษณะใด (แนวคำตอบ แตกต่างกัน คือ การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม หลอดไฟฟ้าที่เหลือดับ ส่วนการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนาน หลอดไฟฟ้าที่เหลือไม่ดับ)
- 3.ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า การต่อหลอดไฟฟ้ามี 2 แบบ คือ แบบอนุกรมและแบบขนาน การต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละแบบมีเส้นทางการไหลของกระแสไฟฟ้าแตกต่างกัน

#### สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
- 2.วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรม การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน
- 3.กระดานฟลิปชาร์ต
- 4.แหล่งการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

#### การประเมินผลวัดผล

- 1.ประเมินความรู้ เรื่อง การต่อหลอดไฟแบบขนาน (K) ด้วยแบบทดสอบ
- 2.ประเมินการปฏิบัติการทำกิจกรรมการทดลอง (P) ด้วยแบบประเมิน
- 3.ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน (A) ด้วยแบบประเมิน

#### แบบประเมินตามสภาพจริง Rubric

##### แบบประเมินการปฏิบัติการทำกิจกรรมการทดลอง

| รายการการประเมิน                      | ระดับคุณภาพ                                                                                      |                                                                                  |                                                                                  |                                                                                  |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | 4                                                                                                | 3                                                                                | 2                                                                                | 1                                                                                |
| 1. การทำกิจกรรมการทดลองตามแผนที่กำหนด | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องด้วยตนเอง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วยตนเอง มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยมีครูหรือผู้อื่นเป็นผู้แนะนำ | ทำกิจกรรมการทดลองไม่ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข |
| 2. การใช้อุปกรณ์                      | ใช้อุปกรณ์และ/หรือ                                                                               | ใช้อุปกรณ์และ/หรือ                                                               | ใช้อุปกรณ์และ/หรือ                                                               | ใช้อุปกรณ์และ/หรือ                                                               |

|                                                 |                                                                                                                                                         |                                                                                                                              |                                                                                                                              |                                                                                                      |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| และ/หรือเครื่องมือ                              | เครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติและคล่องแคล่ว                                                                           | เครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติแต่ไม่คล่องแคล่ว                                             | เครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้อง โดยมีครูหรือผู้อื่นเป็นผู้แนะนำ                                              | เครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองไม่ถูกต้องและไม่มี ความคล่องแคล่วในการใช้                            |
| 3. การบันทึกผล การทำกิจกรรม การทดลอง            | บันทึกผลเป็นระยะ อย่างถูกต้อง มีระเบียบมีการระบุหน่วย มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นความเชื่อมโยงเป็นภาพรวม เป็นเหตุเป็นผล และเป็นไปตามการทำ กิจกรรมการทดลอง  | บันทึกผลเป็นระยะ อย่างถูกต้อง มีระเบียบมีการระบุหน่วย มีการอธิบายข้อมูลให้เห็นถึงความสัมพันธ์เป็นไป ตามการทำกิจกรรม การทดลอง | บันทึกผลเป็นระยะ แต่ไม่เป็นระเบียบ ไม่มีการระบุหน่วย และไม่มี การอธิบายข้อมูลให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ของการ ทำกิจกรรมการทดลอง | บันทึกผลไม่ครบ ไม่มีการระบุหน่วย และไม่เป็นไปตาม การทำกิจกรรม การทดลอง                               |
| 4. การจัดกระทำ ข้อมูลและการ นำเสนอ              | จัดกระทำข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการ เชื่อมโยงให้เห็นเป็น ภาพรวม และนำเสนอ ด้วยแบบต่าง ๆ อย่าง ชัดเจนถูกต้อง                                               | จัดกระทำข้อมูล อย่างเป็นระบบ มีการ จำแนกข้อมูลให้ เห็นความสัมพันธ์ นำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ ได้แต่ยังไม่ชัดเจน                    | จัดกระทำข้อมูล อย่างเป็นระบบ มีการ ยกตัวอย่างเพิ่มเติม ให้เข้าใจง่าย และ นำเสนอด้วยแบบต่าง ๆ แต่ยังไม่ชัดเจน และไม่ถูกต้อง   | จัดกระทำข้อมูลอย่าง ไม่เป็นระบบ และมีการ นำเสนอไม่สื่อ ความหมายและไม่ ชัดเจน                         |
| 5. การสรุปผลการ ทำกิจกรรมการ ทดลอง              | สรุปผลการทำ กิจกรรมการทดลอง ได้อย่างถูกต้อง กระชับชัดเจน และ ครอบคลุมข้อมูลจาก การวิเคราะห์ทั้งหมด                                                      | สรุปผลการทำ กิจกรรมการทดลอง ได้ถูกต้อง แต่ยัง ไม่ครอบคลุมข้อมูล จากการวิเคราะห์ ทั้งหมด                                      | สรุปผลการทำ กิจกรรมการทดลอง ได้ โดยมีครูหรือผู้อื่น แนะนำบ้าง จึงสามารถ สรุปได้ถูกต้อง                                       | สรุปผลการทำ กิจกรรมการทดลอง ตามความรู้ที่พอมีอยู่ โดยไม่ใช้ข้อมูลจาก การทำกิจกรรมการ ทดลอง           |
| 6. การดูแลและ การเก็บอุปกรณ์ และ/หรือเครื่องมือ | ดูแลอุปกรณ์และ/ หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการ ทดลองและมีการทำ ความสะอาดและเก็บ อย่างถูกต้องตาม หลักการ และแนะนำ ให้ผู้อื่นดูแลและเก็บ รักษาได้ถูกต้อง | ดูแลอุปกรณ์และ/ หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการ ทดลองและมีการทำ ความสะอาดอย่าง ถูกต้อง แต่เก็บไม่ ถูกต้อง                    | ดูแลอุปกรณ์และ/ หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการ ทดลองมีการทำความ สะอาดแต่เก็บไม่ ถูกต้องต้องให้ครูหรือ ผู้อื่นแนะนำ          | ไม่ดูแลอุปกรณ์และ/ หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการ ทดลองและไม่สนใจ ทำความสะอาด รวมทั้งเก็บไม่ถูกต้อง |

### การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนสถานการณ์และเขียนแผนภาพการต่อหลอดไฟฟ้าตามสถานการณ์ที่ได้รับ

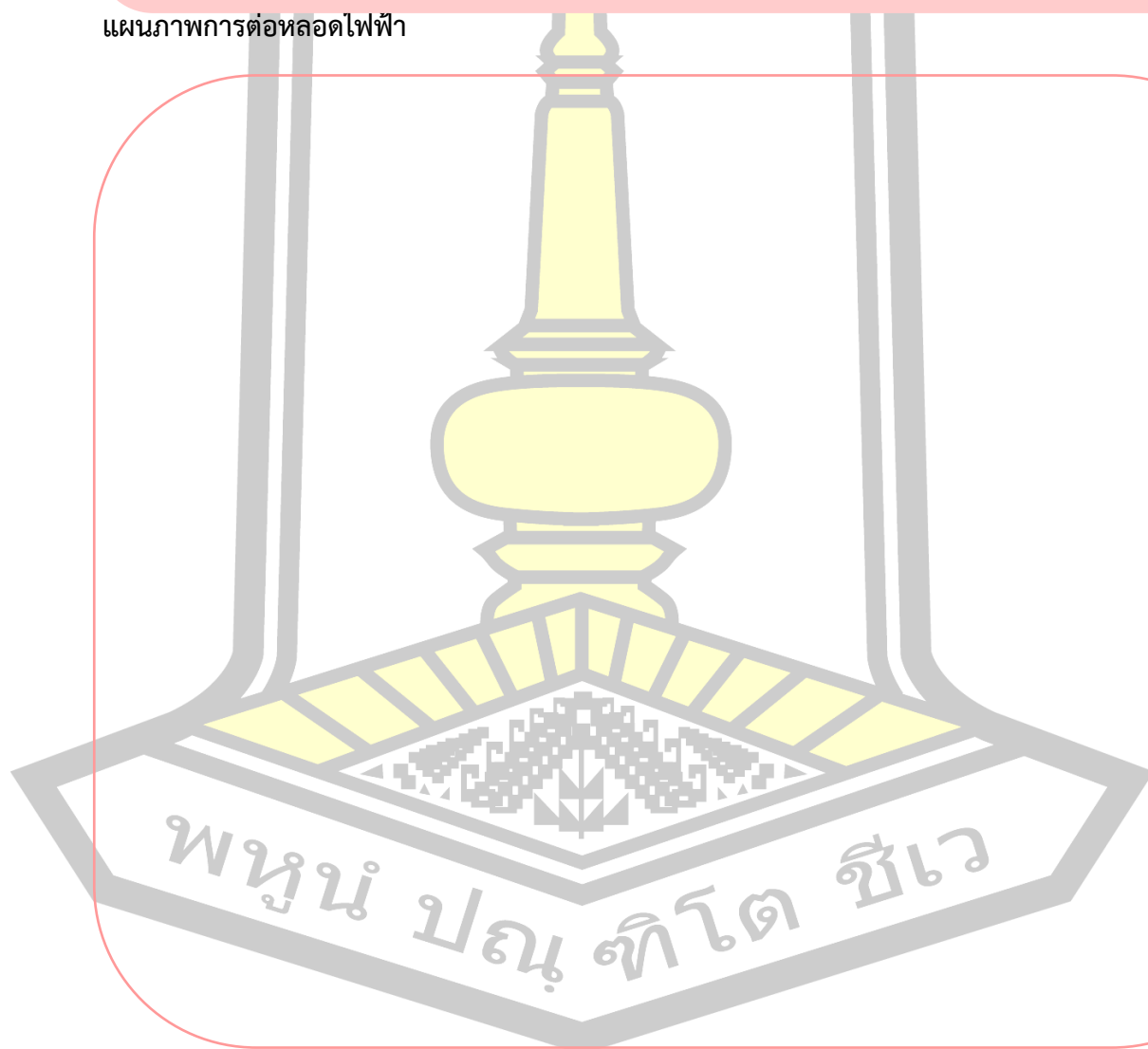
#### สถานการณ์

.....

.....

.....

#### แผนภาพการต่อหลอดไฟฟ้า



คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนสถานการณ์และเขียนแผนภาพการต่อหลอดไฟฟ้าตามสถานการณ์ที่ได้รับ

### สถานการณ์

.....

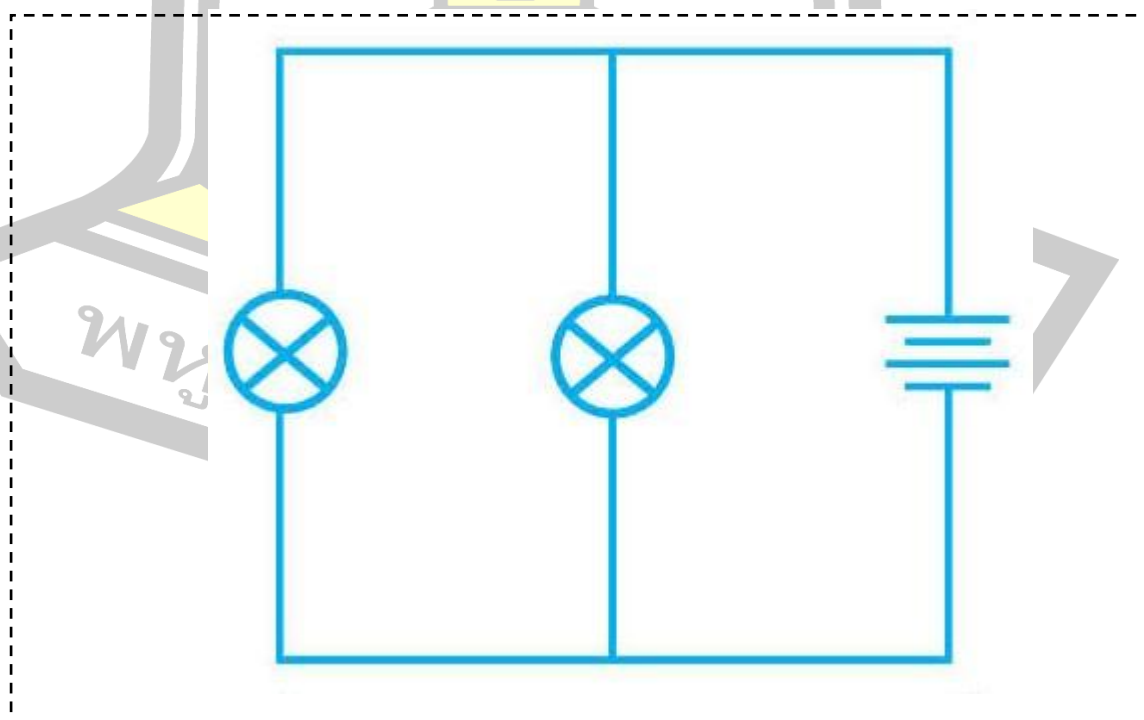
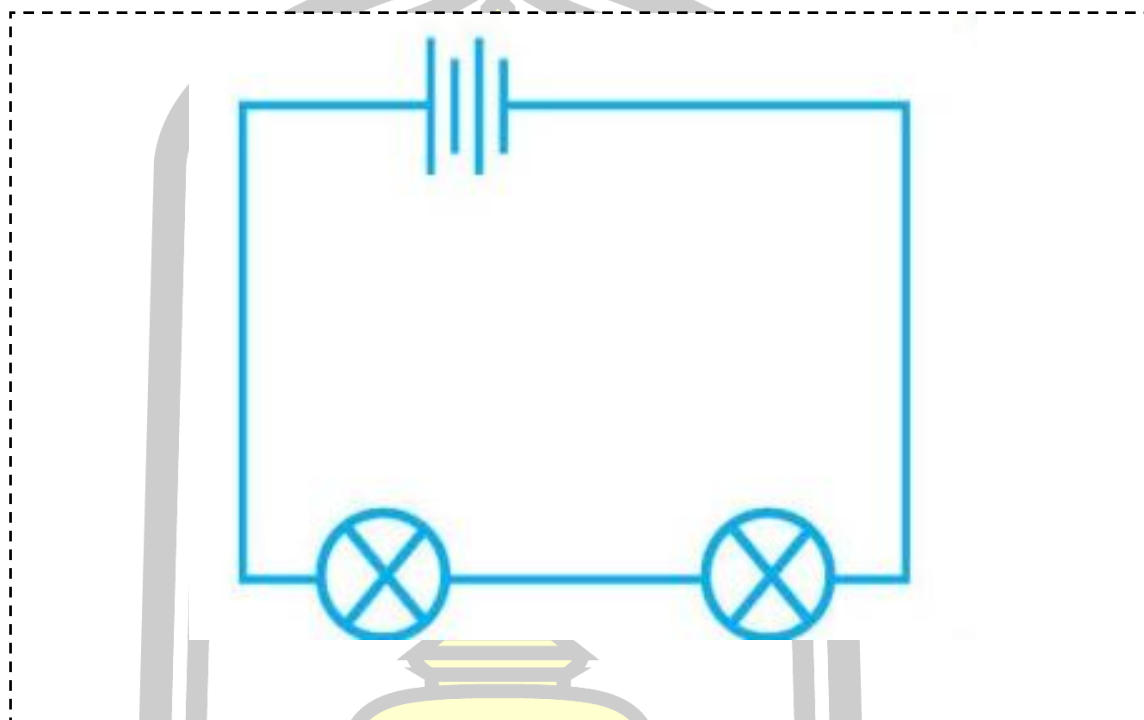
.....

.....

แผนภาพการต่อหลอดไฟฟ้า



# บัตรภาพแผนภาพการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน



พช



บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

บันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

ด้านทักษะกระบวนการ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ปัญหาและอุปสรรค

แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ .....

(.....)

ครูผู้สอนและบันทึก

พูน ปณ จิตใต้เงา

## แผนจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

เรื่อง ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า

วันที่สอน วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เวลา 12 ชั่วโมง

เวลา 2 ชั่วโมง

ปีการศึกษา 2567

## มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## ตัวชี้วัด

ว 2.3 ป.6/1 ระบุส่วนประกอบและบรรยายหน้าที่ของแต่ละส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายจากหลักฐานเชิงประจักษ์

## จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1.ระบุสมบัติของวัตถุที่นำไฟฟ้าได้ (K)
- 2.บอกความหมายของตัวนำ ฉนวน ตัวต้านทาน และไฟฟ้าลัดวงจรได้ (K)
- 3.ปฏิบัติกิจกรรม ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า อย่างรวมพลัง ด้วยความมุ่งมั่นและตั้งใจได้ (P)
- 4.แบ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ ตั้งสมมุติฐาน และสรุปผลการทดลองได้ (P)
- 5.ทดสอบการนำไฟฟ้าของวัตถุต่าง ๆ ได้ (P)
- 6.จัดจำแนกวัตถุตามความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ (P)
- 7.มีความมุ่งมั่นและตั้งใจ (A)

## สาระการเรียนรู้

วัสดุที่ให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านได้ เรียกว่า ตัวนำ วัสดุที่ไม่ให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่าน เรียกว่า

ฉนวน

ตัวนำมีความต้านทานการไหลของประจุไฟฟ้าน้อย

วัสดุที่มีความต้านทานการไหลของประจุไฟฟ้าแต่ยอมให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านได้ เรียกว่า ตัวต้านทาน

ไฟฟ้าลัดวงจรเกิดจากการที่ลวดสายไฟฟ้าสัมผัสกันก่อนที่ประจุไฟฟ้าจะไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำให้เกิดความร้อนสูงมาก อาจเป็นสาเหตุของไฟไหม้ได้ ฉนวนช่วยป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร

## สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1.ความสามารถในการสื่อสาร

- การอธิบาย การเขียน การพูดหน้าชั้นเรียน

- 2.ความสามารถในการคิด

- การสังเกต การคิดวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การจำแนกประเภท การจัดจำแนก การจัดระบบความคิดเป็นแผนภาพ การสร้างคำอธิบาย การอภิปราย การสื่อ

ความหมาย

- การทำกิจกรรมการทดลองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3.ความสามารถในการแก้ปัญหา
  - การแก้ปัญหาขณะปฏิบัติกิจกรรม
- 4.ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
  - กระบวนการกลุ่ม

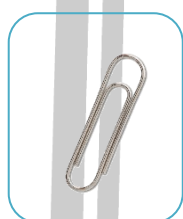
คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตวิทยาศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1.นักเรียนสังเกตวัตถุต่าง ๆ เช่น ลวดเสียบกระดาด กระจาด ตะปู หลอดพลาสติก เข็มหมุด แล้วร่วมกันสนทนาทบทวนประสบการณ์เกี่ยวกับสมบัติการนำไฟฟ้าของวัตถุ โดยตอบคำถามสำคัญกระตุ้นความคิด ดังนี้



ลวดเสียบกระดาด



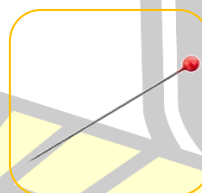
กระจาด



ตะปู



หลอดพลาสติก



เข็มหมุด

- วัตถุชนิดใดบ้างนำไฟฟ้า และชนิดใดบ้างไม่นำไฟฟ้า  
(ตัวอย่างคำตอบ ลวดเสียบกระดาด เข็มหมุด และตะปู เป็นวัตถุที่นำไฟฟ้า ส่วนกระจาดและหลอดพลาสติก เป็นวัตถุที่ไม่นำไฟฟ้า)

2.นักเรียนเข้าสู่บทเรียนและกิจกรรมเกี่ยวกับตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า โดยร่วมกันตอบคำถามกระตุ้นความคิด ดังนี้

- นักเรียนสามารถใช้วัสดุอื่นแทนสายไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าได้หรือไม่  
(ตัวอย่างคำตอบ ได้ โดยเลือกใช้วัสดุที่มีสมบัตินำไฟฟ้า)

3.นักเรียนร่วมกันคาดคะเนคำตอบของคำถามข้างต้น

## ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1.นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน คละเพศ และคละนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน (หรือจะแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการต่าง ๆ เพิ่มเติมได้) โดยแต่ละกลุ่มร่วมกันอย่างรวมพลังศึกษาวิธีทำและปฏิบัติกิจกรรม เรื่อง ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า ในใบงาน ตามขั้นตอน ดังนี้

- ทบทวนบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มว่าต้องทำหน้าที่อย่างไรบ้าง ในการดำเนินการด้วยกระบวนการทำงานกลุ่ม เช่น หัวหน้ากลุ่ม มีหน้าที่ ..... ผู้จัดบันทึก มีหน้าที่ ..... ผู้เสนอรายงาน มีหน้าที่ ..... อื่น ๆ .....

2.นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดอภิปรายความรู้ที่ค้นคว้าเป็นแผนผังความคิด

3.ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามที่นักเรียนสงสัยจากการทำภาระงานอย่างน้อยคนละ 1 คำถาม ซึ่งครูให้นักเรียนเตรียมมาล่วงหน้า และให้นักเรียนช่วยกันตอบและแสดงความคิดเห็น

## ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1.นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คน ส่งตัวแทนกลุ่มออกไปรับใบงาน วัสดุไดนาไฟฟ้า จากนั้นศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมในใบงาน

2.นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมวัสดุไดนาไฟฟ้า โดยปฏิบัติ ดังนี้

ส่งตัวแทนกลุ่มมารับวัสดุ-อุปกรณ์ในการทำกิจกรรมวัสดุไดนาไฟฟ้า

- ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน
- กระดาษใส่ถ่านไฟฉาย 1 อัน
- หลอดไฟฟ้าพร้อมฐาน 1 ชุด
- สายไฟฟ้าพร้อมหัวหนีบปากจระเข้ 3 เส้น

3.วัสดุสำหรับทดสอบ ได้แก่ ไม้จิ้มฟัน เหยียดยวบา หนัวยาง ตะปู หลอดดูดพลาสติก

ลวดทองแดง

## ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1.สังเกตวัสดุที่นำมาใช้ในการทดสอบ คือ ไม้จิ้มฟัน เหยียดยวบา หนัวยาง ตะปู หลอดดูดพลาสติก ลวดทองแดง และคาดคะเนว่าวัสดุชนิดใดบ้างเป็นตัวนำไฟฟ้า และวัสดุชนิดใดบ้างเป็นฉนวนไฟฟ้า

2.นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นก่อนทำกิจกรรม โดยร่วมกันตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม ดังนี้

- คำถามสำคัญของการทดลองนี้คืออะไร (วัสดุชนิดใดบ้างนำไฟฟ้าได้ และชนิดใดบ้างไม่นำไฟฟ้า)
- การทดลองนี้ควบคุมอะไรให้เหมือนกัน (ถ่านไฟฉาย สายไฟฟ้า หลอดไฟฟ้า)
- การทดลองนี้จัดอะไรให้แตกต่างกัน (ชนิดของวัสดุที่ใช้เชื่อมต่อแทนสายไฟฟ้า ได้แก่ ลวดเสียบกระดาก ไม้บรรทัด พลาสติก ยางลบ ลูกกัญแจ ตะปู)
- การทดลองนี้ต้องติดตามสังเกตอะไร (ความสว่างของหลอดไฟฟ้าหลังต่อวงจรไฟฟ้า)

### ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

1. ทดสอบวัสดุเพื่อตรวจสอบผลการคาดคะเน โดยการต่อหลอดไฟฟ้าเข้ากับวงจรไฟฟ้า แล้วนำหัวหนีบปากจระเข้ข้างหนึ่งหนีบกับปลายไม้จิ้มฟัน และนำหัวหนีบปากจระเข้อีกข้างหนีบปลายไม้จิ้มฟันอีกด้านจากนั้นสังเกตหลอดไฟฟ้าสว่างหรือไม่ และบันทึกผล

2. ทำการทดสอบซ้ำ ข้อ 1 โดยการเปลี่ยนวัสดุจนครบตามลำดับ และบันทึกผล

3. นักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่เข้าใจเป็นความรู้ร่วมกัน ดังนี้

- วัสดุที่ให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านได้ เรียกว่า ตัวนำ วัสดุที่ไม่ให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่าน

เรียกว่า ฉนวน

- ตัวนำมีความต้านทานการไหลของประจุไฟฟ้าน้อย

- วัสดุที่มีความต้านทานการไหลของประจุไฟฟ้าแต่ยอมให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่านได้

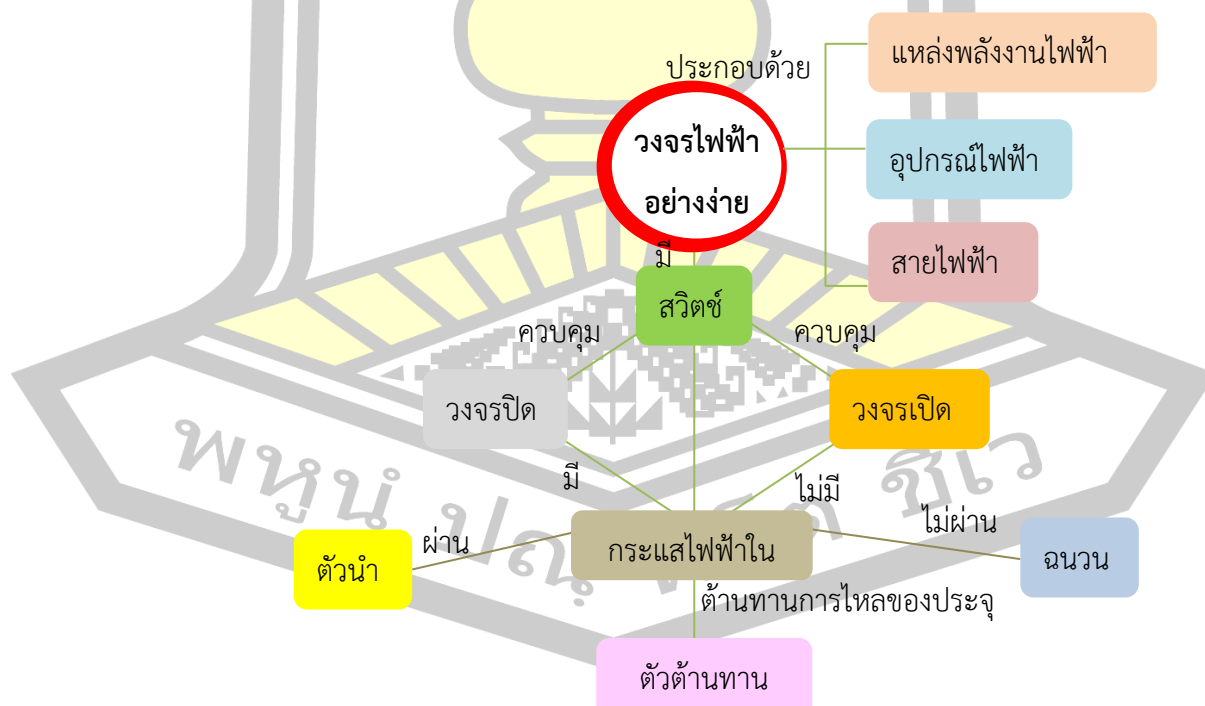
เรียกว่า ตัวต้านทาน

- ไฟฟาลัดวงจรเกิดจากการที่ลวดสายไฟฟ้าสัมผัสกันก่อนที่จะประจุไฟฟ้าจะไหลผ่าน

เครื่องใช้ไฟฟ้า ทำให้เกิดความร้อนสูงมาก อาจเป็นสาเหตุของไฟไหม้ได้ ฉนวนช่วยป้องกันการเกิดไฟฟาลัดวงจร

### ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอย่างรวมพลังสรุปหลักการเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า แล้ววางแผน ออกแบบ และเขียนในแบบผังความคิด ในกระดาษฟลิปชาร์ต (ตัวอย่างผังความคิด)



ผังความคิด วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโปสเตอร์ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า และผังความคิดวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้าโดยจัดแยกให้สมาชิกกลุ่มของตนเอง กระจายไปทุกกลุ่มไปรับฟังการนำเสนอ และตอบข้อซักถามของกลุ่มอื่น

3. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับวิธีการทำงานให้เห็นการคิดเชิงระบบและวิธีการทำงานที่มีแบบแผน

4. นักเรียนร่วมกันนำโปสเตอร์และผังความคิดไปติดที่ป้ายประกาศในโรงเรียน หรือในห้องเรียน เพื่อเผยแพร่ความรู้ให้แก่เพื่อนนักเรียนและคนในห้องเรียน

5. นักเรียนร่วมกันจัดแสดงผลงานของนักเรียนเพื่อเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนผลิตผลงานที่ดี และได้เห็นผลงานที่หลากหลายของเพื่อน เป็นการเปิดความคิดของนักเรียนให้กว้างขึ้น

### สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. กระดาษฟลิปชาร์ต
3. แหล่งการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

### การประเมินผลวัดผล

1. ประเมินความรู้ เรื่อง ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า (K) ด้วยแบบทดสอบ
2. ประเมินชิ้นงาน โปสเตอร์ ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า (P) ด้วยแบบประเมิน
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน (A) ด้วยแบบประเมิน

### แบบประเมินตามสภาพจริง Rubric

#### แบบประเมินการปฏิบัติการทำกิจกรรมการทดลอง

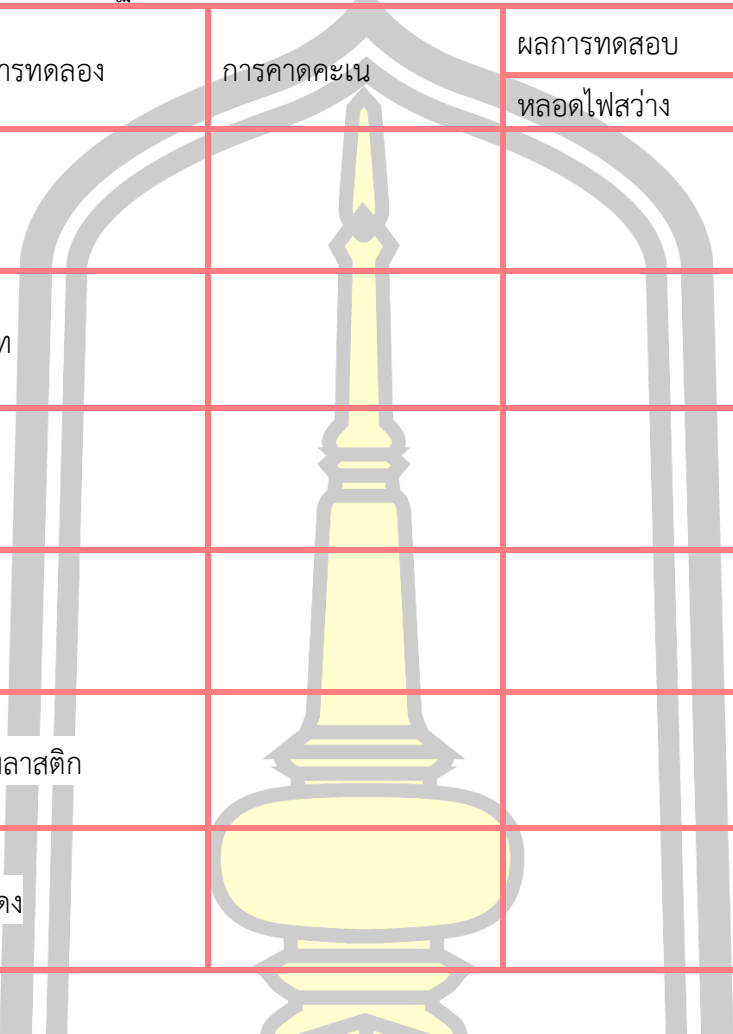
| รายการการประเมิน                       | ระดับคุณภาพ                                                                                      |                                                                                                    |                                                                                                   |                                                                                             |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        | 4                                                                                                | 3                                                                                                  | 2                                                                                                 | 1                                                                                           |
| 1. การทำกิจกรรมการทดลอง ตามแผนที่กำหนด | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องด้วยตนเอง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ด้วยตนเอง มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง                   | ทำกิจกรรมการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยมีครูหรือผู้อื่นเป็นผู้แนะนำ                  | ทำกิจกรรมการทดลองไม่ถูกต้องตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข            |
| 2. การใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ     | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติและคล่องแคล่ว  | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้องตามหลักการปฏิบัติแต่ไม่คล่องแคล่ว | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองได้อย่างถูกต้อง โดยมีครูหรือผู้อื่นเป็นผู้แนะนำ | ใช้อุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการทำกิจกรรมการทดลองไม่ถูกต้องและไม่มี ความคล่องแคล่วในการใช้ |



|                                                       |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                    |                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. การบันทึกผล<br>การทำกิจกรรม<br>การทดลอง            | บันทึกผลเป็นระยะ<br>อย่างถูกต้อง มี<br>ระเบียบมีการระบุ<br>หน่วย มีการอธิบาย<br>ข้อมูลให้เห็นความ<br>เชื่อมโยงเป็นภาพรวม<br>เป็นเหตุเป็นผล และ<br>เป็นไปตามการทำ<br>กิจกรรมการทดลอง | บันทึกผลเป็นระยะ<br>อย่างถูกต้อง มี<br>ระเบียบมีการระบุ<br>หน่วย มีการอธิบาย<br>ข้อมูลให้เห็นถึง<br>ความสัมพันธ์เป็นไป<br>ตามการทำกิจกรรม<br>การทดลอง | บันทึกผลเป็นระยะ<br>แต่ไม่เป็นระเบียบ<br>ไม่มีการระบุหน่วย<br>และไม่มีการอธิบาย<br>ข้อมูลให้เห็นถึง<br>ความสัมพันธ์ของการ<br>ทำกิจกรรมการ<br>ทดลอง | บันทึกผลไม่ครบ<br>ไม่มีการระบุหน่วย<br>และไม่เป็นไปตาม<br>การทำกิจกรรม<br>การทดลอง                                   |
| 4. การจัดกระทำ<br>ข้อมูลและการ<br>นำเสนอ              | จัดกระทำข้อมูล<br>อย่างเป็นระบบ<br>มีการเชื่อมโยงให้เห็น<br>เป็นภาพรวม และ<br>นำเสนอด้วยแบบต่าง<br>ๆ อย่างชัดเจนถูกต้อง                                                             | จัดกระทำข้อมูล<br>อย่างเป็นระบบ มี<br>การจำแนกข้อมูลให้<br>เห็นความสัมพันธ์<br>นำเสนอด้วยแบบต่าง<br>ๆ ได้แต่ยังไม่ชัดเจน                              | จัดกระทำข้อมูล<br>อย่างเป็นระบบมีการ<br>ยกตัวอย่างเพิ่มเติม<br>ให้เข้าใจง่าย และ<br>นำเสนอด้วยแบบต่าง<br>ๆ แต่ยังไม่ชัดเจน<br>และไม่ถูกต้อง        | จัดกระทำข้อมูลอย่าง<br>ไม่เป็นระบบ และมี<br>การนำเสนอไม่สื่อ<br>ความหมายและไม่<br>ชัดเจน                             |
| 5. การสรุปผล<br>การทำกิจกรรมการ<br>ทดลอง              | สรุปผลการทำ<br>กิจกรรมการทดลอง<br>ได้อย่างถูกต้อง<br>กระชับชัดเจน และ<br>ครอบคลุมข้อมูลจาก<br>การวิเคราะห์ทั้งหมด                                                                   | สรุปผลการทำ<br>กิจกรรมการทดลอง<br>ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่<br>ครอบคลุมข้อมูล<br>จากการวิเคราะห์<br>ทั้งหมด                                                | สรุปผลการทำ<br>กิจกรรมการทดลอง<br>ได้ โดยมีครูหรือผู้อื่น<br>แนะนำบ้าง จึงสามารถ<br>สรุปได้ถูกต้อง                                                 | สรุปผลการทำ<br>กิจกรรมการทดลอง<br>ตามความรู้ที่พอมืออยู่<br>โดยไม่ใช้ข้อมูลจาก<br>การทำกิจกรรม<br>การทดลอง           |
| 6. การดูแลและ<br>การเก็บอุปกรณ์<br>และ/หรือเครื่องมือ | ดูแลอุปกรณ์และ/<br>หรือเครื่องมือในการ<br>ทำกิจกรรมการ<br>ทดลองและมีการทำ<br>ความสะอาดและเก็บ<br>อย่างถูกต้องตาม<br>หลักการ และแนะนำ<br>ให้ผู้อื่นดูแลและเก็บ<br>รักษาได้ถูกต้อง    | ดูแลอุปกรณ์และ/<br>หรือเครื่องมือในการ<br>ทำกิจกรรมการ<br>ทดลองและมีการทำ<br>ความสะอาดอย่าง<br>ถูกต้อง แต่เก็บไม่<br>ถูกต้อง                          | ดูแลอุปกรณ์และ/<br>หรือเครื่องมือในการ<br>ทำกิจกรรมการ<br>ทดลองมีการทำความ<br>สะอาดแต่เก็บไม่<br>ถูกต้องต้องให้ครูหรือ<br>ผู้อื่นแนะนำ             | ไม่ดูแลอุปกรณ์และ/<br>หรือเครื่องมือในการ<br>ทำกิจกรรมการ<br>ทดลองและไม่สนใจ<br>ทำความสะอาด<br>รวมทั้งเก็บไม่ถูกต้อง |

### วัสดุได้นำไฟฟ้า

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนและบันทึกผลลงในใบงาน

| วัสดุที่ใช้ในการทดลอง | การคาดคะเน                                                                          | ผลการทดสอบ  |                |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|
|                       |                                                                                     | หลอดไฟสว่าง | หลอดไฟไม่สว่าง |
| 1.ไม้จิ้มฟัน          |  |             |                |
| 2.เหรียญบาท           |                                                                                     |             |                |
| 3.หนังยาง             |                                                                                     |             |                |
| 4.ตะปู                |                                                                                     |             |                |
| 5.หลอดดูดพลาสติก      |                                                                                     |             |                |
| 6.ลวดทองแดง           |                                                                                     |             |                |

### สรุปผลการทำกิจกรรม

---



---



---



---

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนและบันทึกผลลงในใบงาน

| วัสดุที่ใช้ในการทดลอง | การคาดคะเน | ผลการทดสอบ  |                |
|-----------------------|------------|-------------|----------------|
|                       |            | หลอดไฟสว่าง | หลอดไฟไม่สว่าง |
| 1.ไม้จิ้มฟัน          | ฉนวนไฟฟ้า  |             |                |
| 2.เหรียญบาท           | นำไฟฟ้า    |             |                |
| 3.หนังยาง             | ฉนวนไฟฟ้า  |             |                |
| 4.ตะปู                | นำไฟฟ้า    |             |                |
| 5.หลอดดูดพลาสติก      | ฉนวนไฟฟ้า  |             |                |
| 6.ลวดทองแดง           | นำไฟฟ้า    |             |                |

### สรุปผลการทำกิจกรรม

.....จากกิจกรรม เหรียญบาท ตะปู ลวดทองแดง ซึ่งเป็นวัสดุประเภทโลหะและเป็นตัวนำไฟฟ้า เพราะวัสดุยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ ส่วนไม้จิ้มฟัน หนังยาง หลอดดูดพลาสติก เป็นฉนวนไฟฟ้า เพราะไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เมื่อต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าหลอดไฟจึงไม่สว่าง

บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

บันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

ด้านทักษะกระบวนการ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ปัญหาและอุปสรรค

แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ

(.....)

ครูผู้สอนและบันทึก

พูน ปณ จิต ชเว

### แผนจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

เวลา 12 ชั่วโมง

เรื่อง การนำความรู้เรื่องการต่อหลอดไฟไปใช้ประโยชน์

เวลา 2 ชั่วโมง

วันที่สอน วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ปีการศึกษา 2567

#### มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

##### ตัวชี้วัด

ว 2.3 ป.6/6 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน โดย บอกประโยชน์ ข้อจำกัด และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกประโยชน์และข้อจำกัดของการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้ (K)
2. สื่อสารและนำความรู้เรื่องการต่อหลอดไฟฟ้าไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (P)
3. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น (A)
4. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (A)
5. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)

#### สาระการเรียนรู้

การต่อหลอดไฟฟ้าแต่ละแบบสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน เช่น ถ้าต้องการใช้สวิตช์ 1 ตัวควบคุมหลอดไฟฟ้าทั้งหมด ต้องต่อแบบอนุกรม แต่ถ้าต้องการให้หลอดไฟฟ้าหลอดอื่นยังคงใช้ได้เมื่อมีบางหลอดเสีย ต้องต่อแบบขนาน

#### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1.ความสามารถในการสื่อสาร
  - การอธิบาย การเขียน การพูดหน้าชั้นเรียน
- 2.ความสามารถในการคิด
  - การสังเกต การคิดวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ การจำแนกประเภท การจัดจำแนก
  - การจัดระบบความคิดเป็นแผนภาพ การสร้างคำอธิบาย การอภิปราย การสื่อความหมาย
  - การทำกิจกรรมการทดลองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3.ความสามารถในการแก้ปัญหา
  - การแก้ปัญหาขณะปฏิบัติกิจกรรม
- 4.ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
  - กระบวนการกลุ่ม

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตวิทยาศาสตร์

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ร่วมกับแผนผังความคิด

#### ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1. ครูถามนักเรียนถึงสิ่งต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น
  - นักเรียนพบการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมที่ใดบ้าง (แนวคำตอบ ครัวโรงเรียนและร้านขายของในตลาดนัด)
  - นักเรียนพบการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานที่ใดบ้าง (แนวคำตอบ ห้องเรียน โรงอาหาร และห้องสมุด)
2. นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่อง การนำความรู้เรื่องการต่อหลอดไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์

#### ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องข้อดีและข้อจำกัดจากใบความรู้หรือในหนังสือเรียน โดยครูช่วยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน การเลือกต่อหลอดไฟฟ้าแบบใดขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การใช้งานเป็นหลัก และสามารถนำความรู้เรื่องการต่อหลอดไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้างในชีวิตประจำวัน
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดอภิปรายความรู้ที่ค้นคว้าเป็นแผนผังความคิด
3. ครูถามคำถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น
  - การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมมีข้อดีอย่างไร (แนวคำตอบ ใช้สวิตช์ 1 ตัวควบคุมหลอดไฟฟ้าทุกตัวได้ในครั้งเดียว)
  - การต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานมีข้อดีอย่างไร (แนวคำตอบ เมื่อหลอดไฟฟ้าเสียบางหลอด หลอดไฟฟ้าที่เหลือยังคงสว่างอยู่)
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามตามความคิดเห็นของแต่ละคน
5. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถามที่นักเรียนสงสัยจากการทำภาระงานอย่างน้อยคนละ 1 คำถาม ซึ่งครูให้นักเรียนเตรียมมาล่วงหน้า และให้นักเรียนช่วยกันตอบและแสดงความคิดเห็น

#### ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1. ครูให้นักเรียนสำรวจการต่อหลอดไฟฟ้าบริเวณโรงเรียนว่า เป็นการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมหรือแบบขนาน พร้อมนับจำนวนว่า พบการต่อแบบใด จำนวนเท่าใด จากนั้นนำผลการสำรวจมาอภิปรายร่วมกัน

2. ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบ ๆ บริเวณที่นักเรียนสำรวจและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

#### ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ และวิธีการดำเนินกิจกรรมในใบกิจกรรม การนำไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์ในบ้าน ร่วมกับเพื่อนภายในกลุ่มเดิม เพื่อทำความเข้าใจเป้าหมายของการทำกิจกรรม จากนั้นครูตรวจสอบ ความเข้าใจในการอ่านด้วยคำถามว่ากิจกรรมนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องอะไร กิจกรรมนี้มีจุดประสงค์อะไร

#### ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง

1. โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอย่างรวมพลังวางแผน ออกแบบ และประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ของเล่น ของใช้ จากการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานในวงจรไฟฟ้า โดยเลือกใช้วัสดุอย่างประหยัดและคุ้มค่า จัดทำเป็นชิ้นงาน

#### ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา

1. ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผังโน้ตทัศน์ และสิ่งประดิษฐ์ ของเล่น ของใช้จากการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานในวงจรไฟฟ้าโดยจัดแยกให้สมาชิกกลุ่มของตนเองกระจายไปทุกกลุ่มไปรับฟังการนำเสนอ และตอบข้อซักถามของกลุ่มอื่น

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับวิธีการทำงานให้เห็นการคิดเชิงระบบและวิธีการทำงานที่มีแบบแผน

3. นักเรียนร่วมกันจัดประกวดสิ่งประดิษฐ์ในรูปแบบเดินชมนิทรรศการที่ลานอเนกประสงค์ของโรงเรียน เพื่อเผยแพร่ความรู้ให้เพื่อนนักเรียนในโรงเรียนเดินชม และคัดเลือกผลงานที่ดีเด่นมอบให้ห้องวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนต่อไป

4. นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับการต่อหลอดไฟฟ้า ไปบอกผู้ปกครองเกี่ยวกับการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม และแบบขนานในบ้าน

5. นักเรียนร่วมกันจัดแสดงผลงานของนักเรียนเพื่อเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนผลิตผลงานที่ดี และได้เห็นผลงานที่หลากหลายของเพื่อน เป็นการเปิดความคิดของนักเรียนให้กว้างขึ้น

#### สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. แหล่งการเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

#### การประเมินผลวัดผล

1. ประเมินความรู้ เรื่อง การนำความรู้เรื่องการต่อหลอดไฟไปใช้ประโยชน์ (K) ด้วยแบบทดสอบ
2. ประเมินชิ้นงาน การนำความรู้เรื่องการต่อหลอดไฟไปใช้ประโยชน์ (P) ด้วยแบบประเมิน
3. ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน (A) ด้วยแบบประเมิน

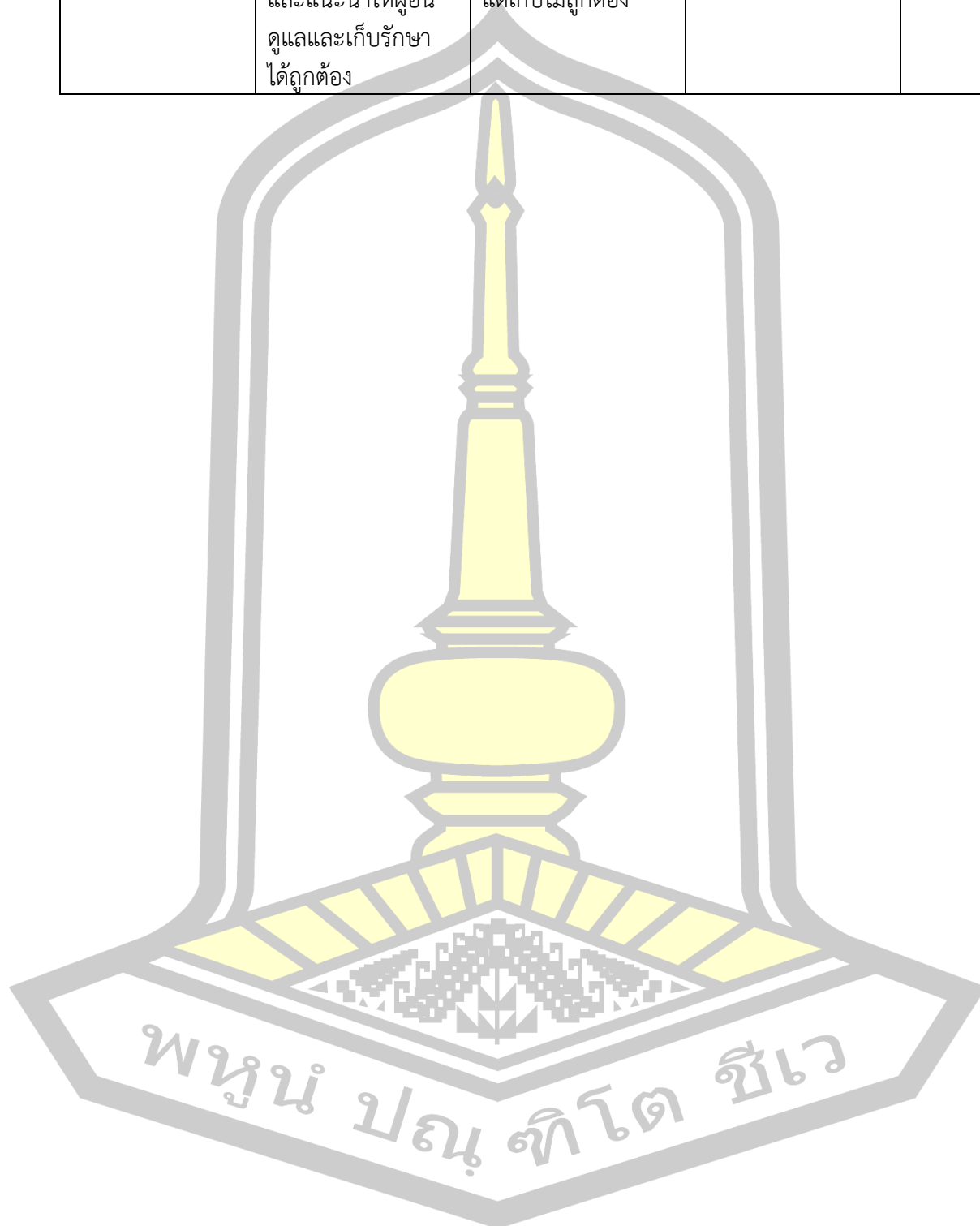


## แบบประเมินตามสภาพจริง Rubric

## แบบประเมินชิ้นงาน แบบจำลอง/สิ่งประดิษฐ์

| รายการการประเมิน                             | ระดับคุณภาพ                                                                                                                              |                                                                                                                                               |                                                                                                                |                                                                                 |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | 4                                                                                                                                        | 3                                                                                                                                             | 2                                                                                                              | 1                                                                               |
| 1.การวางแผนในการออกแบบ                       | วางแผนในการออกแบบอย่างคิดสร้างสรรค์ เหมาะสม มีความละเอียด และมีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของวิธีการทั้งหมด | วางแผนที่จะออกแบบอย่างคิดริเริ่ม และเหมาะสม มีความละเอียด แต่ไม่มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม และไม่ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของวิธีการ | วางแผนที่จะออกแบบอย่างเหมาะสม แต่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ ไม่มีความละเอียด และไม่มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม | วางแผนที่จะออกแบบตามแบบอย่าง โดยไม่มีความคิดสร้างสรรค์ หรือออกแบบตามที่ครูแนะนำ |
| 2.การเลือกใช้วัสดุ                           | เลือกใช้วัสดุในท้องถิ่นได้อย่างสร้างสรรค์ด้วยตนเอง ราคาถูก และสามารถใช้งานได้ อย่างทนทาน                                                 | เลือกใช้วัสดุในท้องถิ่นได้อย่างคิดริเริ่ม ราคาถูก และสามารถใช้งานได้                                                                          | เลือกใช้วัสดุในท้องถิ่นได้ราคาถูก และสามารถใช้งานได้                                                           | ไม่ใช้วัสดุในท้องถิ่น แต่ใช้วัสดุที่มีราคาแพง                                   |
| 3.การประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบ                 | ประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบอย่างเป็นขั้นตอนด้วยความคล่องแคล่ว มีการปรับปรุงเป็นระยะ ๆ                                                        | ประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบอย่างเป็นขั้นตอนด้วยความคล่องแคล่ว มีการปรับปรุงบ้าง                                                                   | ประดิษฐ์ตามแผนที่ออกแบบอย่างเป็นขั้นตอน แต่มีการแก้ไขปรับปรุงเป็นระยะบ้าง                                      | ประดิษฐ์ข้ามขั้นตอน และไม่มีการปรับปรุง                                         |
| 4.การนำเสนอแบบจำลอง/สิ่งประดิษฐ์             | นำเสนอแบบจำลอง/สิ่งประดิษฐ์ โดยนำไปใช้ได้จริงถูกต้อง น่าสนใจ และชัดเจน มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม                                   | นำเสนอแบบจำลอง/สิ่งประดิษฐ์ โดยนำไปใช้ได้จริงถูกต้อง น่าสนใจ และชัดเจน แต่ไม่มีการเชื่อมโยงให้เห็นเป็นภาพรวม                                  | นำเสนอแบบจำลอง/สิ่งประดิษฐ์ได้ แต่ไม่ชัดเจน ต้องมีการยกตัวอย่างเพิ่มเติม ให้เข้าใจง่าย                         | นำเสนอแบบจำลอง/สิ่งประดิษฐ์ที่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ ไม่สื่อความหมาย ไม่ชัดเจน     |
| 5.การดูแลและการเก็บอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือ | ดูแล เก็บ และทำความสะอาดอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการออกแบบ และประดิษฐ์อย่าง                                                            | ดูแล และทำความสะอาดอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการออกแบบและประดิษฐ์                                                                            | ดูแล เก็บ และทำความสะอาดอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการออกแบบและประดิษฐ์ แต่ไม่                                 | ไม่ดูแลอุปกรณ์และ/หรือเครื่องมือในการออกแบบและประดิษฐ์ และไม่สนใจทำความสะอาด    |

|  |                                                                            |                                   |         |                   |
|--|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------|-------------------|
|  | ถูกต้อง ตามหลักการ<br>และแนะนำให้ผู้อื่น<br>ดูแลและเก็บรักษา<br>ได้ถูกต้อง | อย่างถูกต้อง<br>แต่เก็บไม่ถูกต้อง | ถูกต้อง | และเก็บไม่ถูกต้อง |
|--|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------|-------------------|



บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

บันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านความรู้

ด้านทักษะกระบวนการ

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ปัญหาและอุปสรรค

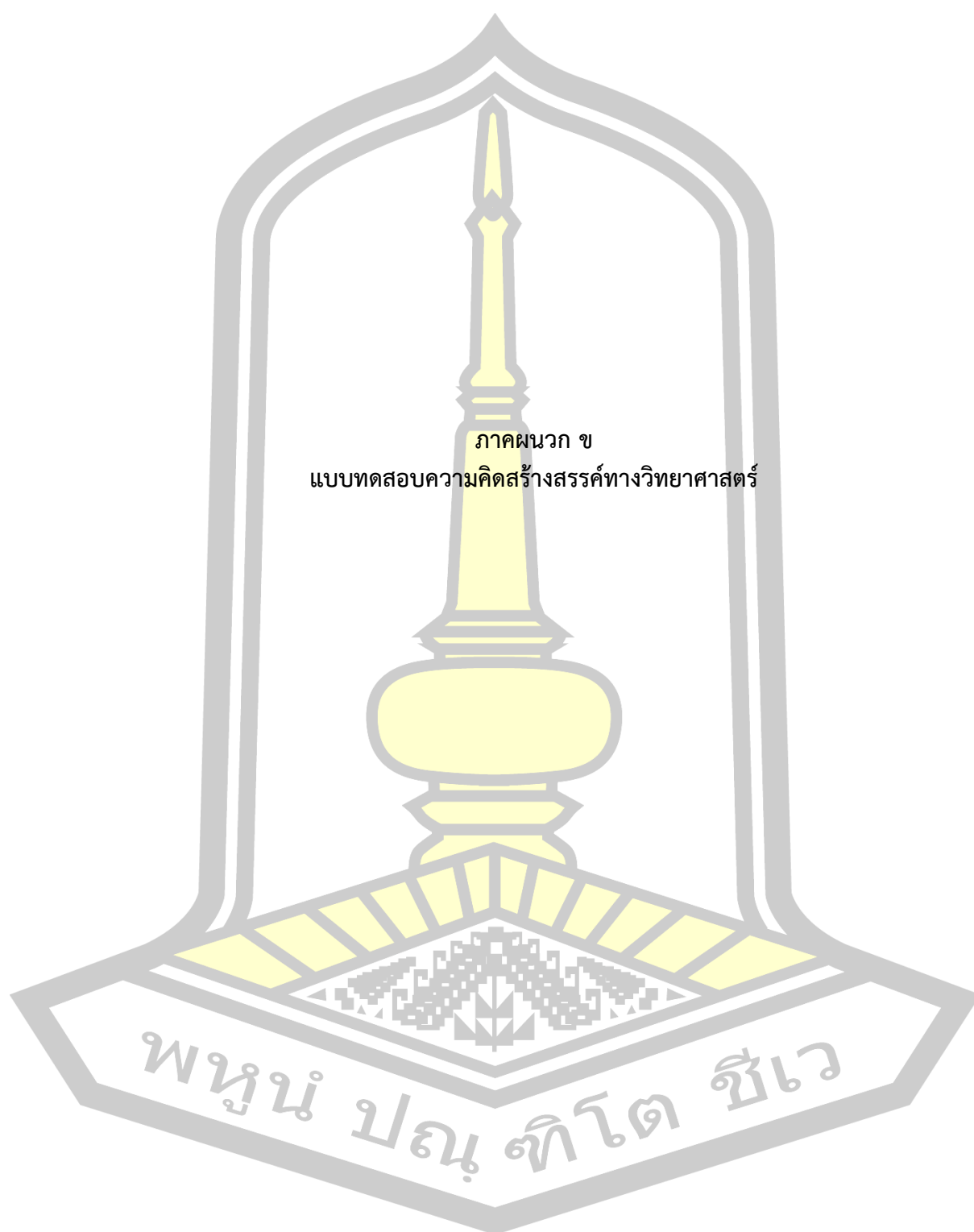
แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ .....

(.....)

ครูผู้สอนและบันทึก

พูน ปณ จิตใต้ชีวะ



ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

### แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 1

**คำสั่ง** ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบของนักเรียนให้มากที่สุด แบบทดสอบไม่มีผลต่อรายวิชา วิทยาศาสตร์และแบบทดสอบไม่มีคำตอบที่ผิดดังนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของนักเรียนอย่างอิสระ

1. วงจรไฟฟ้าอย่างง่ายประกอบไปด้วย 3 อย่าง คือ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สายไฟ เครื่องใช้ไฟฟ้า ให้นักเรียนเปรียบเทียบว่า 3 อย่างที่กล่าวมาเหมือนกับอะไรที่พบในชีวิตประจำวัน

ตอบ 1.....

เหตุผล.....

2.....

เหตุผล.....

3.....

เหตุผล.....

4.....

เหตุผล.....

5.....

เหตุผล.....

อื่น ๆ.....

2. นักเรียนคิดว่าวงจรไฟฟ้ามีประโยชน์อย่างไรต่อนักเรียน โดยให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ได้คำตอบและมีรายละเอียดมากที่สุด

ตอบ 1.....

เหตุผล.....

2.....

เหตุผล.....

3.....

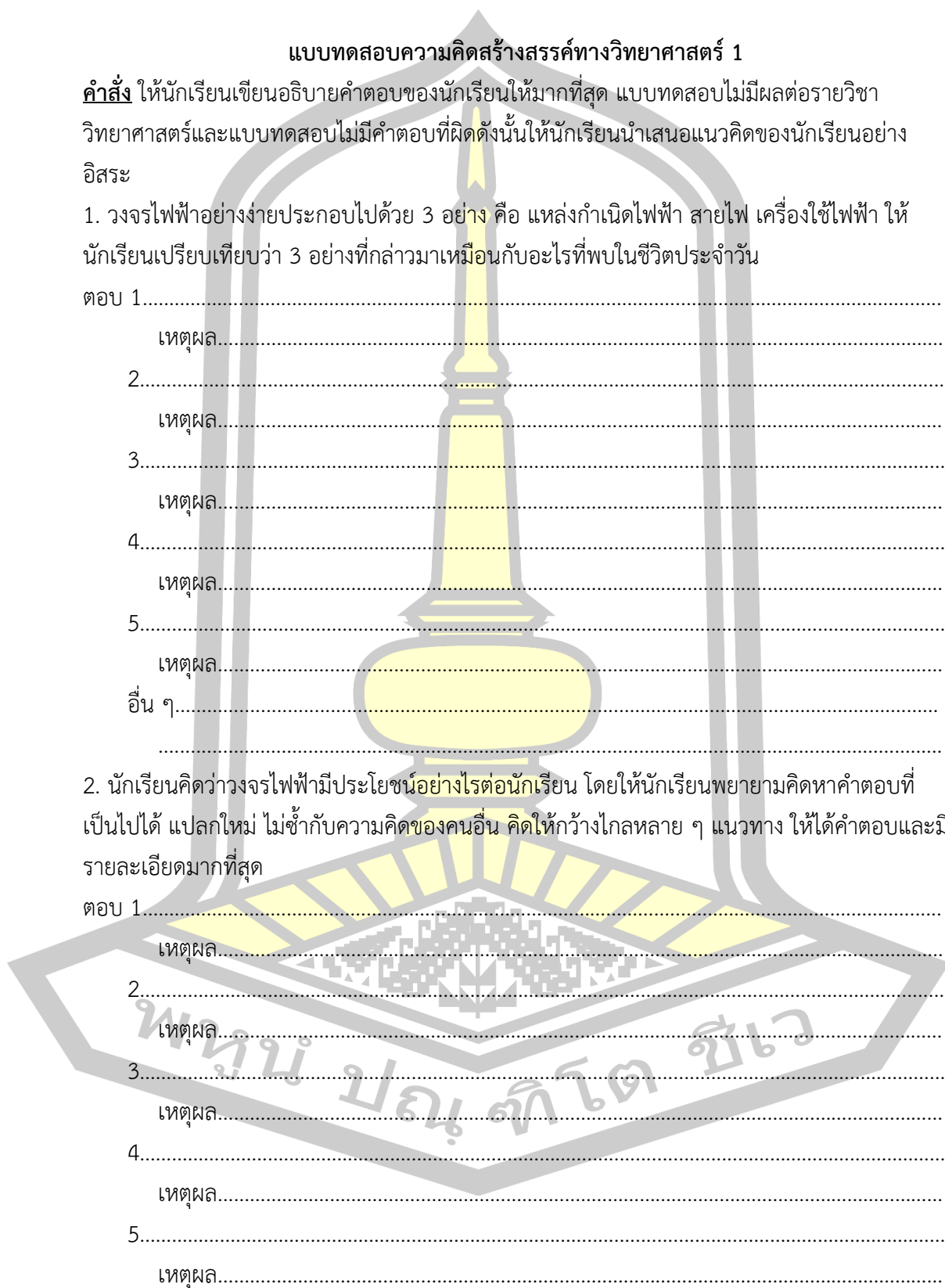
เหตุผล.....

4.....

เหตุผล.....

5.....

เหตุผล.....



อื่น ๆ.....

3. ให้นักเรียนยกตัวอย่างวิธีการต่อวงจรอย่างง่าย โดยให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้  
แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ได้คำตอบและมี  
รายละเอียดมากที่สุด

ตอบ 1.....

เหตุผล.....

2.....

เหตุผล.....

3.....

เหตุผล.....

4.....

เหตุผล.....

5.....

เหตุผล.....

อื่น ๆ.....

4. นักเรียนจะนำวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายมาใช้ประโยชน์อย่างไรได้บ้าง โดยให้นักเรียนพยายามคิดหา  
คำตอบที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ได้  
คำตอบและมีรายละเอียดมากที่สุด

ตอบ 1.....

เหตุผล.....

2.....

เหตุผล.....

3.....

เหตุผล.....

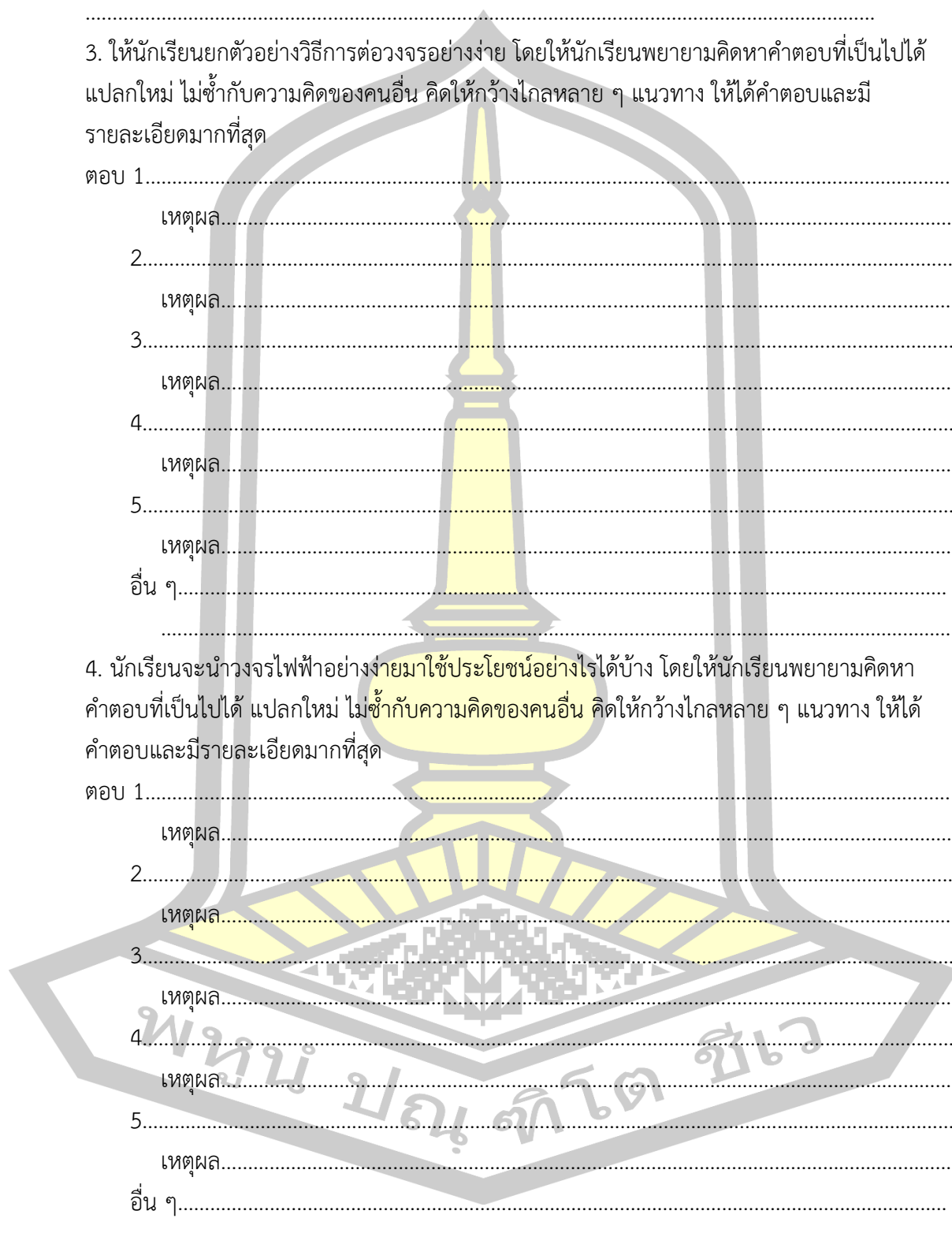
4.....

เหตุผล.....

5.....

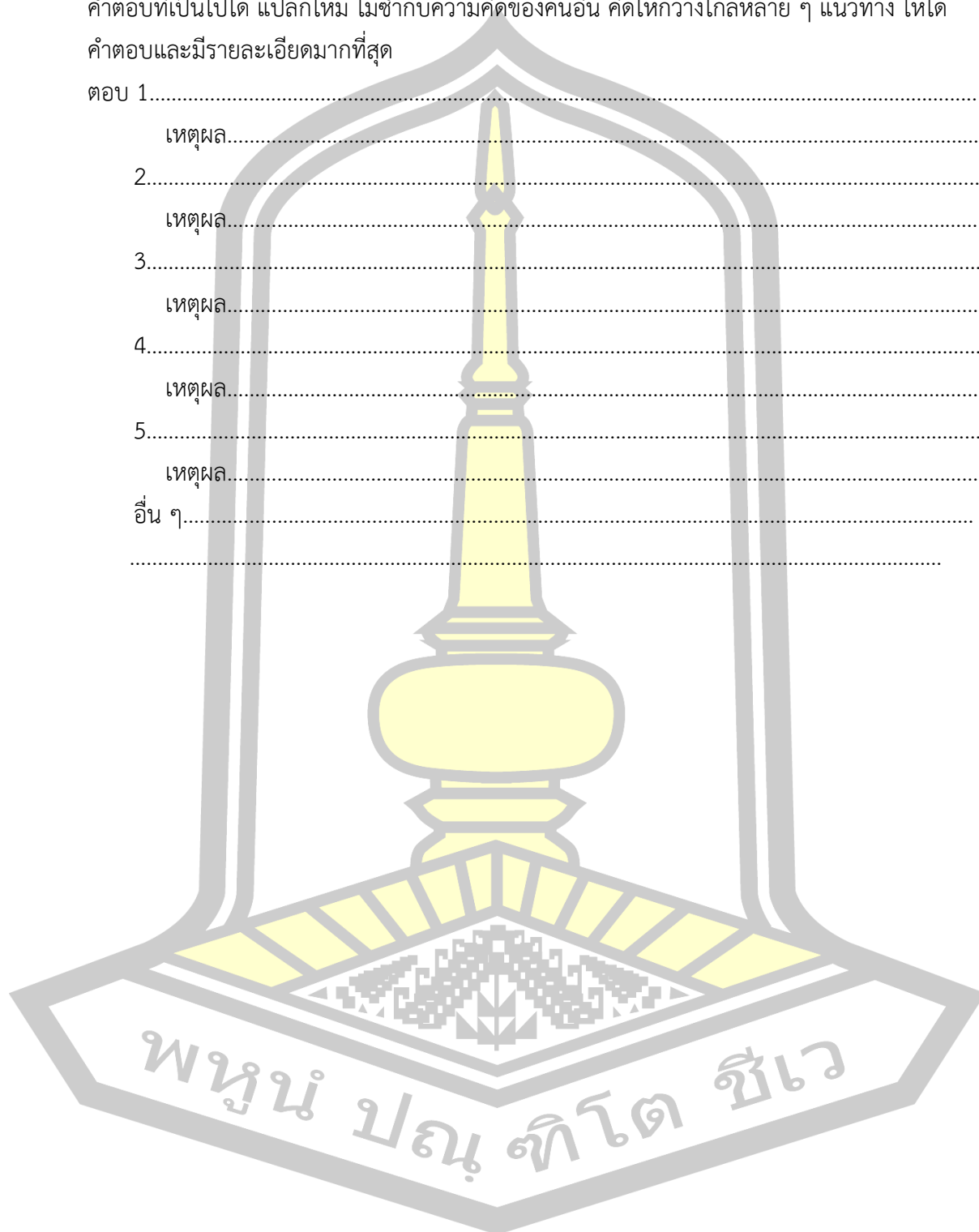
เหตุผล.....

อื่น ๆ.....



5. ถ้าไม่มีถ่านไฟฉาย นักเรียนคิดว่าจะนำสิ่งใดมาทดแทนได้บ้าง โดยให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ได้คำตอบและมีรายละเอียดมากที่สุด

- ตอบ 1.....  
 เหตุผล.....  
 2.....  
 เหตุผล.....  
 3.....  
 เหตุผล.....  
 4.....  
 เหตุผล.....  
 5.....  
 เหตุผล.....  
 อื่น ๆ.....  
 .....





ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

### แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 2

**คำสั่ง** ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบของนักเรียนให้มากที่สุด แบบทดสอบไม่มีผลต่อรายวิชา วิทยาศาสตร์และแบบทดสอบไม่มีคำตอบที่ผิดดังนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของนักเรียนอย่าง อิสระ

1. นักเรียนคิดว่าการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมมีประโยชน์อย่างไรต่อนักเรียน โดยให้นักเรียน พยายามคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ได้คำตอบและมีรายละเอียดมากที่สุด

ตอบ 1.....  
 เหตุผล.....  
 2.....  
 เหตุผล.....  
 3.....  
 เหตุผล.....  
 4.....  
 เหตุผล.....  
 5.....  
 เหตุผล.....  
 อื่น ๆ.....

2. นักเรียนคิดว่าการต่อหลอดไฟฟ้าแบบขนานมีประโยชน์อย่างไรต่อนักเรียน โดยให้นักเรียนพยายาม คิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ ได้คำตอบและมีรายละเอียดมากที่สุด

ตอบ 1.....  
 เหตุผล.....  
 2.....  
 เหตุผล.....  
 3.....  
 เหตุผล.....  
 4.....  
 เหตุผล.....  
 5.....  
 เหตุผล.....

อื่น ๆ.....

3. หากในชีวิตประจำวันนักเรียนไม่มีไฟฟ้าใช้ นักเรียนคิดว่าชีวิตของนักเรียนจะเป็นอย่างไร โดยให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ได้คำตอบและมีรายละเอียดมากที่สุด

ตอบ 1.....

เหตุผล.....

2.....

เหตุผล.....

3.....

เหตุผล.....

4.....

เหตุผล.....

5.....

เหตุผล.....

อื่น ๆ.....

4. นักเรียนจะนำการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานมาใช้ประโยชน์อย่างไรได้บ้าง โดยให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ได้คำตอบและมีรายละเอียดมากที่สุด

ตอบ 1.....

เหตุผล.....

2.....

เหตุผล.....

3.....

เหตุผล.....

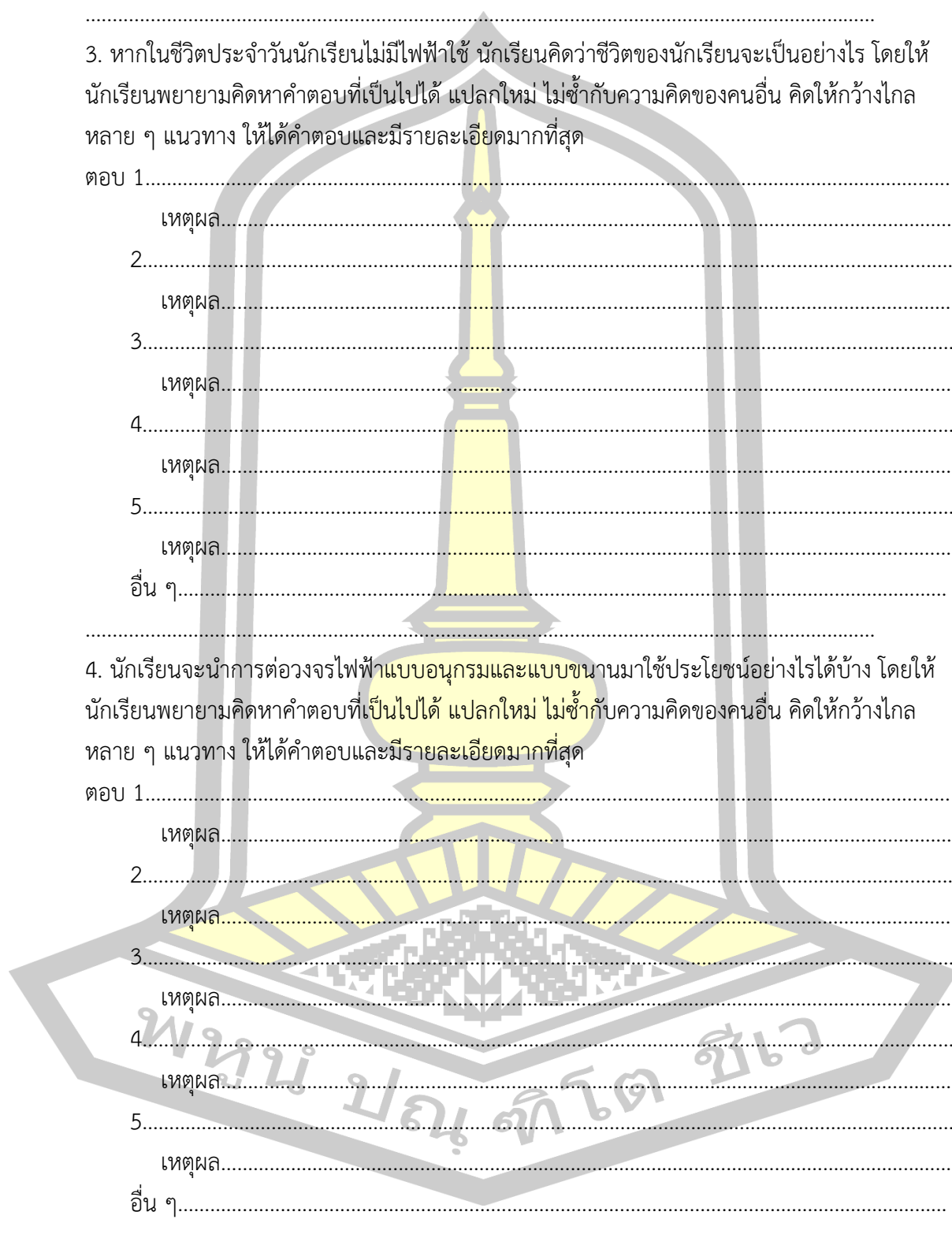
4.....

เหตุผล.....

5.....

เหตุผล.....

อื่น ๆ.....



5. ถ้าเกิดว่าไฟฟ้าในบ้านของนักเรียนดับ นักเรียนจะมีวิธีแก้ไขอย่างไรบ้าง โดยให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ได้คำตอบและมีรายละเอียดมากที่สุด

ตอบ 1.....

เหตุผล.....

2.....

เหตุผล.....

3.....

เหตุผล.....

4.....

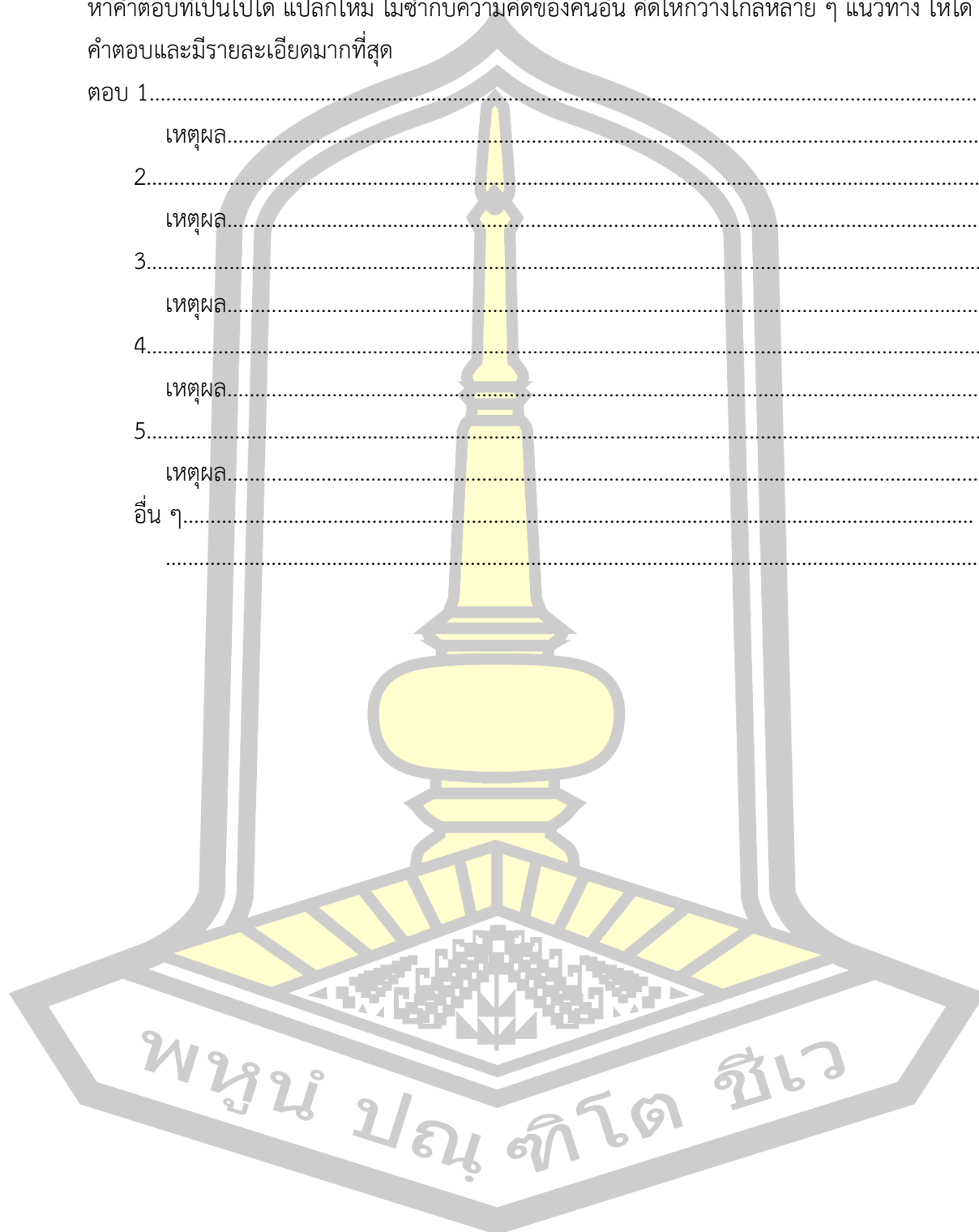
เหตุผล.....

5.....

เหตุผล.....

อื่น ๆ.....

.....



ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

### แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 3

**คำสั่ง** ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบของนักเรียนให้มากที่สุด แบบทดสอบไม่มีผลต่อรายวิชา วิทยาศาสตร์และแบบทดสอบไม่มีคำตอบที่ผิดดังนั้นให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของนักเรียนอย่าง อิสระ

1. เมื่อนักเรียนกำลังต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายแล้วคุณครูไม่มีสายไฟมาให้ นักเรียนจะใช้อะไรบ้างในการ แทนสายไฟ โดยให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ได้คำตอบและมีรายละเอียดมากที่สุด

ตอบ 1.....

เหตุผล.....

2.....

เหตุผล.....

3.....

เหตุผล.....

4.....

เหตุผล.....

5.....

เหตุผล.....

อื่น ๆ.....

2. เมื่อนักเรียนต่อวงจรไฟฟ้าสำเร็จปรากฏว่าฉนวนที่หุ้มสายไฟที่ขายหายไป นักเรียนจะใช้สิ่งใดมา ทดแทนเพื่อป้องกันไม่ให้โดนไฟดูด โดยให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำ กับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ได้คำตอบและมีรายละเอียดมากที่สุด

ตอบ 1.....

เหตุผล.....

2.....

เหตุผล.....

3.....

เหตุผล.....

4.....

เหตุผล.....

5.....

เหตุผล.....

อื่น ๆ.....

3.นักเรียนคิดว่าความรู้เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้ามีประโยชน์ต่อนักเรียนอย่างไร โดยให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ได้คำตอบและมีรายละเอียดมากที่สุด

ตอบ 1.....

เหตุผล.....

2.....

เหตุผล.....

3.....

เหตุผล.....

4.....

เหตุผล.....

5.....

เหตุผล.....

อื่น ๆ.....

4. นักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการช่วยประหยัดการใช้ไฟฟ้าทั้งในบ้านและในโรงเรียน โดยให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ได้คำตอบและมีรายละเอียดมากที่สุด

ตอบ 1.....

เหตุผล.....

2.....

เหตุผล.....

3.....

เหตุผล.....

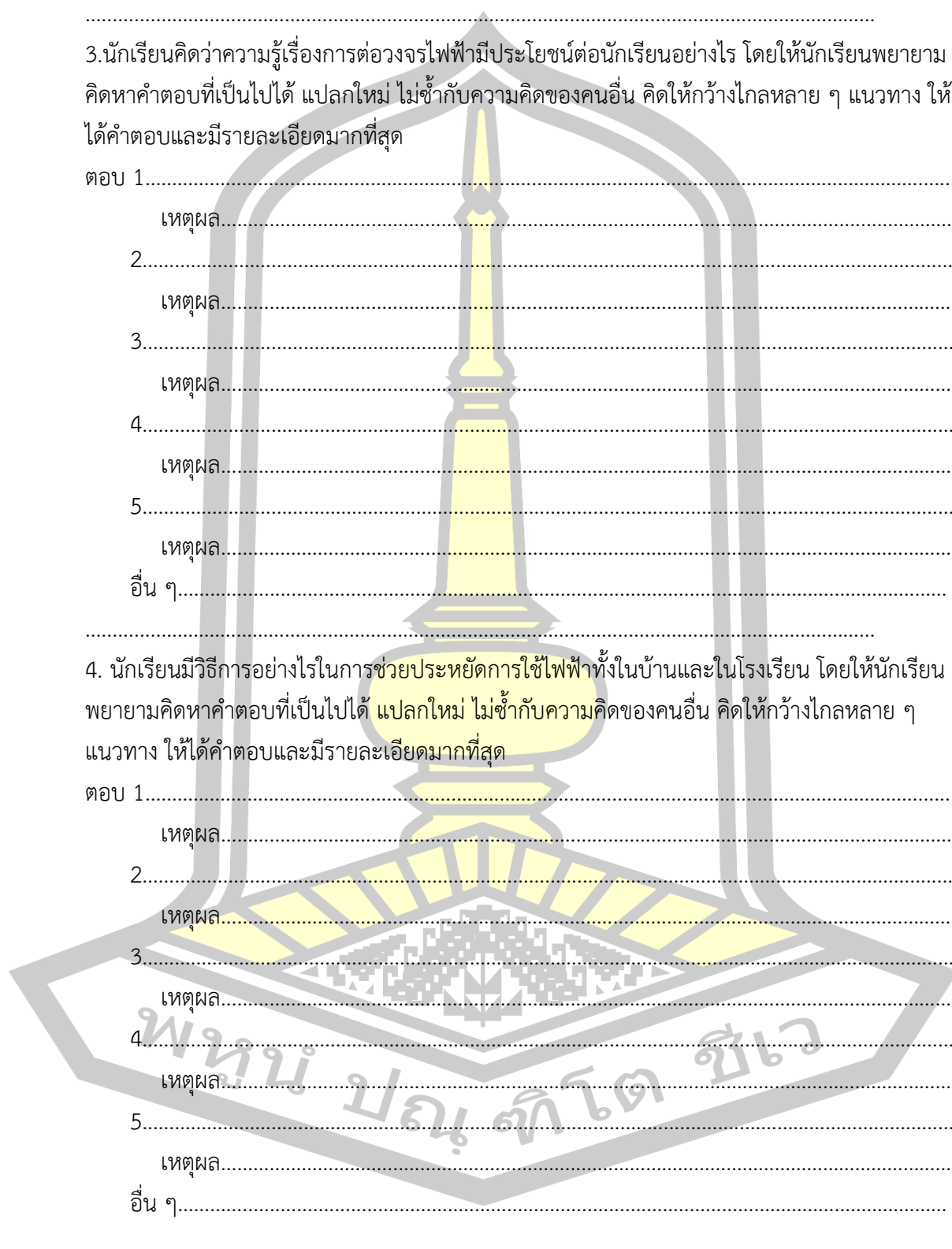
4.....

เหตุผล.....

5.....

เหตุผล.....

อื่น ๆ.....



5. ถ้าให้นักเรียนประดิษฐ์ของใช้ไฟฟ้าที่เอื้อประโยชน์แก่นักเรียน นักเรียนจะประดิษฐ์อะไรบ้าง โดยให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่น คิดให้กว้างไกลหลาย ๆ แนวทาง ให้ได้คำตอบและมีรายละเอียดมากที่สุด

ตอบ 1.....

เหตุผล.....

2.....

เหตุผล.....

3.....

เหตุผล.....

4.....

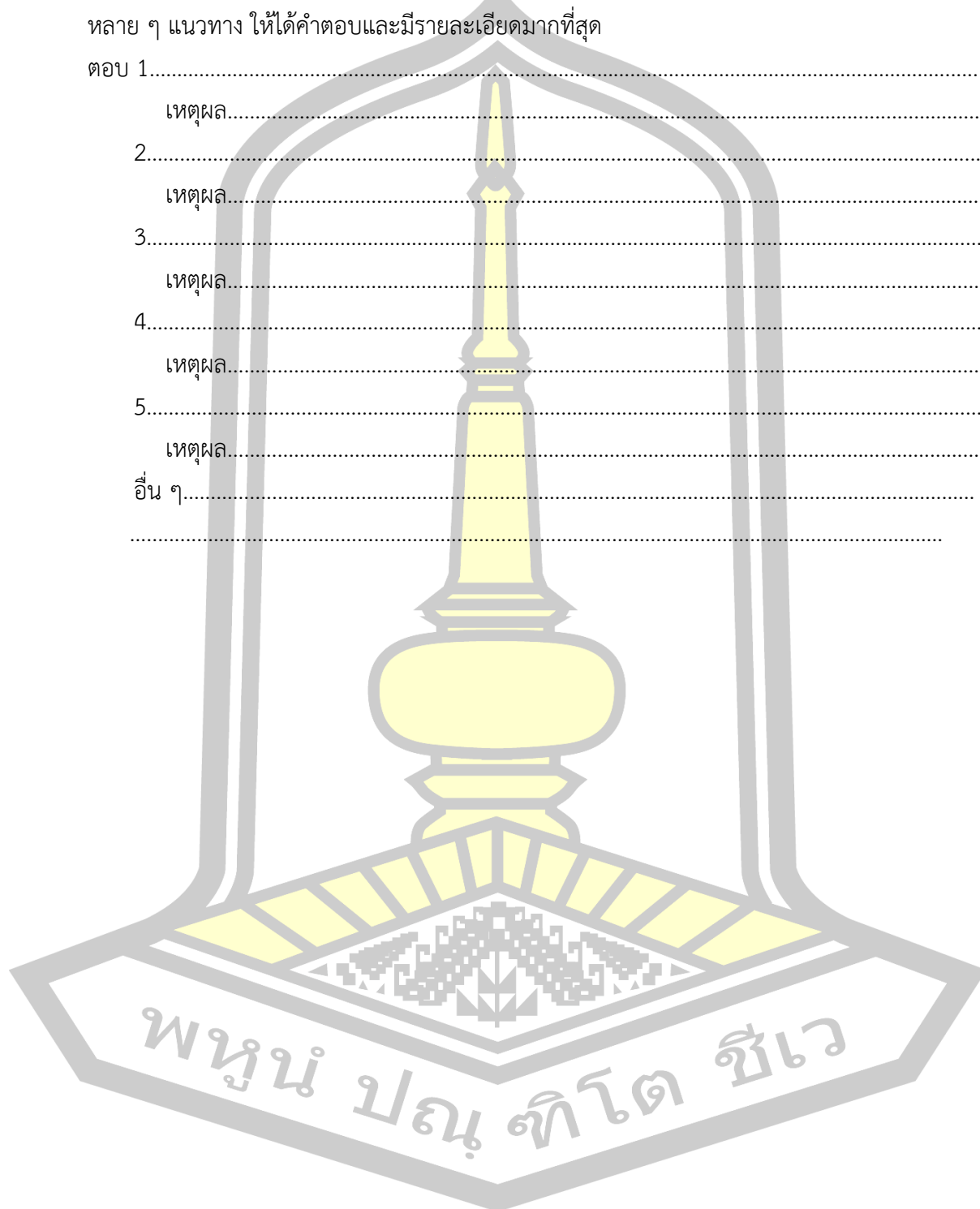
เหตุผล.....

5.....

เหตุผล.....

อื่น ๆ.....

.....



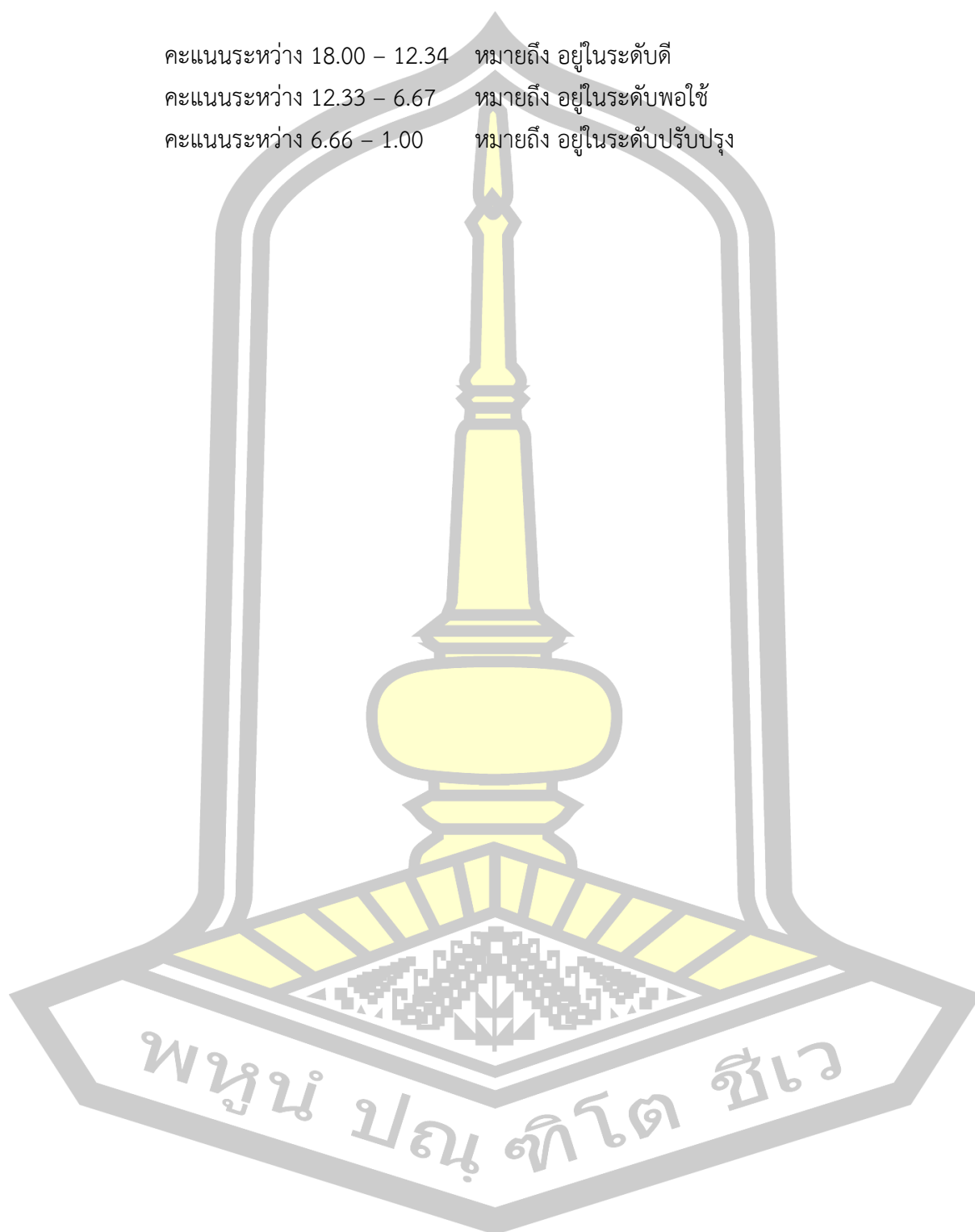
## เกณฑ์การพิจารณาคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

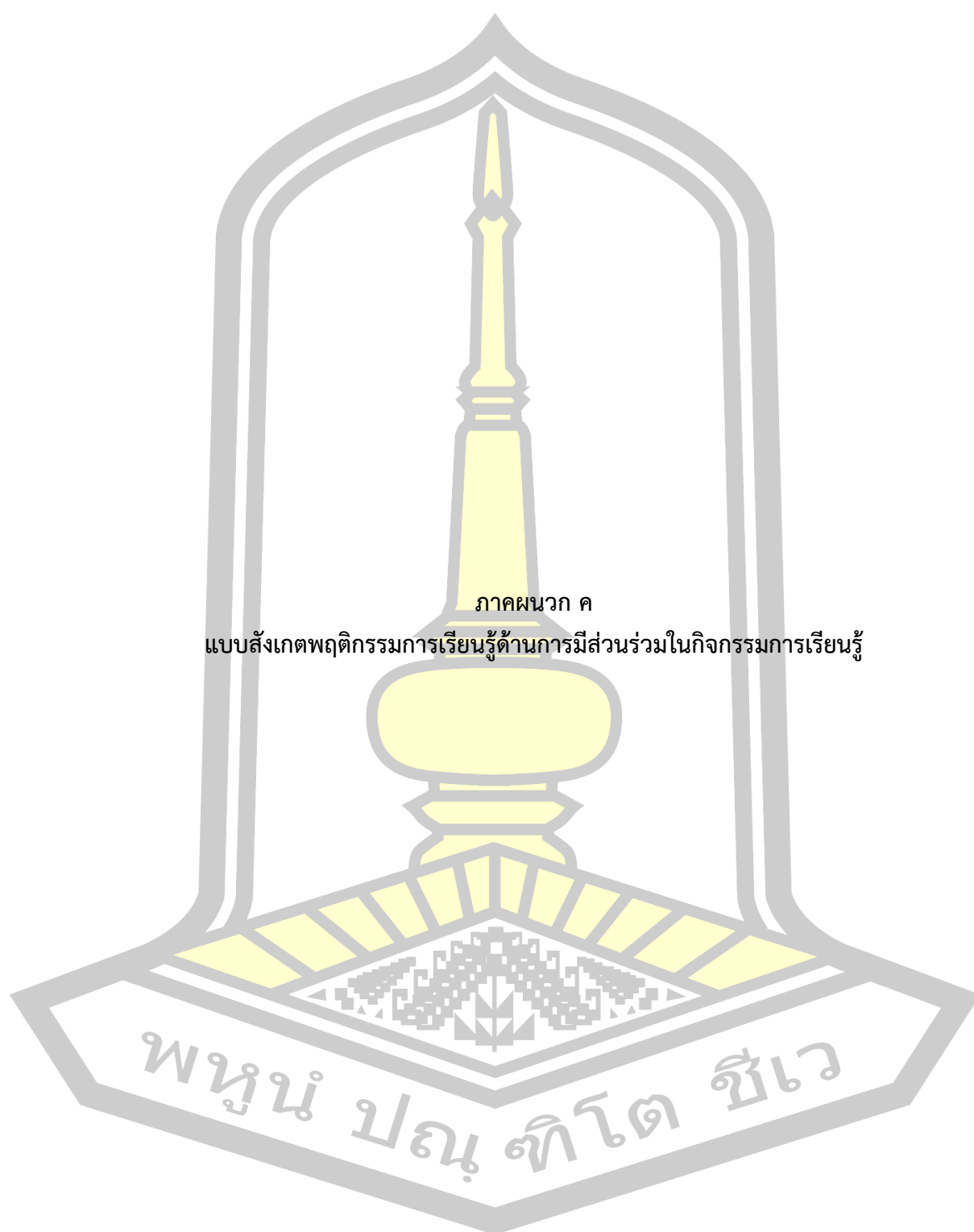
| องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทาง<br>วิทยาศาสตร์ |                                                                                  | ระดับคะแนน                                                                                                  |                                                                                                            |             |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|                                               |                                                                                  | 2 คะแนน                                                                                                     | 1 คะแนน                                                                                                    | 0 คะแนน     |
| 1.ด้าน<br>คุณสมบัติ<br>(Trail)                | 1.1 ความคิดคล่องแคล่ว<br>(Fluency)                                               | มีจำนวนคำตอบ<br>มากกว่า 3 คำตอบ                                                                             | มีจำนวนคำตอบ<br>1- 3 คำตอบ                                                                                 | ไม่ตอบคำถาม |
|                                               | 1.2 ความคิดยืดหยุ่น<br>(Flexibility)                                             | มีจำนวนวิธีการแก้ปัญหา<br>มากกว่า 3 คำตอบ                                                                   | มีจำนวนวิธีการแก้ปัญหา<br>1- 3 คำตอบ                                                                       | ไม่ตอบคำถาม |
|                                               | 1.3 ความคิดริเริ่ม<br>(Originality)                                              | มีคำตอบหรือวิธีการที่<br>แปลกใหม่ที่บนพื้นฐาน<br>ทางวิทยาศาสตร์                                             | มีคำตอบหรือวิธีการที่<br>ไม่แตกต่างจากไปจาก<br>คำตอบของคนอื่น ๆ                                            | ไม่ตอบคำถาม |
| 2. ด้าน<br>ผลิตภัณฑ์<br>(Product)             | 2.1 ประโยชน์ของ<br>ผลิตภัณฑ์<br>(Technical Product)                              | มีการนำความรู้หรือ<br>ข้อมูลที่มีมาคิดหา<br>คำตอบ                                                           | ไม่มีการนำความรู้<br>หรือข้อมูลที่มีมา<br>คิดหาคำตอบ                                                       | ไม่ตอบคำถาม |
|                                               | 2.2 การนำความรู้<br>ทางวิทยาศาสตร์มา<br>ใช้สร้างผลิตภัณฑ์<br>(Science Knowledge) | มีการนำหลักการทาง<br>วิทยาศาสตร์มาให้<br>เหตุผลประกอบ                                                       | ไม่มีการนำหลักการทาง<br>วิทยาศาสตร์มาให้<br>เหตุผลประกอบ                                                   | ไม่ตอบคำถาม |
|                                               | 2.3 ความเข้าใจใน<br>ปรากฏการณ์<br>(Science<br>Phenomena)                         | คำตอบเชื่อมโยงถึงความ<br>เข้าใจในปรากฏการณ์<br>ทางธรรมชาติ โดยอยู่บน<br>พื้นฐานและหลักการทาง<br>วิทยาศาสตร์ | คำตอบไม่เชื่อมโยงถึง<br>ความเข้าใจปรากฏการณ์<br>ทางธรรมชาติ ไม่<br>คำนึงถึงความเป็นไปได้<br>ทางวิทยาศาสตร์ | ไม่ตอบคำถาม |
|                                               | 2.4 การตั้งปัญหา<br>ทางวิทยาศาสตร์<br>(Science Problem)                          | มีคำตอบที่เกิดจากการ<br>นำความรู้ทาง<br>วิทยาศาสตร์มาใช้ โดย<br>การให้เหตุผลทาง<br>วิทยาศาสตร์ประกอบ        | ไม่มีคำตอบที่เกิดจาก<br>การนำความรู้ทาง<br>วิทยาศาสตร์มาใช้                                                | ไม่ตอบคำถาม |
| 3.ด้าน<br>กระบวนการ<br>(Process)              | 3.1 การคิดอย่างมี<br>เหตุผล (Thinking)                                           | มีการใช้เหตุผล<br>ประกอบการตอบคำถาม<br>ทุกการตอบในแต่ละ<br>ประเด็น                                          | ไม่มีการใช้เหตุผล<br>ประกอบการตอบคำถาม                                                                     | ไม่ตอบคำถาม |
|                                               | 3.2 จินตนาการ<br>(Imagination)                                                   | มีคำตอบที่แสดงให้เห็น<br>ถึงการคิดล่วงหน้า หรือ<br>เหตุการณ์ที่คาดว่าจะ<br>เกิดขึ้น                         | ไม่มีคำตอบที่แสดงให้เห็น<br>ถึงการคิดล่วงหน้า<br>หรือเหตุการณ์ที่คาดว่าจะ<br>เกิดขึ้น                      | ไม่ตอบคำถาม |



เกณฑ์การแปลผลระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แบ่งการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ

|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| คะแนนระหว่าง 18.00 – 12.34 | หมายถึง อยู่ในระดับดี       |
| คะแนนระหว่าง 12.33 – 6.67  | หมายถึง อยู่ในระดับพอใช้    |
| คะแนนระหว่าง 6.66 – 1.00   | หมายถึง อยู่ในระดับปรับปรุง |

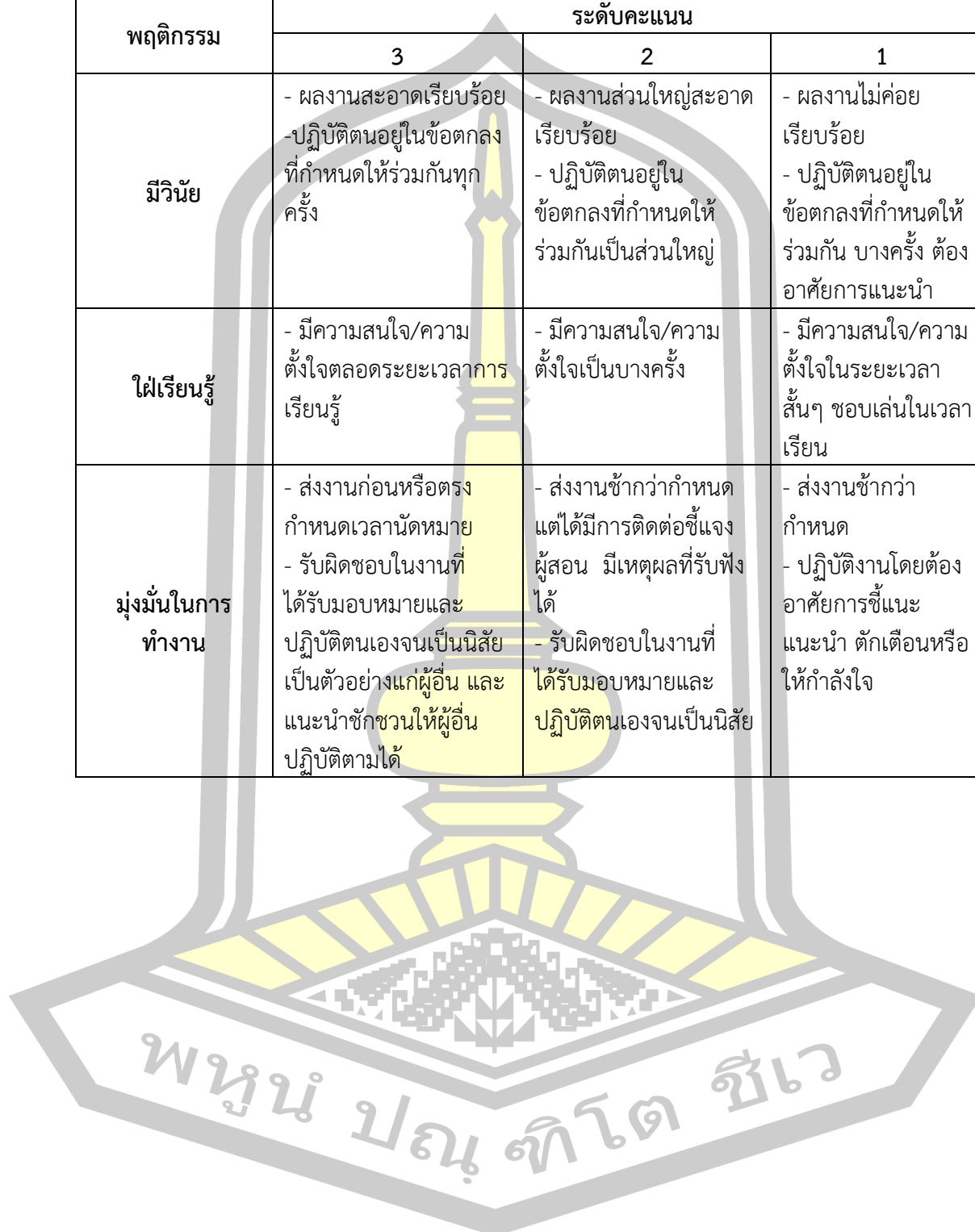


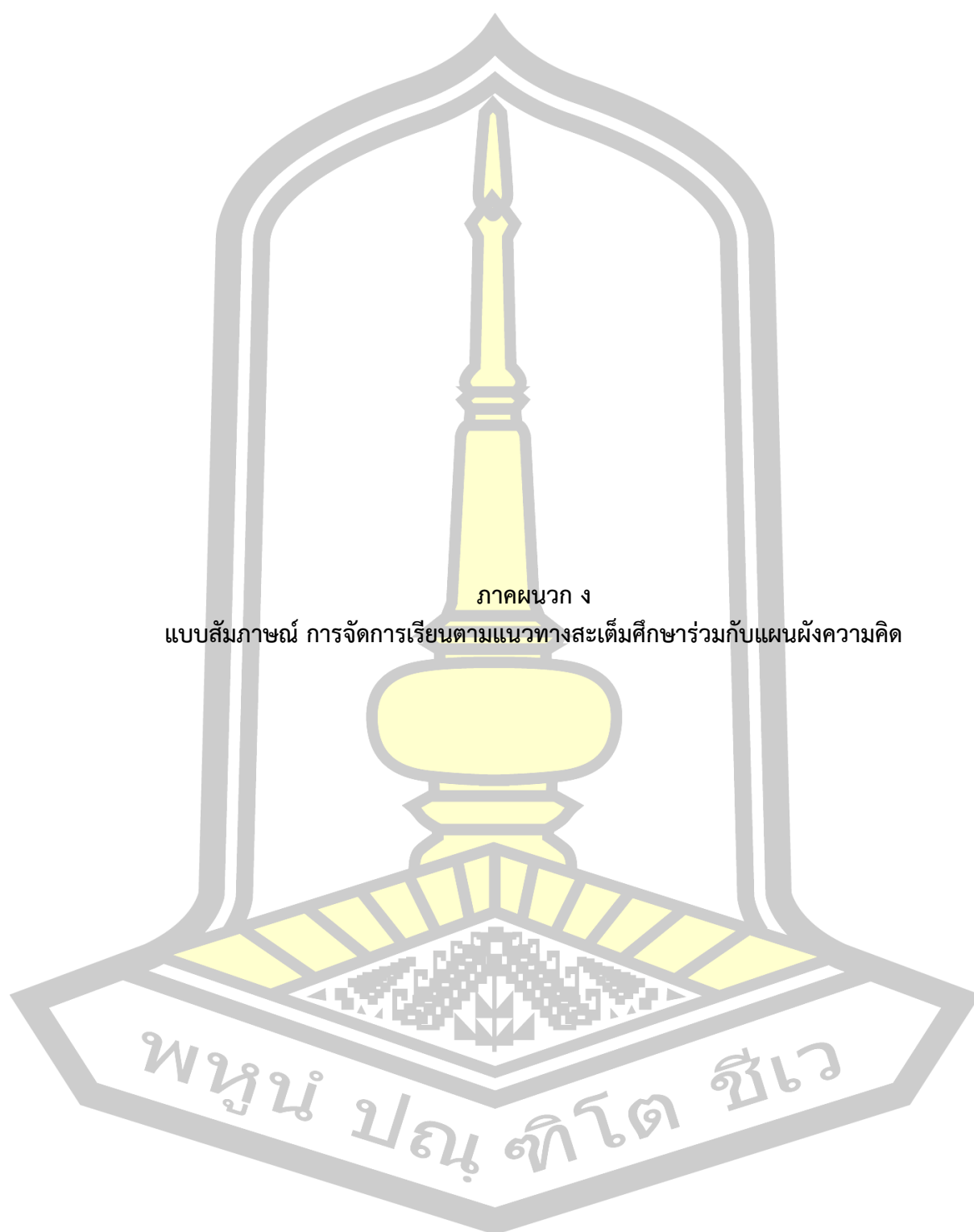




## เกณฑ์การให้คะแนน

| พฤติกรรม           | ระดับคะแนน                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                          |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | 3                                                                                                                                                                                                                      | 2                                                                                                                                                                                             | 1                                                                                                                                                        |
| มีวินัย            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ผลงานสะอาดเรียบร้อย</li> <li>- ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันทุกครั้ง</li> </ul>                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ผลงานส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย</li> <li>- ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่</li> </ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ผลงานไม่ค่อยเรียบร้อย</li> <li>- ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกัน บางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ</li> </ul> |
| ใฝ่เรียนรู้        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีความสนใจ/ความตั้งใจตลอดระยะเวลาการเรียนรู้</li> </ul>                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีความสนใจ/ความตั้งใจเป็นบางครั้ง</li> </ul>                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- มีความสนใจ/ความตั้งใจในระยะเวลาสั้นๆ ชอบเล่นในเวลาเรียน</li> </ul>                                              |
| มุ่งมั่นในการทำงาน | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลานัดหมาย</li> <li>- รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติตนเองจนเป็นนิสัย เป็นตัวอย่างแก่ผู้อื่น และแนะนำชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติตามได้</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้</li> <li>- รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติตนเองจนเป็นนิสัย</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งงานช้ากว่ากำหนด</li> <li>- ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะแนะนำ ตักเตือนหรือให้กำลังใจ</li> </ul>            |





### แบบสัมภาษณ์นักเรียน

เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับ

การจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับแผนผังความคิด

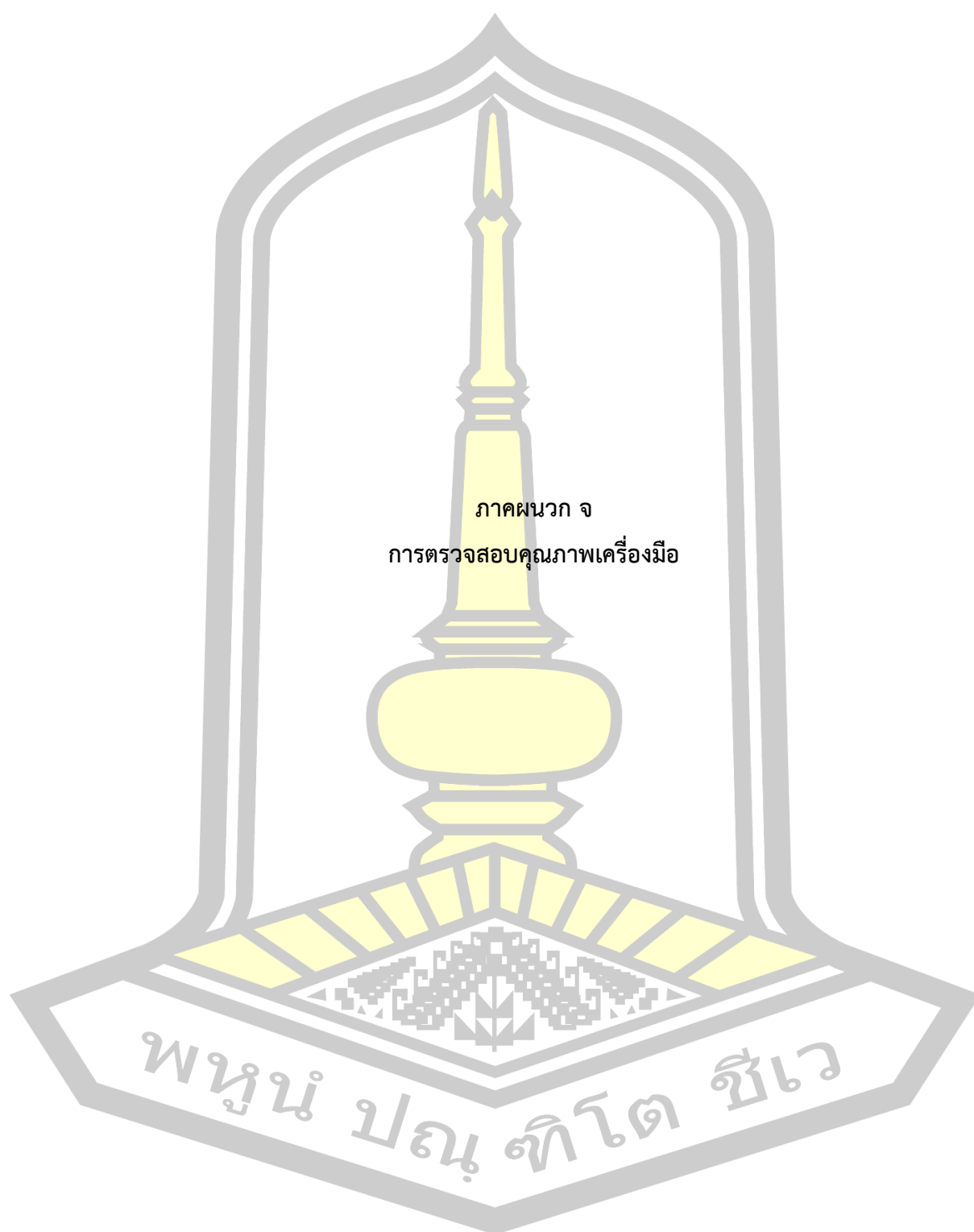
กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านนาตากาง

ชื่อนักเรียน..... วันที่สอน.....

คำชี้แจง ขอความร่วมมือให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำคำตอบไป  
ทำการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในครั้งต่อไป โดยไม่มีผลต่อคะแนนนักเรียน

#### 1.นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรบ้างหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

| กิจกรรม                                       | ความเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรม |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|
| 1. ระบุปัญหา                                  | .....<br>.....<br>.....       |
| 2. รวบรวมข้อมูล<br>และแนวคิดที่<br>เกี่ยวข้อง | .....<br>.....<br>.....       |
| 3. ออกแบบวิธีการ<br>แก้ปัญหา                  | .....<br>.....<br>.....       |
| 4. วางแผนและ<br>ดำเนินการ<br>แก้ปัญหา         | .....<br>.....<br>.....       |
| 5. ทดสอบ<br>ประเมินผล และ<br>ปรับปรุง         | .....<br>.....<br>.....       |
| 6. นำเสนอวิธี<br>แก้ปัญหา ผลการ<br>แก้ปัญหา   | .....<br>.....<br>.....       |





### แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

คำชี้แจง: แบบประเมินนี้มีจุดประสงค์ในการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อจะได้ปรับปรุงแผนการสอนให้มีความสมบูรณ์และชัดเจนยิ่งขึ้น ขอให้ท่านใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และโปรดบันทึกรายละเอียดในช่อง “ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง” ในกรณีที่ท่าน เห็นว่า “ควรปรับปรุง” ของรายการนั้น ๆ

**ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้**

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

| รายการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| <b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b><br>1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา/กลุ่มประสบการณ์<br>1.2 ครอบคลุมลักษณะการเรียนรู้ ด้านความรู้ ทักษะ และจิตวิทยาศาสตร์<br>1.3 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้<br>1.4 สามารถนำไปปฏิบัติได้                                                                                                                                              |   |   |   |   |   |         |
| <b>2. เนื้อหาสาระในแผนการจัดการเรียนรู้</b><br>2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>2.2 มีความถูกต้องของเนื้อหาสาระ<br>2.3 เหมาะสมกับคาบเวลาเรียน<br>2.4 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>2.5 เหมาะสมกับความต้องการ/สนใจของผู้เรียน<br>2.6 มีประโยชน์ต่อผู้เรียน<br>2.7 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้<br>2.8 จัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาสาระได้เหมาะสม |   |   |   |   |   |         |
| <b>3. สาระสำคัญของเรื่อง/หน่วยย่อย</b><br>3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>3.2 ครอบคลุมขอบข่ายเนื้อหาสาระที่สำคัญ<br>3.3 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |   |         |
| <b>4. กิจกรรมการเรียนรู้</b><br>4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |   |   |   |   |         |

| รายการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ<br>4.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>4.4 เหมาะสมกับความต้องการ/สนใจของผู้เรียน<br>4.5 เหมาะสมกับเวลา<br>4.6 เน้นทักษะกระบวนการคิดเป็น ทำเป็นแก้ปัญหาเป็น<br>4.7 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>4.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทักษะ และจิตวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |         |
| <b>5. สื่อการเรียนการสอน</b><br><b>ก. วัสดุอุปกรณ์</b><br>5.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>5.2 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>5.3 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน<br>5.4 สามารถจัดหาได้<br>5.5 สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวก<br><b>ข. ใบงาน ใบความรู้(กรณีที่มี)</b><br>5.6 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>5.7 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>5.8 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน<br>5.9 สามารถจัดหาได้<br>5.10 สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวก<br>5.11 จัดลำดับขั้นตอนในการทำงานได้เหมาะสม<br>5.12 มีความชัดเจนในการอธิบายหรือการใช้ภาษา<br>5.13 มีความเหมาะสมของแผนภาพและคำอธิบาย |   |   |   |   |   |         |
| <b>6. การวัดและประเมินผล</b><br>6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>6.2 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>6.3 ใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลาย ๆ วิธี<br>6.4 เสนอแนะวิธีการวัดผลไว้ชัดเจน<br>6.5 เสนอแนะเกณฑ์การประเมินผลไว้ชัดเจน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |   |   |   |         |

| รายการ                                                                    | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| 6.6 เสนอแนะตัวอย่างเครื่องมือการวัดผลไว้ชัดเจน                            |   |   |   |   |   |         |
| 6.7 มีความสอดคล้องของวิธีการวัดผล เกณฑ์การประเมินผล และตัวอย่างเครื่องมือ |   |   |   |   |   |         |

### การแปลผล

ระดับคะแนนเฉลี่ย แปลความหมาย

4.51-5.00 เหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 เหมาะสมมาก

2.51-3.50 เหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 เหมาะสมน้อย

1.00-1.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

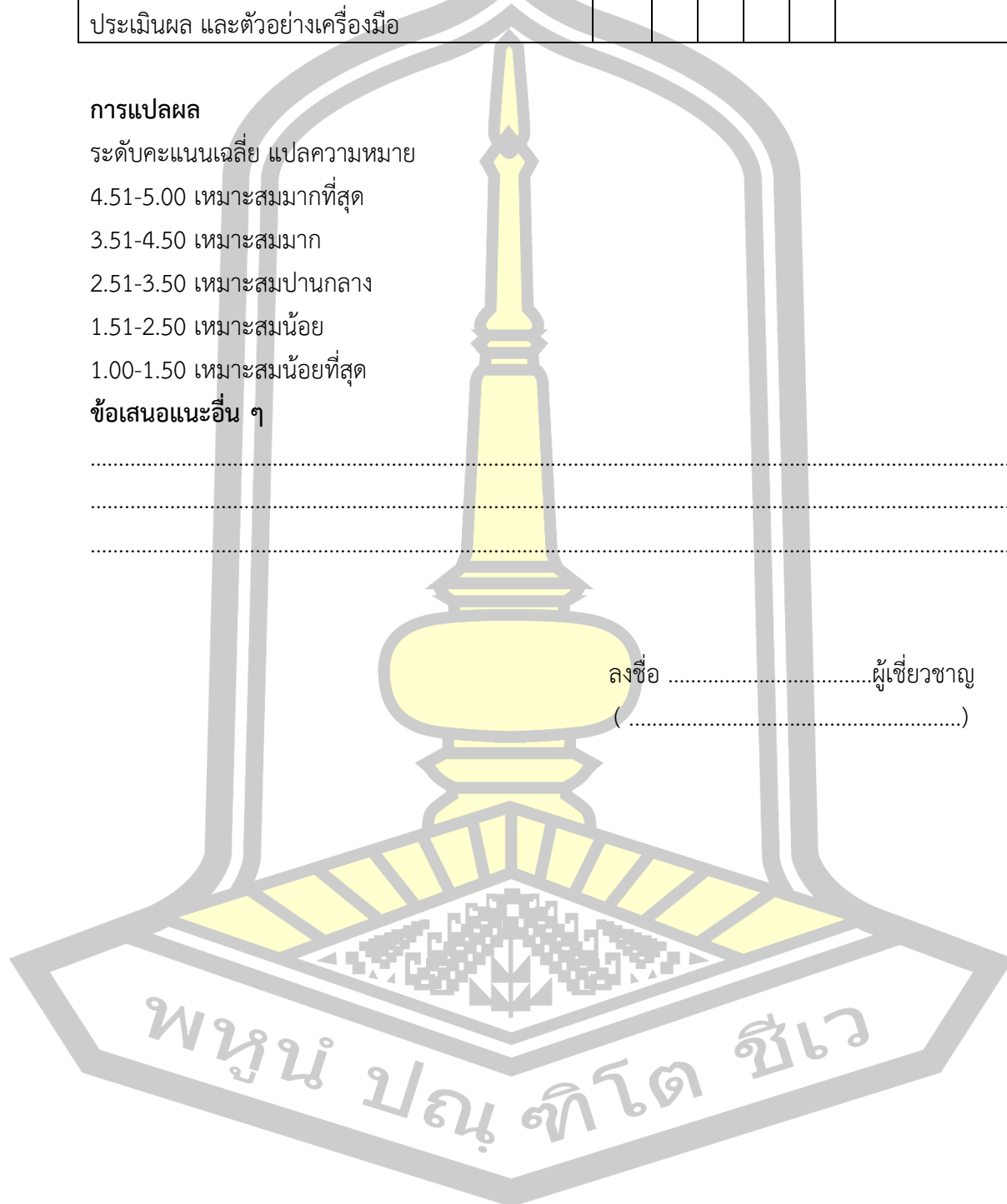
ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้เชี่ยวชาญ  
( .....)



## แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

คำชี้แจง: แบบประเมินนี้มีจุดประสงค์ในการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อจะได้ปรับปรุงแผนการสอนให้มีความสมบูรณ์และชัดเจนยิ่งขึ้น ขอให้ท่านใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และโปรดบันทึกรายละเอียดในช่อง “ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง” ในกรณีที่ท่าน เห็นว่า “ควรปรับปรุง” ของรายการนั้น ๆ

**ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้**

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

| รายการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| <b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b><br>1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา/กลุ่มประสบการณ์<br>1.2 ครอบคลุมลักษณะการเรียนรู้ ด้านความรู้ ทักษะ และจิตวิทยาาสตร์<br>1.3 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้<br>1.4 สามารถนำไปปฏิบัติได้                                                                                                                                               |   |   |   |   |   |         |
| <b>2. เนื้อหาสาระในแผนการจัดการเรียนรู้</b><br>2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>2.2 มีความถูกต้องของเนื้อหาสาระ<br>2.3 เหมาะสมกับคาบเวลาเรียน<br>2.4 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>2.5 เหมาะสมกับความต้องการ/สนใจของผู้เรียน<br>2.6 มีประโยชน์ต่อผู้เรียน<br>2.7 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้<br>2.8 จัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาสาระได้เหมาะสม |   |   |   |   |   |         |
| <b>3. สาระสำคัญของเรื่อง/หน่วยย่อย</b><br>3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>3.2 ครอบคลุมขอบข่ายเนื้อหาสาระที่สำคัญ<br>3.3 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |   |         |
| <b>4. กิจกรรมการเรียนรู้</b><br>4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |   |   |   |   |         |

| รายการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ<br>4.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>4.4 เหมาะสมกับความต้องการ/สนใจของผู้เรียน<br>4.5 เหมาะสมกับเวลา<br>4.6 เน้นทักษะกระบวนการคิดเป็น ทำเป็นแก้ปัญหาเป็น<br>4.7 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>4.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทักษะ และจิตวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |         |
| <b>5. สื่อการเรียนการสอน</b><br><b>ก. วัสดุอุปกรณ์</b><br>5.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>5.2 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>5.3 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน<br>5.4 สามารถจัดหาได้<br>5.5 สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวก<br><b>ข. ใบงาน ใบความรู้(กรณีที่มี)</b><br>5.6 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>5.7 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>5.8 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน<br>5.9 สามารถจัดหาได้<br>5.10 สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวก<br>5.11 จัดลำดับขั้นตอนในการทำงานได้เหมาะสม<br>5.12 มีความชัดเจนในการอธิบายหรือการใช้ภาษา<br>5.13 มีความเหมาะสมของแผนภาพและคำอธิบาย |   |   |   |   |   |         |
| <b>6. การวัดและประเมินผล</b><br>6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>6.2 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>6.3 ใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลาย ๆ วิธี<br>6.4 เสนอแนะวิธีการวัดผลไว้ชัดเจน<br>6.5 เสนอแนะเกณฑ์การประเมินผลไว้ชัดเจน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |   |   |   |         |

| รายการ                                                                    | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| 6.6 เสนอแนะตัวอย่างเครื่องมือการวัดผลไว้ชัดเจน                            |   |   |   |   |   |         |
| 6.7 มีความสอดคล้องของวิธีการวัดผล เกณฑ์การประเมินผล และตัวอย่างเครื่องมือ |   |   |   |   |   |         |

### การแปลผล

ระดับคะแนนเฉลี่ย แปลความหมาย

4.51-5.00 เหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 เหมาะสมมาก

2.51-3.50 เหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 เหมาะสมน้อย

1.00-1.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

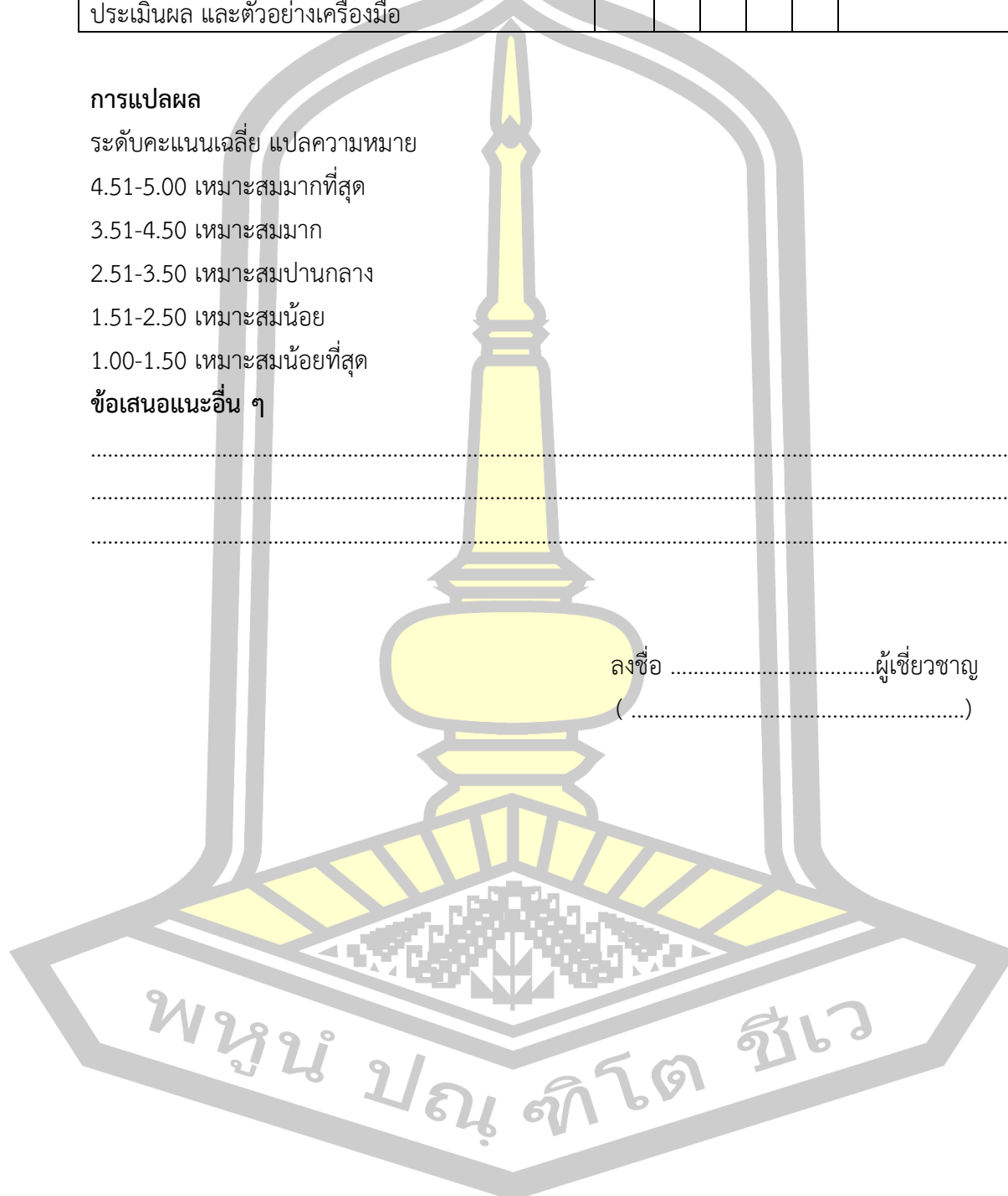
ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้เชี่ยวชาญ  
( .....)



### แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

คำชี้แจง: แบบประเมินนี้มีจุดประสงค์ในการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อจะได้ปรับปรุงแผนการสอนให้มีความสมบูรณ์และชัดเจนยิ่งขึ้น ขอให้ท่านใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และโปรดบันทึกรายละเอียดในช่อง “ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง” ในกรณีที่ท่าน เห็นว่า “ควรปรับปรุง” ของรายการนั้น ๆ

**ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้**

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

| รายการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| <b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b><br>1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา/กลุ่มประสบการณ์<br>1.2 ครอบคลุมลักษณะการเรียนรู้ ด้านความรู้ ทักษะ และจิตวิทยาศาสตร์<br>1.3 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้<br>1.4 สามารถนำไปปฏิบัติได้                                                                                                                                              |   |   |   |   |   |         |
| <b>2. เนื้อหาสาระในแผนการจัดการเรียนรู้</b><br>2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>2.2 มีความถูกต้องของเนื้อหาสาระ<br>2.3 เหมาะสมกับคาบเวลาเรียน<br>2.4 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>2.5 เหมาะสมกับความต้องการ/สนใจของผู้เรียน<br>2.6 มีประโยชน์ต่อผู้เรียน<br>2.7 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้<br>2.8 จัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาสาระได้เหมาะสม |   |   |   |   |   |         |
| <b>3. สาระสำคัญของเรื่อง/หน่วยย่อย</b><br>3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>3.2 ครอบคลุมขอบข่ายเนื้อหาสาระที่สำคัญ<br>3.3 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |   |         |
| <b>4. กิจกรรมการเรียนรู้</b><br>4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |   |   |   |   |         |



| รายการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ<br>4.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>4.4 เหมาะสมกับความต้องการ/สนใจของผู้เรียน<br>4.5 เหมาะสมกับเวลา<br>4.6 เน้นทักษะกระบวนการคิดเป็น ทำเป็นแก้ปัญหาเป็น<br>4.7 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>4.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทักษะ และจิตวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |         |
| <b>5. สื่อการเรียนการสอน</b><br><b>ก. วัสดุอุปกรณ์</b><br>5.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>5.2 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>5.3 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน<br>5.4 สามารถจัดหาได้<br>5.5 สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวก<br><b>ข. ใบงาน ใบความรู้(กรณีที่มี)</b><br>5.6 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>5.7 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>5.8 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน<br>5.9 สามารถจัดหาได้<br>5.10 สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวก<br>5.11 จัดลำดับขั้นตอนในการทำงานได้เหมาะสม<br>5.12 มีความชัดเจนในการอธิบายหรือการใช้ภาษา<br>5.13 มีความเหมาะสมของแผนภาพและคำอธิบาย |   |   |   |   |   |         |
| <b>6. การวัดและประเมินผล</b><br>6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>6.2 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>6.3 ใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลาย ๆ วิธี<br>6.4 เสนอแนะวิธีการวัดผลไว้ชัดเจน<br>6.5 เสนอแนะเกณฑ์การประเมินผลไว้ชัดเจน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |   |   |   |         |

| รายการ                                                                    | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| 6.6 เสนอแนะตัวอย่างเครื่องมือการวัดผลไว้ชัดเจน                            |   |   |   |   |   |         |
| 6.7 มีความสอดคล้องของวิธีการวัดผล เกณฑ์การประเมินผล และตัวอย่างเครื่องมือ |   |   |   |   |   |         |

### การแปลผล

ระดับคะแนนเฉลี่ย แปลความหมาย

4.51-5.00 เหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 เหมาะสมมาก

2.51-3.50 เหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 เหมาะสมน้อย

1.00-1.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

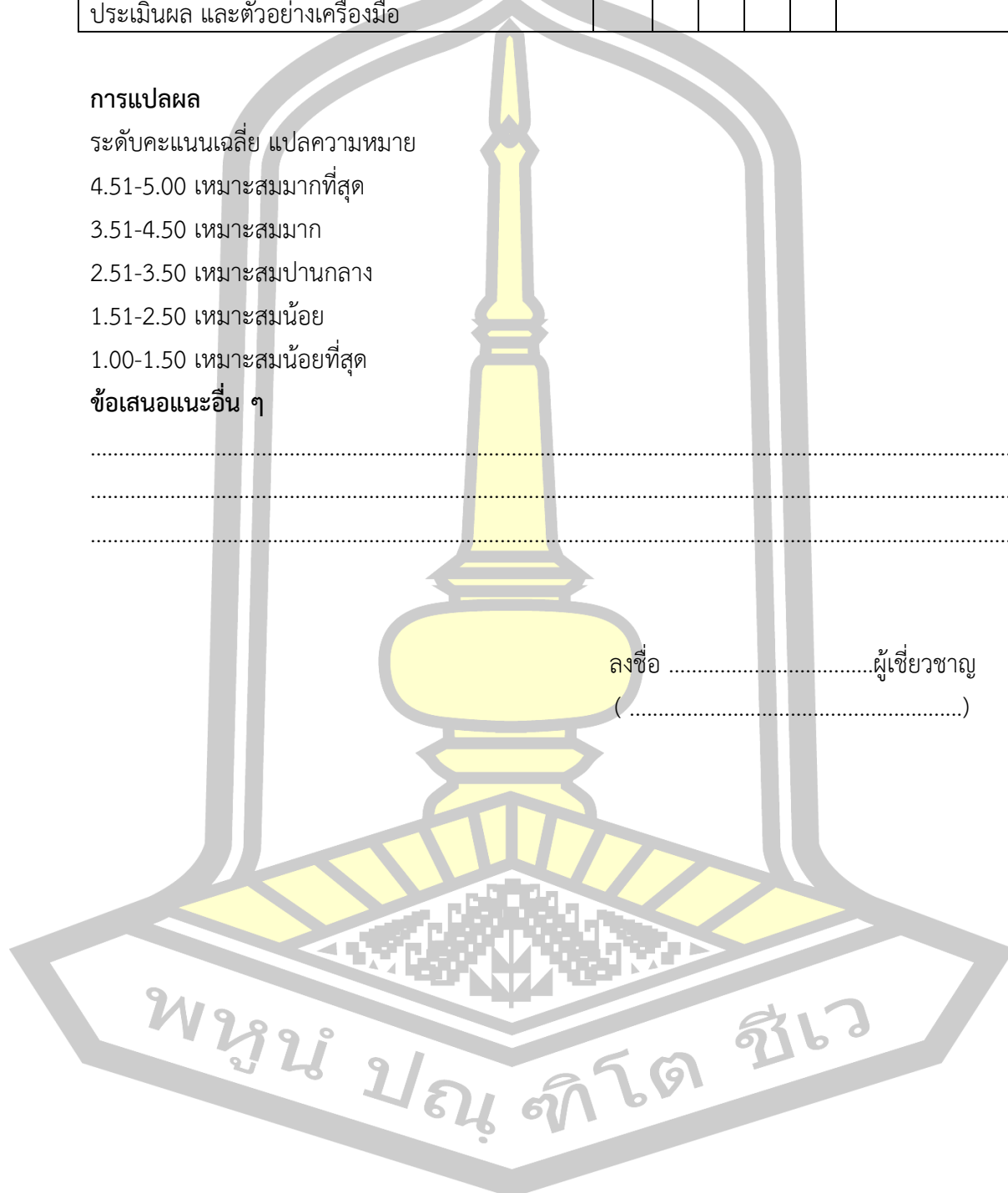
ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้เชี่ยวชาญ  
( .....)



### แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

คำชี้แจง: แบบประเมินนี้มีจุดประสงค์ในการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อจะได้ปรับปรุงแผนการสอนให้มีความสมบูรณ์และชัดเจนยิ่งขึ้น ขอให้ท่านใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และโปรดบันทึกรายละเอียดในช่อง “ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง” ในกรณีที่ท่าน เห็นว่า “ควรปรับปรุง” ของรายการนั้น ๆ

**ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้**

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

| รายการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| <b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b><br>1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา/กลุ่มประสบการณ์<br>1.2 ครอบคลุมลักษณะการเรียนรู้ ด้านความรู้ ทักษะ และจิตวิทยาศาสตร์<br>1.3 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้<br>1.4 สามารถนำไปปฏิบัติได้                                                                                                                                              |   |   |   |   |   |         |
| <b>2. เนื้อหาสาระในแผนการจัดการเรียนรู้</b><br>2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>2.2 มีความถูกต้องของเนื้อหาสาระ<br>2.3 เหมาะสมกับคาบเวลาเรียน<br>2.4 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>2.5 เหมาะสมกับความต้องการ/สนใจของผู้เรียน<br>2.6 มีประโยชน์ต่อผู้เรียน<br>2.7 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้<br>2.8 จัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาสาระได้เหมาะสม |   |   |   |   |   |         |
| <b>3. สาระสำคัญของเรื่อง/หน่วยย่อย</b><br>3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>3.2 ครอบคลุมขอบข่ายเนื้อหาสาระที่สำคัญ<br>3.3 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |   |         |
| <b>4. กิจกรรมการเรียนรู้</b><br>4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |   |   |   |   |         |

| รายการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ<br>4.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>4.4 เหมาะสมกับความต้องการ/สนใจของผู้เรียน<br>4.5 เหมาะสมกับเวลา<br>4.6 เน้นทักษะกระบวนการคิดเป็น ทำเป็นแก้ปัญหาเป็น<br>4.7 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>4.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทักษะ และจิตวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |         |
| <b>5. สื่อการเรียนการสอน</b><br><b>ก. วัสดุอุปกรณ์</b><br>5.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>5.2 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>5.3 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน<br>5.4 สามารถจัดหาได้<br>5.5 สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวก<br><b>ข. ใบงาน ใบความรู้(กรณีที่มี)</b><br>5.6 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>5.7 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>5.8 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน<br>5.9 สามารถจัดหาได้<br>5.10 สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวก<br>5.11 จัดลำดับขั้นตอนในการทำงานได้เหมาะสม<br>5.12 มีความชัดเจนในการอธิบายหรือการใช้ภาษา<br>5.13 มีความเหมาะสมของแผนภาพและคำอธิบาย |   |   |   |   |   |         |
| <b>6. การวัดและประเมินผล</b><br>6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>6.2 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>6.3 ใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลาย ๆ วิธี<br>6.4 เสนอแนะวิธีการวัดผลไว้ชัดเจน<br>6.5 เสนอแนะเกณฑ์การประเมินผลไว้ชัดเจน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |   |   |   |         |

| รายการ                                                                    | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| 6.6 เสนอแนะตัวอย่างเครื่องมือการวัดผลไว้ชัดเจน                            |   |   |   |   |   |         |
| 6.7 มีความสอดคล้องของวิธีการวัดผล เกณฑ์การประเมินผล และตัวอย่างเครื่องมือ |   |   |   |   |   |         |

### การแปลผล

ระดับคะแนนเฉลี่ย แปลความหมาย

4.51-5.00 เหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 เหมาะสมมาก

2.51-3.50 เหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 เหมาะสมน้อย

1.00-1.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

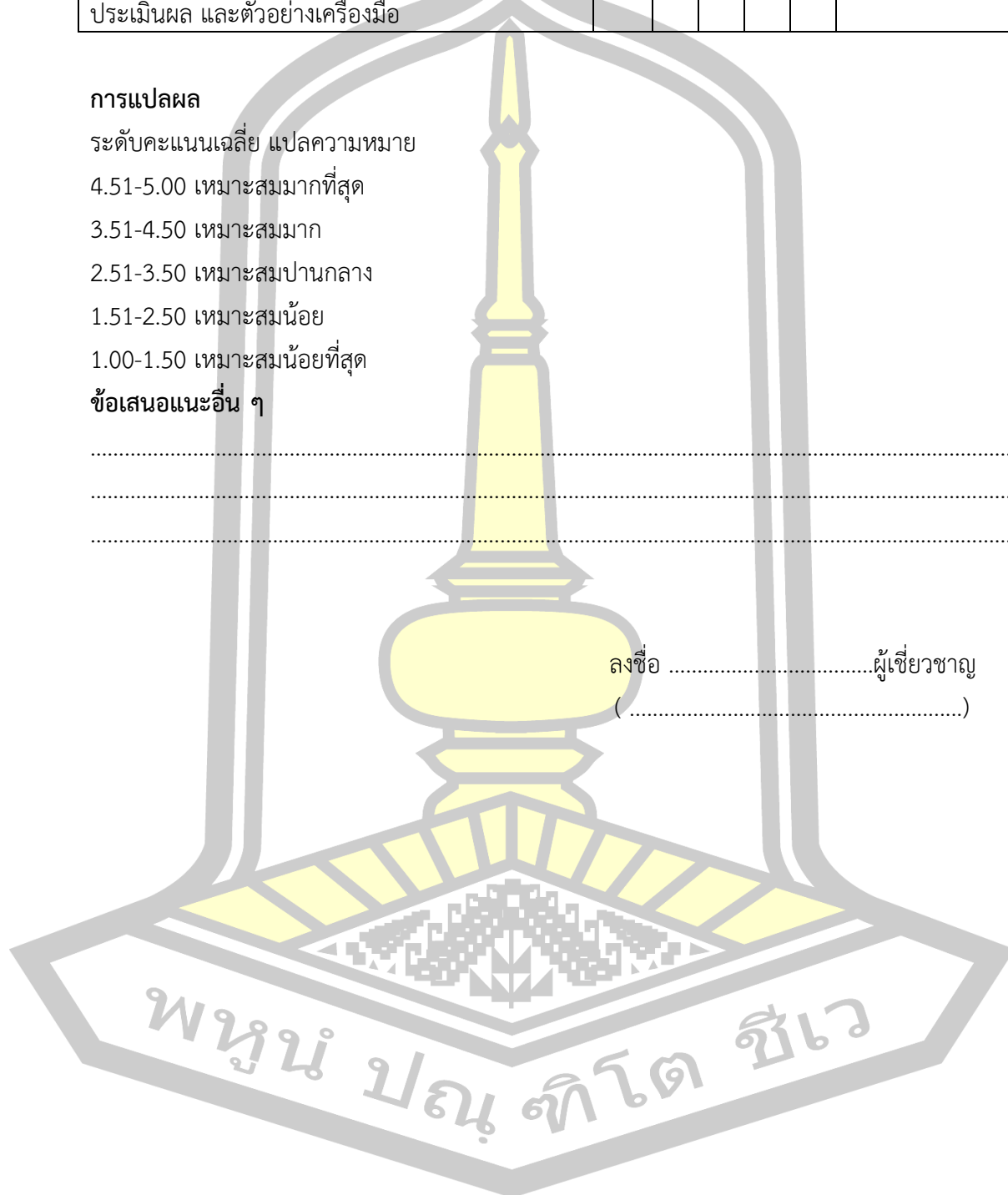
ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้เชี่ยวชาญ  
( .....)



### แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

คำชี้แจง: แบบประเมินนี้มีจุดประสงค์ในการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อจะได้ปรับปรุงแผนการสอนให้มีความสมบูรณ์และชัดเจนยิ่งขึ้น ขอให้ท่านใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และโปรดบันทึกรายละเอียดในช่อง “ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง” ในกรณีที่ท่าน เห็นว่า “ควรปรับปรุง” ของรายการนั้น ๆ

**ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้**

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

| รายการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| <b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b><br>1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา/กลุ่มประสบการณ์<br>1.2 ครอบคลุมลักษณะการเรียนรู้ ด้านความรู้ ทักษะ และจิตวิทยาศาสตร์<br>1.3 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้<br>1.4 สามารถนำไปปฏิบัติได้                                                                                                                                              |   |   |   |   |   |         |
| <b>2. เนื้อหาสาระในแผนการจัดการเรียนรู้</b><br>2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>2.2 มีความถูกต้องของเนื้อหาสาระ<br>2.3 เหมาะสมกับคาบเวลาเรียน<br>2.4 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>2.5 เหมาะสมกับความต้องการ/สนใจของผู้เรียน<br>2.6 มีประโยชน์ต่อผู้เรียน<br>2.7 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้<br>2.8 จัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาสาระได้เหมาะสม |   |   |   |   |   |         |
| <b>3. สาระสำคัญของเรื่อง/หน่วยย่อย</b><br>3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>3.2 ครอบคลุมขอบข่ายเนื้อหาสาระที่สำคัญ<br>3.3 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |   |         |
| <b>4. กิจกรรมการเรียนรู้</b><br>4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |   |   |   |   |         |

| รายการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ<br>4.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>4.4 เหมาะสมกับความต้องการ/สนใจของผู้เรียน<br>4.5 เหมาะสมกับเวลา<br>4.6 เน้นทักษะกระบวนการคิดเป็น ทำเป็นแก้ปัญหาเป็น<br>4.7 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>4.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทักษะ และจิตวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |         |
| <b>5. สื่อการเรียนการสอน</b><br><b>ก. วัสดุอุปกรณ์</b><br>5.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>5.2 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>5.3 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน<br>5.4 สามารถจัดหาได้<br>5.5 สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวก<br><b>ข. ใบงาน ใบความรู้(กรณีที่มี)</b><br>5.6 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>5.7 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>5.8 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน<br>5.9 สามารถจัดหาได้<br>5.10 สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวก<br>5.11 จัดลำดับขั้นตอนในการทำงานได้เหมาะสม<br>5.12 มีความชัดเจนในการอธิบายหรือการใช้ภาษา<br>5.13 มีความเหมาะสมของแผนภาพและคำอธิบาย |   |   |   |   |   |         |
| <b>6. การวัดและประเมินผล</b><br>6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>6.2 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>6.3 ใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลาย ๆ วิธี<br>6.4 เสนอแนะวิธีการวัดผลไว้ชัดเจน<br>6.5 เสนอแนะเกณฑ์การประเมินผลไว้ชัดเจน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |   |   |   |         |



| รายการ                                                                    | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| 6.6 เสนอแนะตัวอย่างเครื่องมือการวัดผลไว้ชัดเจน                            |   |   |   |   |   |         |
| 6.7 มีความสอดคล้องของวิธีการวัดผล เกณฑ์การประเมินผล และตัวอย่างเครื่องมือ |   |   |   |   |   |         |

### การแปลผล

ระดับคะแนนเฉลี่ย แปลความหมาย

4.51-5.00 เหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 เหมาะสมมาก

2.51-3.50 เหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 เหมาะสมน้อย

1.00-1.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

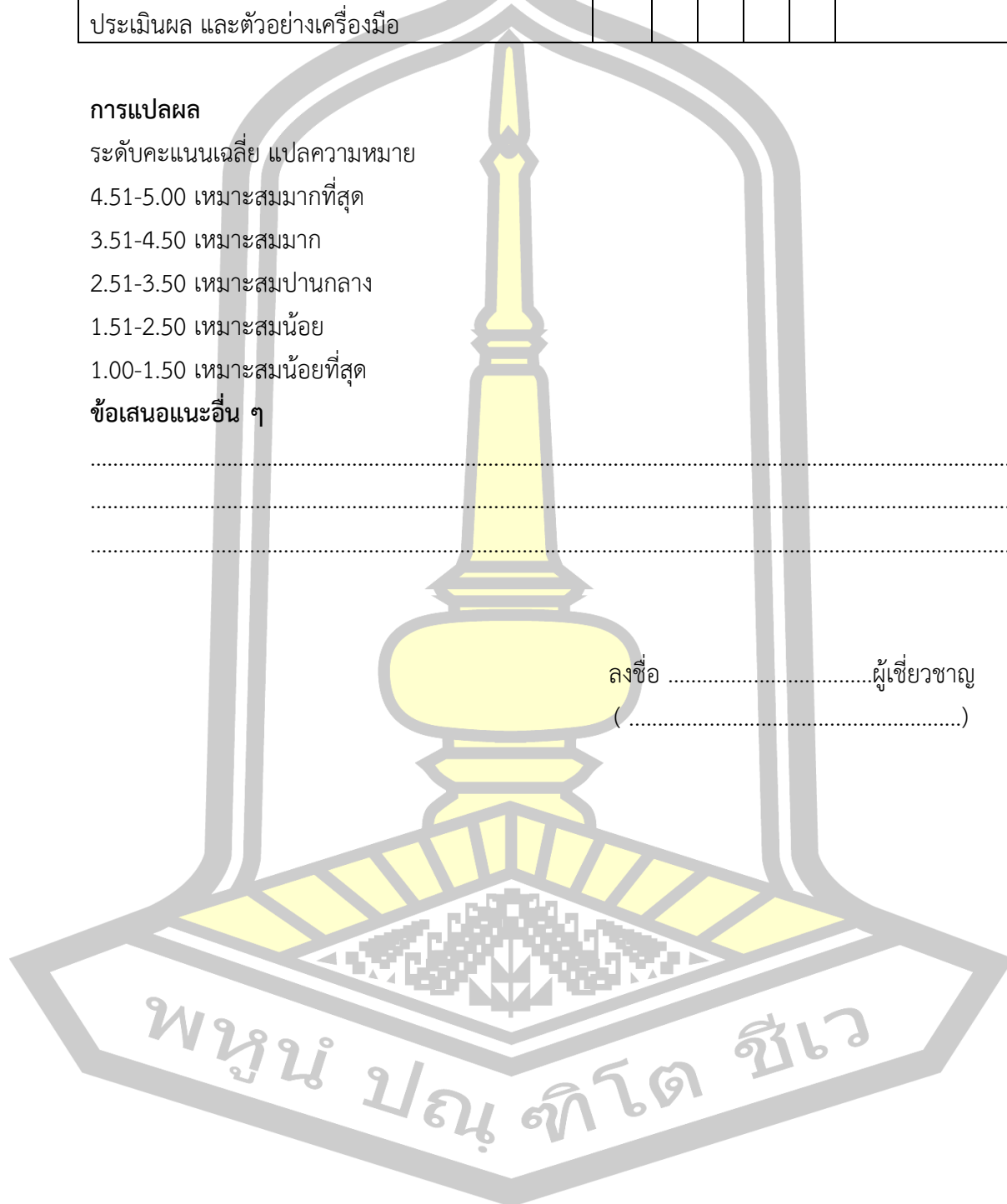
ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้เชี่ยวชาญ  
( .....)



### แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

คำชี้แจง: แบบประเมินนี้มีจุดประสงค์ในการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อจะได้ปรับปรุงแผนการสอนให้มีความสมบูรณ์และชัดเจนยิ่งขึ้น ขอให้ท่านใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และโปรดบันทึกรายละเอียดในช่อง “ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง” ในกรณีที่ท่าน เห็นว่า “ควรปรับปรุง” ของรายการนั้น ๆ

**ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้**

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

| รายการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| <b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b><br>1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์รายวิชา/กลุ่มประสบการณ์<br>1.2 ครอบคลุมลักษณะการเรียนรู้ ด้านความรู้ ทักษะ และจิตวิทยาศาสตร์<br>1.3 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้<br>1.4 สามารถนำไปปฏิบัติได้                                                                                                                                              |   |   |   |   |   |         |
| <b>2. เนื้อหาสาระในแผนการจัดการเรียนรู้</b><br>2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>2.2 มีความถูกต้องของเนื้อหาสาระ<br>2.3 เหมาะสมกับคาบเวลาเรียน<br>2.4 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>2.5 เหมาะสมกับความต้องการ/สนใจของผู้เรียน<br>2.6 มีประโยชน์ต่อผู้เรียน<br>2.7 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้<br>2.8 จัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาสาระได้เหมาะสม |   |   |   |   |   |         |
| <b>3. สาระสำคัญของเรื่อง/หน่วยย่อย</b><br>3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>3.2 ครอบคลุมขอบข่ายเนื้อหาสาระที่สำคัญ<br>3.3 มีความชัดเจนของภาษาที่ใช้                                                                                                                                                                                                          |   |   |   |   |   |         |
| <b>4. กิจกรรมการเรียนรู้</b><br>4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |   |   |   |   |         |

| รายการ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| 4.2 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ<br>4.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>4.4 เหมาะสมกับความต้องการ/สนใจของผู้เรียน<br>4.5 เหมาะสมกับเวลา<br>4.6 เน้นทักษะกระบวนการคิดเป็น ทำเป็นแก้ปัญหาเป็น<br>4.7 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>4.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทักษะ และจิตวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |   |   |   |         |
| <b>5. สื่อการเรียนการสอน</b><br><b>ก. วัสดุอุปกรณ์</b><br>5.1 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>5.2 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>5.3 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน<br>5.4 สามารถจัดหาได้<br>5.5 สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวก<br><b>ข. ใบงาน ใบความรู้(กรณีที่มี)</b><br>5.6 สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้การสอน<br>5.7 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>5.8 กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน<br>5.9 สามารถจัดหาได้<br>5.10 สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวก<br>5.11 จัดลำดับขั้นตอนในการทำงานได้เหมาะสม<br>5.12 มีความชัดเจนในการอธิบายหรือการใช้ภาษา<br>5.13 มีความเหมาะสมของแผนภาพและคำอธิบาย |   |   |   |   |   |         |
| <b>6. การวัดและประเมินผล</b><br>6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้<br>6.2 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน<br>6.3 ใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลาย ๆ วิธี<br>6.4 เสนอแนะวิธีการวัดผลไว้ชัดเจน<br>6.5 เสนอแนะเกณฑ์การประเมินผลไว้ชัดเจน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |   |   |   |         |

| รายการ                                                                    | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | เสนอแนะ |
|---------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---------|
| 6.6 เสนอแนะตัวอย่างเครื่องมือการวัดผลไว้ชัดเจน                            |   |   |   |   |   |         |
| 6.7 มีความสอดคล้องของวิธีการวัดผล เกณฑ์การประเมินผล และตัวอย่างเครื่องมือ |   |   |   |   |   |         |

### การแปลผล

ระดับคะแนนเฉลี่ย แปลความหมาย

4.51-5.00 เหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 เหมาะสมมาก

2.51-3.50 เหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 เหมาะสมน้อย

1.00-1.50 เหมาะสมน้อยที่สุด

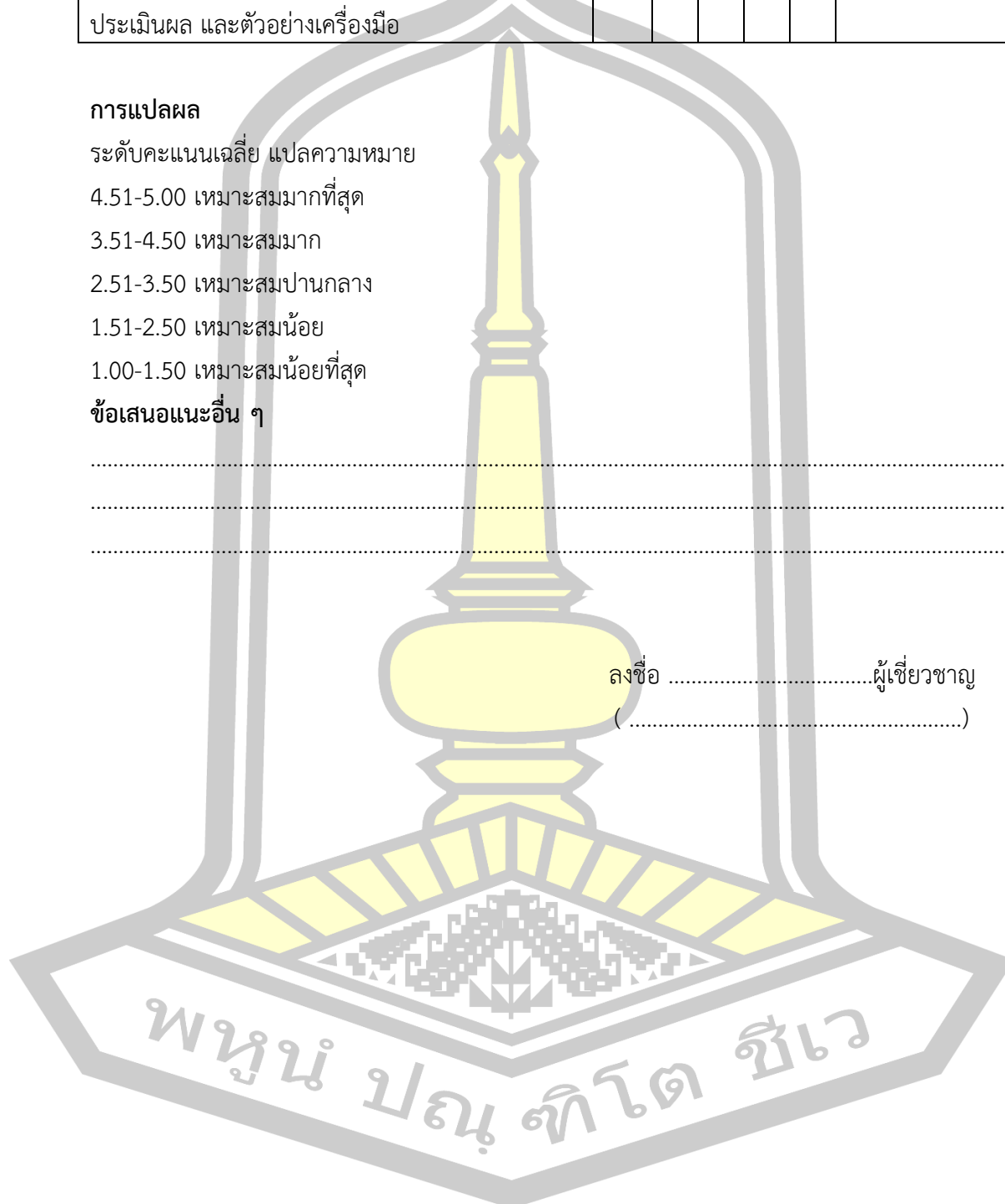
ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

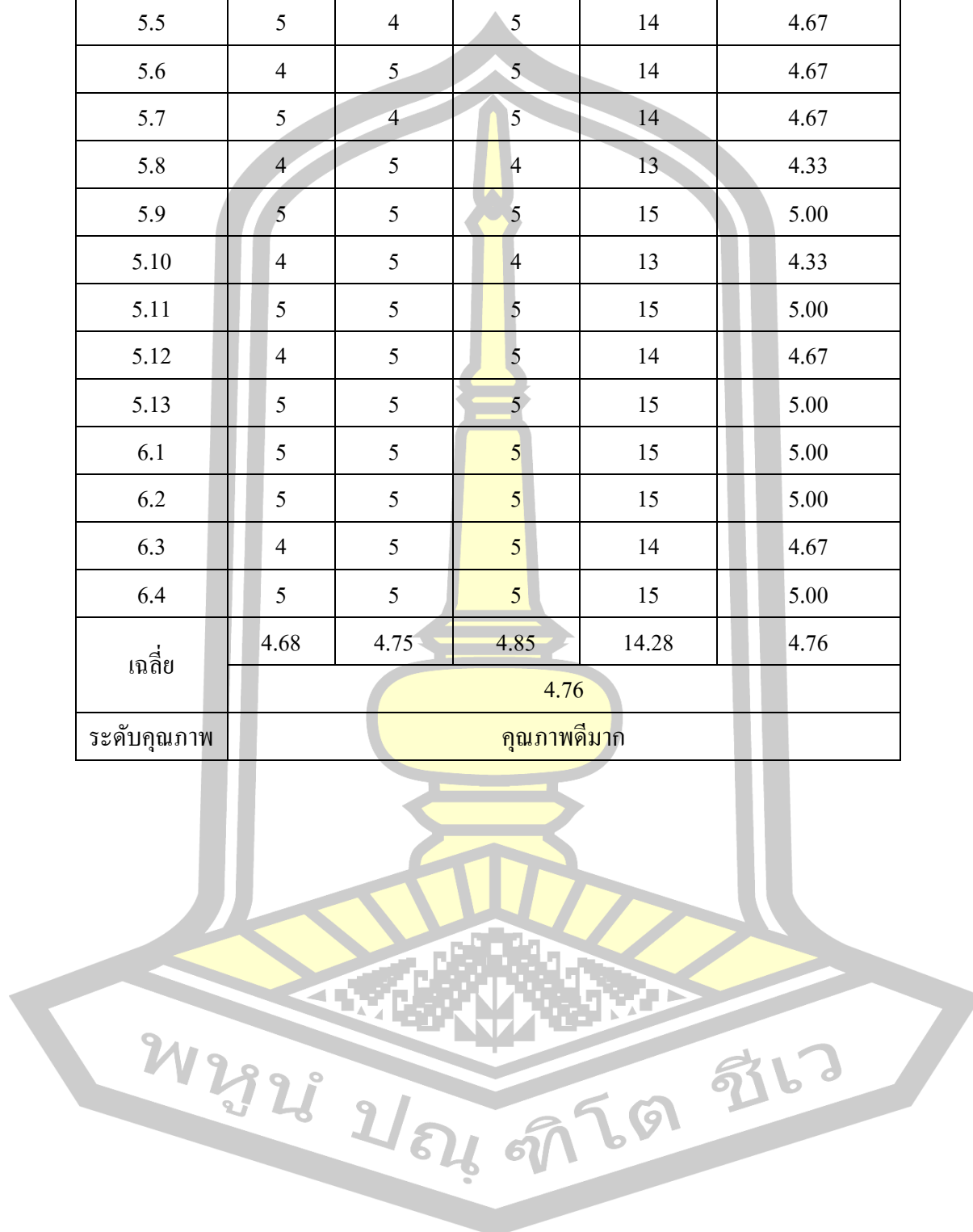
ลงชื่อ .....ผู้เชี่ยวชาญ  
( .....)



ตาราง 16 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

| รายการ<br>ประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |         |         | รวม<br>คะแนน | ความเหมาะสม |
|-------------------|----------------------------|---------|---------|--------------|-------------|
|                   | คนที่ 1                    | คนที่ 2 | คนที่ 3 |              |             |
| 1.1               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 1.2               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 1.3               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 1.4               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 2.1               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 2.2               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.4               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 2.5               | 4                          | 4       | 5       | 13           | 4.33        |
| 2.6               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 2.7               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.8               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 3.1               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 3.2               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 3.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.1               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 4.2               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.4               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 4.5               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 4.6               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.7               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 4.8               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 5.1               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 5.2               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 5.3               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |

|             |             |      |      |       |      |
|-------------|-------------|------|------|-------|------|
| 5.4         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.5         | 5           | 4    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.6         | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.7         | 5           | 4    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.8         | 4           | 5    | 4    | 13    | 4.33 |
| 5.9         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.10        | 4           | 5    | 4    | 13    | 4.33 |
| 5.11        | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.12        | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.13        | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.1         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.2         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.3         | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 6.4         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| เฉลี่ย      | 4.68        | 4.75 | 4.85 | 14.28 | 4.76 |
|             | 4.76        |      |      |       |      |
| ระดับคุณภาพ | คุณภาพดีมาก |      |      |       |      |

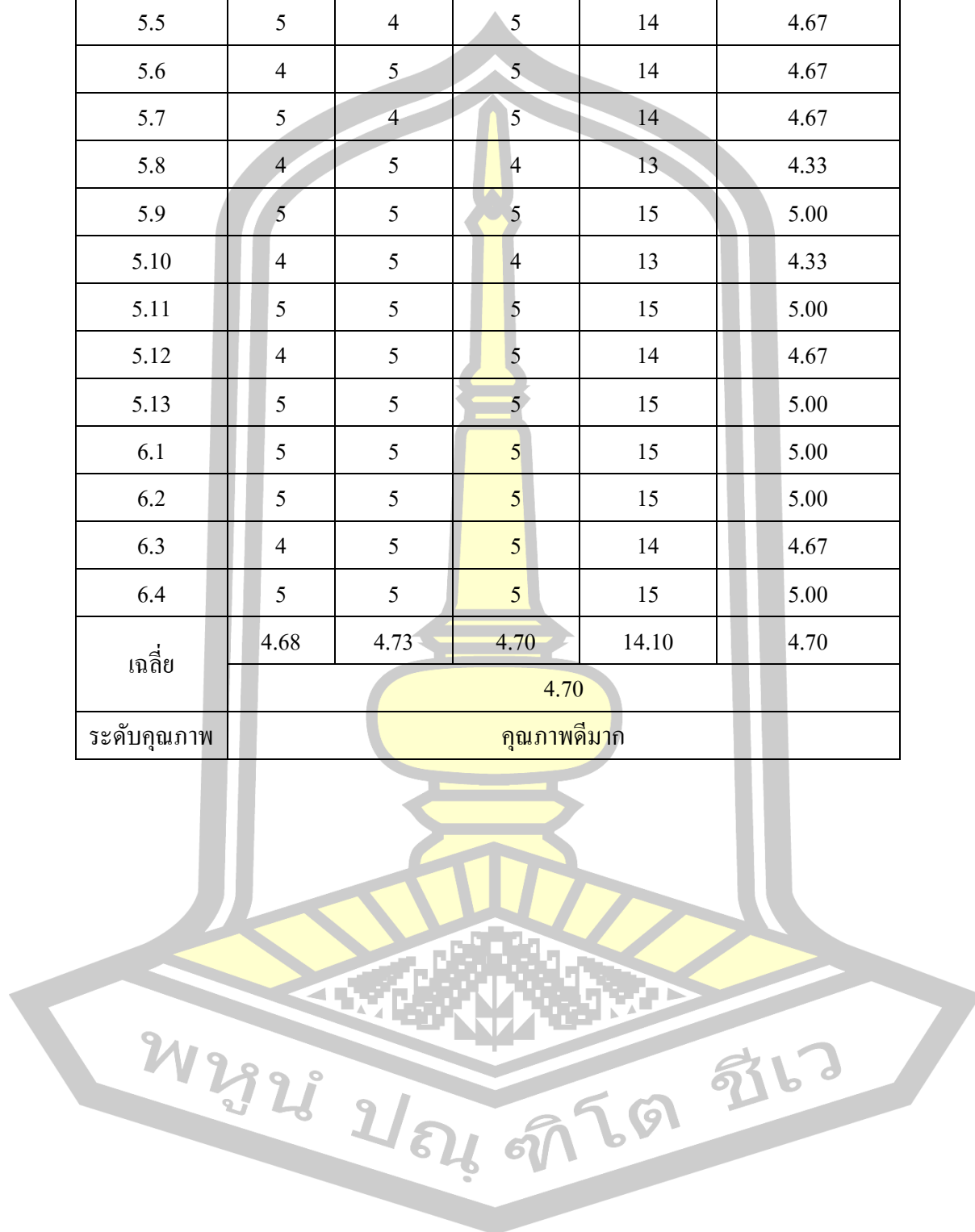


ตาราง 17 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

| รายการ<br>ประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |         |         | รวม<br>คะแนน | ความเหมาะสม |
|-------------------|----------------------------|---------|---------|--------------|-------------|
|                   | คนที่ 1                    | คนที่ 2 | คนที่ 3 |              |             |
| 1.1               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 1.2               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 1.3               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 1.4               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 2.1               | 4                          | 4       | 4       | 12           | 4.00        |
| 2.2               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.4               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 2.5               | 4                          | 4       | 5       | 13           | 4.33        |
| 2.6               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 2.7               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.8               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 3.1               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 3.2               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 3.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.1               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 4.2               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.4               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 4.5               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 4.6               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.7               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 4.8               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 5.1               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 5.2               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 5.3               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |



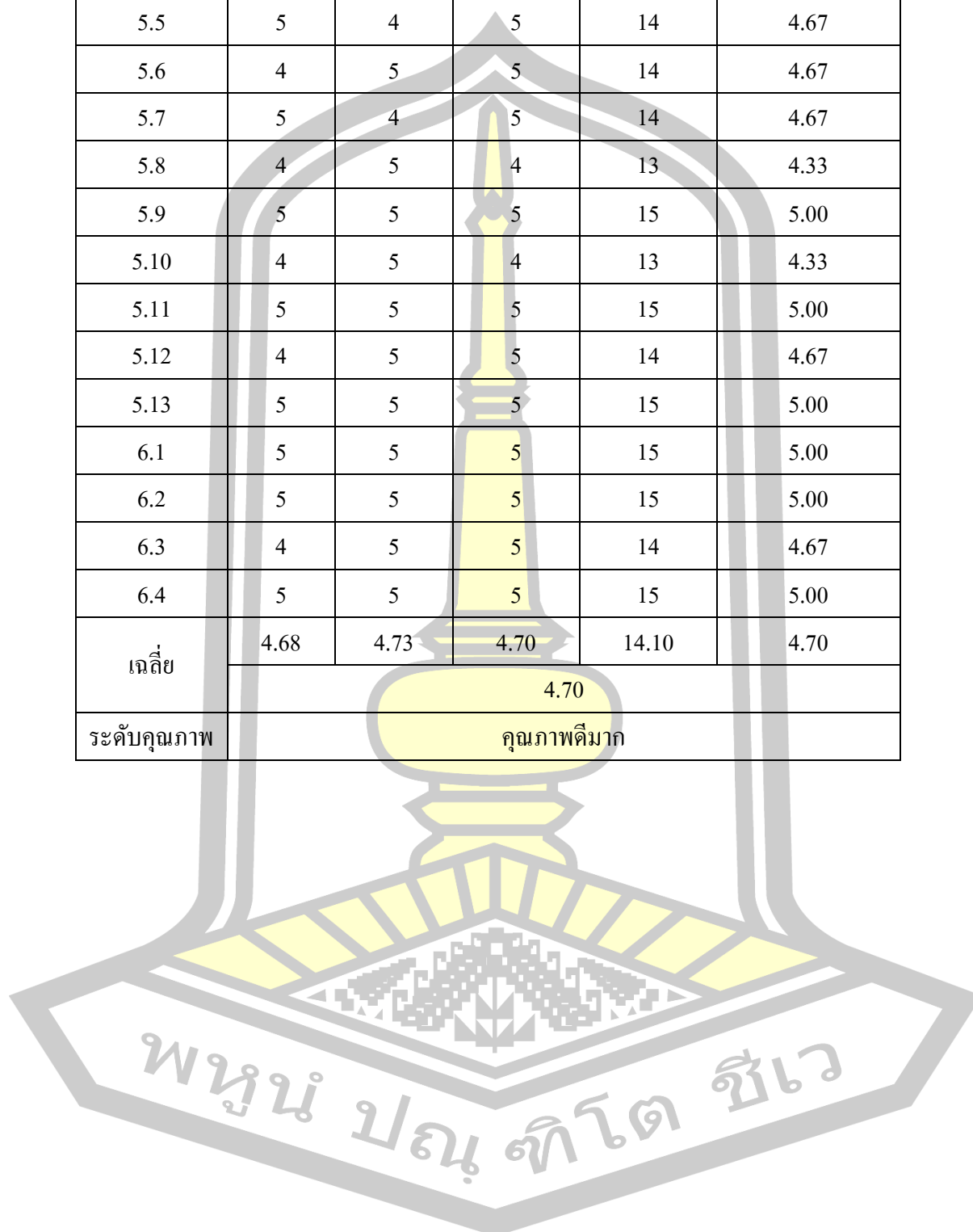
|             |             |      |      |       |      |
|-------------|-------------|------|------|-------|------|
| 5.4         | 5           | 5    | 4    | 14    | 4.67 |
| 5.5         | 5           | 4    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.6         | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.7         | 5           | 4    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.8         | 4           | 5    | 4    | 13    | 4.33 |
| 5.9         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.10        | 4           | 5    | 4    | 13    | 4.33 |
| 5.11        | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.12        | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.13        | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.1         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.2         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.3         | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 6.4         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| เฉลี่ย      | 4.68        | 4.73 | 4.70 | 14.10 | 4.70 |
|             | 4.70        |      |      |       |      |
| ระดับคุณภาพ | คุณภาพดีมาก |      |      |       |      |



ตาราง 18 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

| รายการ<br>ประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |         |         | รวม<br>คะแนน | ความเหมาะสม |
|-------------------|----------------------------|---------|---------|--------------|-------------|
|                   | คนที่ 1                    | คนที่ 2 | คนที่ 3 |              |             |
| 1.1               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 1.2               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 1.3               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 1.4               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 2.1               | 4                          | 4       | 4       | 12           | 4.00        |
| 2.2               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.4               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 2.5               | 4                          | 4       | 5       | 13           | 4.33        |
| 2.6               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 2.7               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.8               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 3.1               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 3.2               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 3.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.1               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 4.2               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.4               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 4.5               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 4.6               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.7               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 4.8               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 5.1               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 5.2               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 5.3               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |

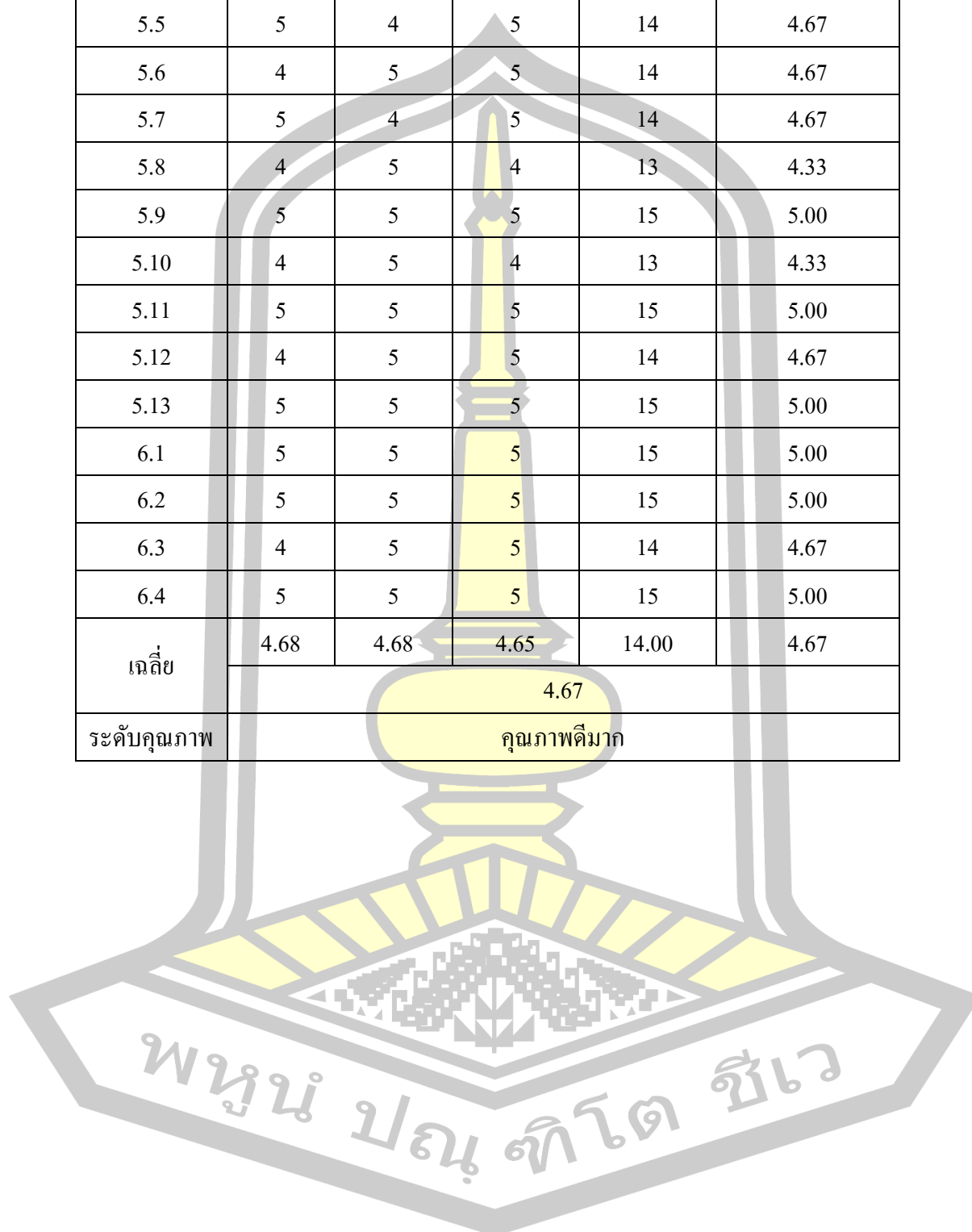
|             |             |      |      |       |      |
|-------------|-------------|------|------|-------|------|
| 5.4         | 5           | 5    | 4    | 14    | 4.67 |
| 5.5         | 5           | 4    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.6         | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.7         | 5           | 4    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.8         | 4           | 5    | 4    | 13    | 4.33 |
| 5.9         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.10        | 4           | 5    | 4    | 13    | 4.33 |
| 5.11        | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.12        | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.13        | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.1         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.2         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.3         | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 6.4         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| เฉลี่ย      | 4.68        | 4.73 | 4.70 | 14.10 | 4.70 |
|             | 4.70        |      |      |       |      |
| ระดับคุณภาพ | คุณภาพดีมาก |      |      |       |      |



ตาราง 19 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

| รายการ<br>ประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |         |         | รวม<br>คะแนน | ความเหมาะสม |
|-------------------|----------------------------|---------|---------|--------------|-------------|
|                   | คนที่ 1                    | คนที่ 2 | คนที่ 3 |              |             |
| 1.1               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 1.2               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 1.3               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 1.4               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 2.1               | 4                          | 4       | 4       | 12           | 4.00        |
| 2.2               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.4               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 2.5               | 4                          | 4       | 5       | 13           | 4.33        |
| 2.6               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 2.7               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.8               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 3.1               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 3.2               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 3.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.1               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 4.2               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.4               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 4.5               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 4.6               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.7               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.8               | 4                          | 4       | 5       | 13           | 4.33        |
| 5.1               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 5.2               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 5.3               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |

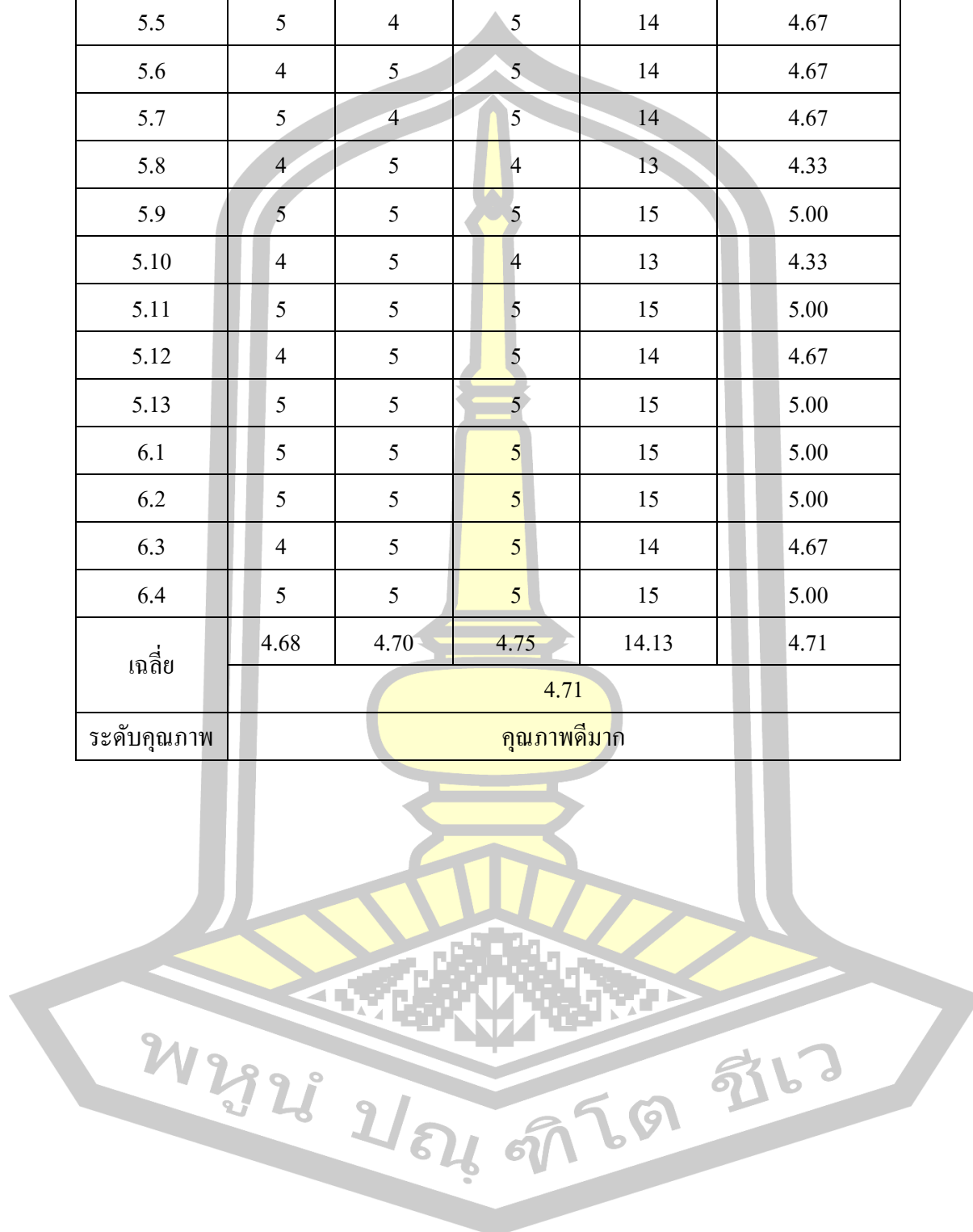
|             |             |      |      |       |      |
|-------------|-------------|------|------|-------|------|
| 5.4         | 5           | 5    | 4    | 14    | 4.67 |
| 5.5         | 5           | 4    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.6         | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.7         | 5           | 4    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.8         | 4           | 5    | 4    | 13    | 4.33 |
| 5.9         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.10        | 4           | 5    | 4    | 13    | 4.33 |
| 5.11        | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.12        | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.13        | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.1         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.2         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.3         | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 6.4         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| เฉลี่ย      | 4.68        | 4.68 | 4.65 | 14.00 | 4.67 |
|             | 4.67        |      |      |       |      |
| ระดับคุณภาพ | คุณภาพดีมาก |      |      |       |      |



ตาราง 20 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

| รายการ<br>ประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |         |         | รวม<br>คะแนน | ความเหมาะสม |
|-------------------|----------------------------|---------|---------|--------------|-------------|
|                   | คนที่ 1                    | คนที่ 2 | คนที่ 3 |              |             |
| 1.1               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 1.2               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 1.3               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 1.4               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 2.1               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.2               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.4               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 2.5               | 4                          | 4       | 5       | 13           | 4.33        |
| 2.6               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.7               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.8               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 3.1               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 3.2               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 3.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.1               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 4.2               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.4               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 4.5               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 4.6               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.7               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.8               | 4                          | 4       | 5       | 13           | 4.33        |
| 5.1               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 5.2               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 5.3               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |

|             |             |      |      |       |      |
|-------------|-------------|------|------|-------|------|
| 5.4         | 5           | 5    | 4    | 14    | 4.67 |
| 5.5         | 5           | 4    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.6         | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.7         | 5           | 4    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.8         | 4           | 5    | 4    | 13    | 4.33 |
| 5.9         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.10        | 4           | 5    | 4    | 13    | 4.33 |
| 5.11        | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.12        | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.13        | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.1         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.2         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.3         | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 6.4         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| เฉลี่ย      | 4.68        | 4.70 | 4.75 | 14.13 | 4.71 |
|             | 4.71        |      |      |       |      |
| ระดับคุณภาพ | คุณภาพดีมาก |      |      |       |      |

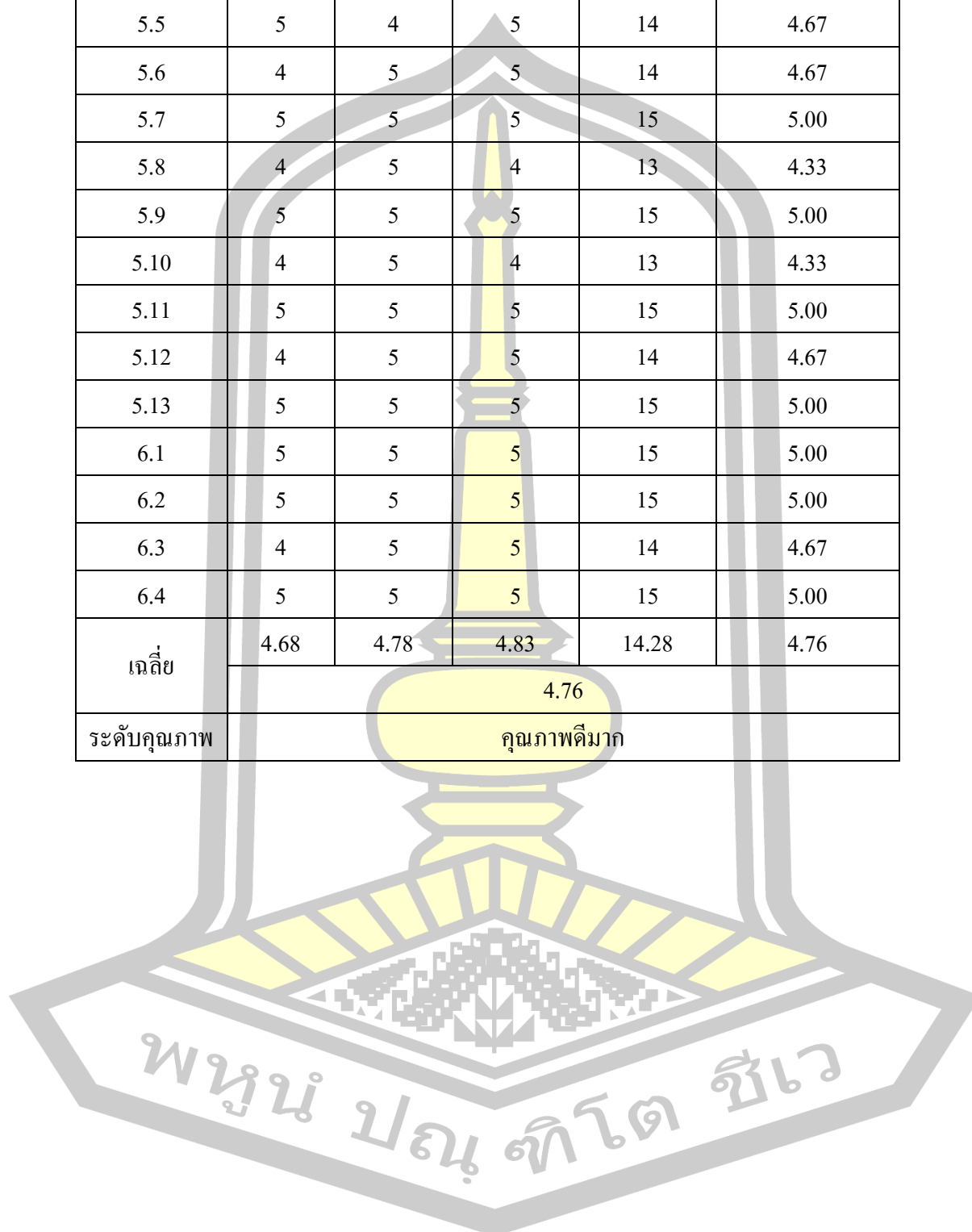




ตาราง 21 ผลการพิจารณาประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

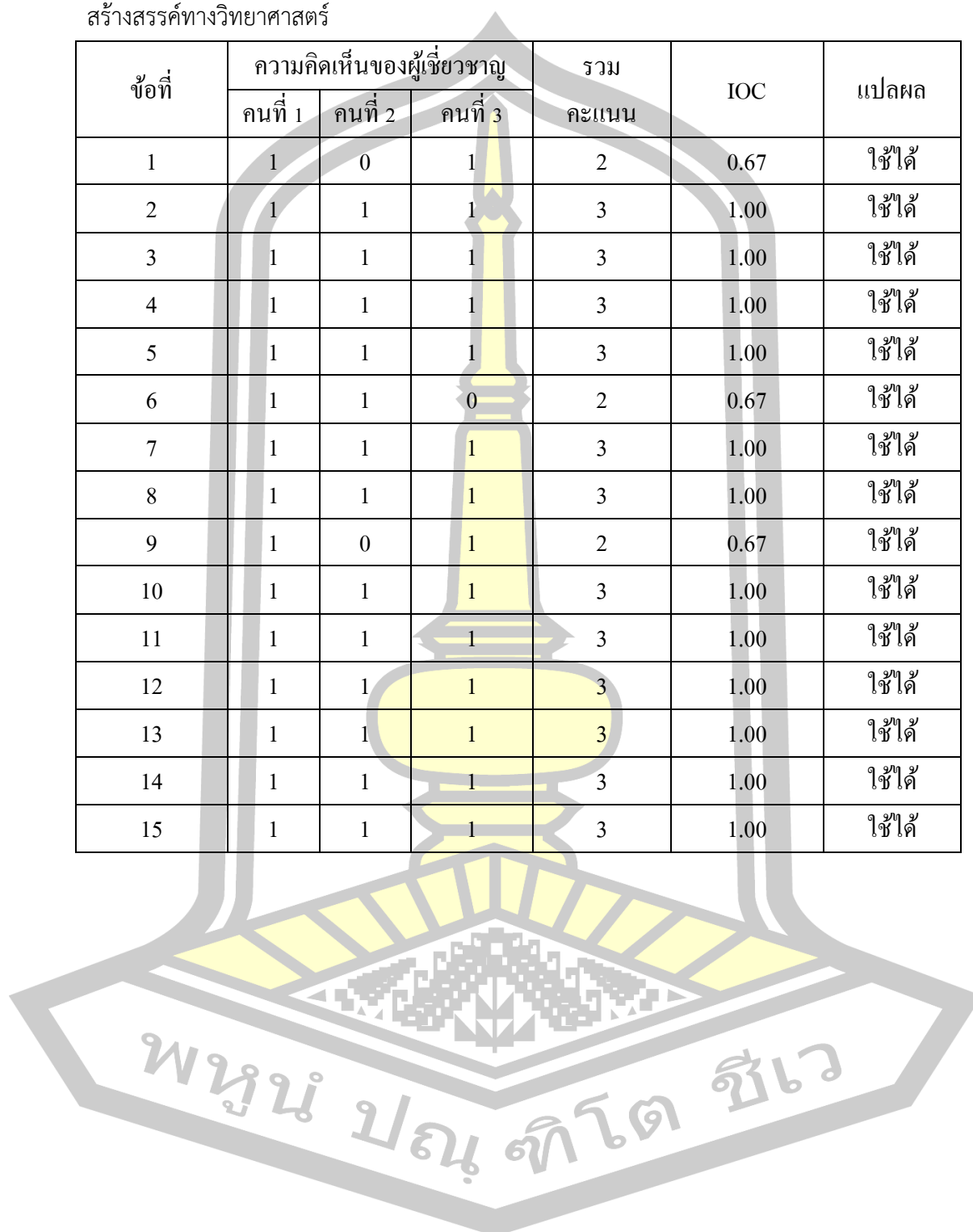
| รายการ<br>ประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |         |         | รวม<br>คะแนน | ความเหมาะสม |
|-------------------|----------------------------|---------|---------|--------------|-------------|
|                   | คนที่ 1                    | คนที่ 2 | คนที่ 3 |              |             |
| 1.1               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 1.2               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 1.3               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 1.4               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 2.1               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.2               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.4               | 4                          | 5       | 4       | 13           | 4.33        |
| 2.5               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.6               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.7               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 2.8               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 3.1               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 3.2               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 3.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.1               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.2               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.3               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.4               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 4.5               | 5                          | 5       | 5       | 15           | 5.00        |
| 4.6               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.7               | 5                          | 4       | 5       | 14           | 4.67        |
| 4.8               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 5.1               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |
| 5.2               | 4                          | 5       | 5       | 14           | 4.67        |
| 5.3               | 5                          | 5       | 4       | 14           | 4.67        |

|             |             |      |      |       |      |
|-------------|-------------|------|------|-------|------|
| 5.4         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.5         | 5           | 4    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.6         | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.7         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.8         | 4           | 5    | 4    | 13    | 4.33 |
| 5.9         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.10        | 4           | 5    | 4    | 13    | 4.33 |
| 5.11        | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 5.12        | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 5.13        | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.1         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.2         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| 6.3         | 4           | 5    | 5    | 14    | 4.67 |
| 6.4         | 5           | 5    | 5    | 15    | 5.00 |
| เฉลี่ย      | 4.68        | 4.78 | 4.83 | 14.28 | 4.76 |
|             | 4.76        |      |      |       |      |
| ระดับคุณภาพ | คุณภาพดีมาก |      |      |       |      |



ตาราง 22 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์การวัดความคิด  
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

| ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |         |         | รวม<br>คะแนน | IOC  | แปลผล  |
|--------|----------------------------|---------|---------|--------------|------|--------|
|        | คนที่ 1                    | คนที่ 2 | คนที่ 3 |              |      |        |
| 1      | 1                          | 0       | 1       | 2            | 0.67 | ใช้ได้ |
| 2      | 1                          | 1       | 1       | 3            | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3      | 1                          | 1       | 1       | 3            | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4      | 1                          | 1       | 1       | 3            | 1.00 | ใช้ได้ |
| 5      | 1                          | 1       | 1       | 3            | 1.00 | ใช้ได้ |
| 6      | 1                          | 1       | 0       | 2            | 0.67 | ใช้ได้ |
| 7      | 1                          | 1       | 1       | 3            | 1.00 | ใช้ได้ |
| 8      | 1                          | 1       | 1       | 3            | 1.00 | ใช้ได้ |
| 9      | 1                          | 0       | 1       | 2            | 0.67 | ใช้ได้ |
| 10     | 1                          | 1       | 1       | 3            | 1.00 | ใช้ได้ |
| 11     | 1                          | 1       | 1       | 3            | 1.00 | ใช้ได้ |
| 12     | 1                          | 1       | 1       | 3            | 1.00 | ใช้ได้ |
| 13     | 1                          | 1       | 1       | 3            | 1.00 | ใช้ได้ |
| 14     | 1                          | 1       | 1       | 3            | 1.00 | ใช้ได้ |
| 15     | 1                          | 1       | 1       | 3            | 1.00 | ใช้ได้ |



## ประวัติผู้เขียน

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ                 | นายสินวัช ราชครุฑ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| วันเกิด              | วันที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2537                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| สถานที่เกิด          | อำเภอเนินขาม จังหวัดสุพรรณบุรี                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน  | บ้านเลขที่ 15 หมู่ 2 ตำบลหนองปลิง อำเภอเนินขาม จังหวัดสุพรรณบุรี รหัสไปรษณีย์ 47270                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ตำแหน่งหน้าที่การงาน | ครู                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน | โรงเรียนบ้านนาตากาง                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ประวัติการศึกษา      | พ.ศ. 2554 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนนิคมน้ำอุ่นเจริญวิทยา<br>พ.ศ. 2557 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนิคมน้ำอุ่นเจริญวิทยา<br>พ.ศ. 2560 ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาเคมีและวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์<br>พ.ศ. 2567 การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |

พูน ปณ ภัโต ชีเว