

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น  
(7E) ที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
มิถุนายน 2562  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพระนคร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “ผล  
การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อการรู้  
เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของ  
มหาวิทยาลัยนเรศวร



## ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร. วารินทร์ แก้วอุไร อาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัย ที่ได้อุทิศสละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำการวิจัยฉบับนี้ ด้วยความเอาใจใส่ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้การวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อารังโสติสกุล ดร.สายฝน วิบูลรังสรรค์ ดร.กীরติ จันทรมณี ดร.วนิดา จันทรมณี และนางกันทิมา เจริญทวีทรัพย์ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญเป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณภาพดียิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ นายวิฑูรย์ คำจริง ผู้อำนวยการโรงเรียนวชิรบารมีพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 ตลอดจนคณะกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบใจ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนวชิรบารมีพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบใจ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านหนองหู่ช้าง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา พิจิตร เขต 1 ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ เพื่อนร่วมรุ่นนิสิตสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน รุ่นรหัส 59 ที่ร่วมทุกข์ร่วมสุข คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และเป็นแรงผลักดันให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากการวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้นต่อไป

ศุภฎี เจริญสุข

|                 |  |
|-----------------|--|
| ชื่อเรื่อง      | ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตาม<br>วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์<br>เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 |
| ผู้วิจัย        | ดุษฎี เจริญสุข   |
| ประธานที่ปรึกษา | รองศาสตราจารย์ ดร.วารินทร์ แก้วอุไร  |
| ประเภทสารนิพนธ์ | การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน,<br>มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 2561   |
| คำสำคัญ         | กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)<br>การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ระบบนิเวศ  |

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายของการศึกษา 1) เพื่อศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) 2) เพื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านหนองหูช้าง อำเภอวาริชภูมิ จังหวัดพิจิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 17 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนมีระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) อยู่ในระดับ 1 ทั้ง 3 สมรรถนะและในภาพรวม ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจัดอยู่ในระดับ 5 ในสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และระดับ 6 ในสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และในภาพรวม 2) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะและในภาพรวม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



**Title** EFFECT OF LEARNING USING 7E INQUIRY CYCLE  
ABOUT ECOLOGY TO ENHANCE SCIENTIFIC LITERACY  
OF GRADE 9 STUDENTS

**Author** Dusadee Charounsuk

**Advisor** Associate professor Wareerat Kaewurai, Ph.D.

**Academic Paper** Independent Study M.Ed. in Curriculum and Instruction,  
Naresuan University, 2018

**Keywords** 7E Inquiry Cycle, Scientific Literacy Ecology

#### ABSTRACT

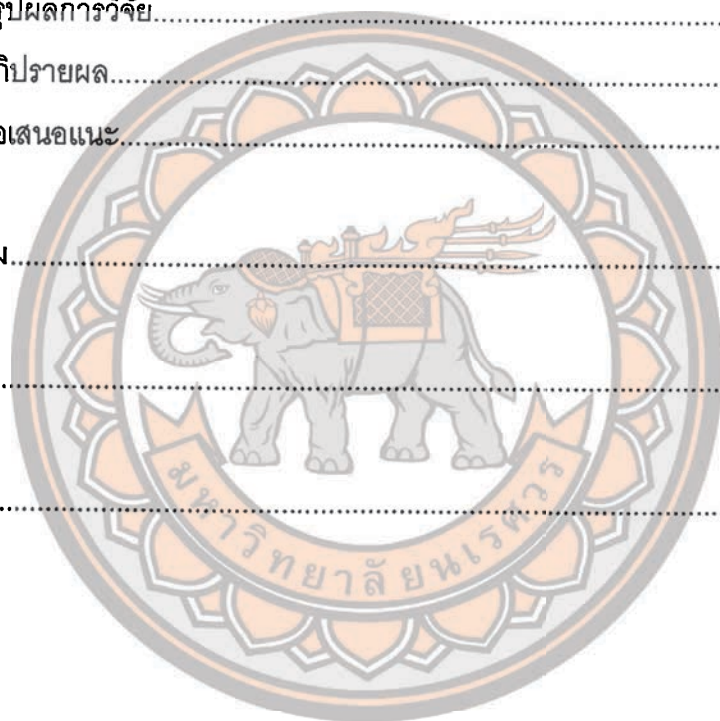
This study aims as follows 1) To study scientific literacy of Grade 9 Students in both before and after learning using 7Es Inquiry 2) To compare students' scientific literacy of Grade 9 Students in both before and after learning with inquiry process using 7Es Inquiry. The samples of the study are seventeen Grade 9 Students of Bannonghuchang School in the second semester of 2018 academic year. The samples are selected as purposive sampling. The research instruments are lesson plan of Grade 9 using 7Es Inquiry Cycle on the topic of ecology and scientific literacy rating scale. The results are analyzed using mean, standard deviation, and t-test dependent. The results of this study are 1) Before learning with 7Es Inquiry Cycle, students were at level 1 of scientific literacy in three competencies and overall progress. After learning with 7Es Inquiry Cycle, students' competencies were at level 5 of scientific inquiry evaluation and design area and they were at level 6 in the areas of Scientific Phenomenon Description, Data Interpretation, Using Scientific Evidence and overall progress. 2) Scientific literacy in three competencies and overall progress of Grade 9 Students using 7Es Inquiry learning method is significantly higher than before studying at the scale of 0.5.

# สารบัญ

| บทที่  | หน้า |
|--|------|
| 1 บทนำ.....  | 1    |
| ความเป็นมาของปัญหา.....  | 1    |
| จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....  | 4    |
| ขอบเขตของงานวิจัย.....   | 4    |
| นิยามศัพท์เฉพาะ.....   | 5    |
| สมมติฐานของการวิจัย.....   | 7    |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....  | 9    |
| หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา<br>ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้..... | 9    |
| การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้<br>7 ขั้น (7E).....                            | 33   |
| แผนการจัดการเรียนรู้.....  | 53   |
| การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์.....   | 57   |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....   | 74   |
| 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....  | 82   |
| ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....   | 82   |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....  | 82   |
| วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ.....  | 83   |
| การดำเนินการวิจัย.....   | 92   |
| การวิเคราะห์ข้อมูล.....  | 93   |
| สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....   | 94   |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                | หน้า |
|----------------------|------|
| 4 ผลการวิจัย.....    | 97   |
| 5 บทสรุป.....        | 100  |
| สรุปผลการวิจัย.....  | 100  |
| อภิปรายผล.....       | 101  |
| ข้อเสนอแนะ.....      | 105  |
| บรรณานุกรม.....      | 106  |
| ภาคผนวก.....         | 111  |
| ประวัติผู้วิจัย..... | 182  |



## สารบัญตาราง

| ตาราง  | หน้า |
|--|------|
| 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 1<br>มาตรฐาน ว 1.2.....                               | 13   |
| 2 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 2<br>มาตรฐาน ว 2.1.....                               | 14   |
| 3 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 2<br>มาตรฐาน ว 2.2.....                               | 15   |
| 4 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 4<br>มาตรฐาน ว 4.1.....                               | 17   |
| 5 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 4<br>มาตรฐาน ว 4.2.....                               | 18   |
| 6 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 5<br>มาตรฐาน ว 5.1.....                               | 19   |
| 7 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 7<br>มาตรฐาน ว 7.1.....                               | 20   |
| 8 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 7<br>มาตรฐาน ว 7.2.....                               | 21   |
| 9 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 8<br>มาตรฐาน ว 8.1.....                               | 22   |
| 10 แสดงโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....  | 25   |
| 11 แสดงบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบ<br>เสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)..... | 49   |
| 12 แสดงระดับของบริบทสำหรับการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015...  | 63   |
| 13 แสดงความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินของ PISA 2015.....   | 68   |
| 14 แสดงขอบเขตการประเมินเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015.....   | 71   |
| 15 แสดงจำนวนข้อสอบวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 จำแนกตามเกณฑ์ต่าง ๆ .....  | 73   |



## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตาราง  | หน้า |
|--|------|
| 16 แสดงผลการวิเคราะห์เนื้อหาตามตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ระบบนิเวศ.....   | 83   |
| 17 แสดงบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E).....   | 84   |
| มาตรฐาน ว 2.2.....   | 15   |
| 18 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์.....   | 90   |
| 19 แสดงระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E).....            | 97   |
| 20 แสดงผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)..... | 99   |
| 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....                | 120  |
| 22 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....  | 168  |
| 23 แสดงผลการวิเคราะห์หาดัชนีค่าความง่ายและดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  | 169  |

# สารบัญภาพ

ภาพ

หน้า

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | แสดงกรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015..... | 62 |
|---|---|----|



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาของปัญหา

ผลจากการเปลี่ยนแปลงระบบเศรษฐกิจ สังคม ส่งผลให้ทุกประเทศทั่วโลกกำหนดทิศทางการผลิตและพัฒนากำลังคนของประเทศตนให้มีทักษะและสมรรถนะระดับสูง มีความสามารถเฉพาะทางมากขึ้น ส่วนความต้องการกำลังแรงงานที่ไร้ฝีมือ และมีทักษะต่ำจะถูกแทนที่ด้วยหุ่นยนต์และเทคโนโลยีใหม่ ๆ มากขึ้น การจัดการศึกษาในปัจจุบันจึงต้องปรับเปลี่ยนให้ตอบสนองกับทิศทางการผลิตและการพัฒนากำลังคนดังกล่าว โดยมุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ได้ทั้งความรู้และทักษะที่จำเป็นต้องใช้ในการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ และการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศท่ามกลางกระแสแห่งการเปลี่ยนแปลง (สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, หน้า 15-16) วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้ วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยค้นคว้า มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 92)

โครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง การประเมินของ PISA

ไม่เน้นการประเมินความรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน แต่เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือที่เรียกว่า "การรู้เรื่อง" (Literacy) ใน 3 ด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, หน้า 1) แต่จากผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ปี 2000 – 2006 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 436, 429 และ 421 ตามลำดับ จะเห็นว่ามีคะแนนลดลงอย่างต่อเนื่อง (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551, หน้า 83) ในปี 2009 – 2012 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 425 และ 444 จะเห็นว่ามีคะแนนเพิ่มขึ้น แต่ก็ยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่ OECD กำหนด และในปี 2015 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 421 ซึ่งมีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (23 คะแนน) และคะแนนลดลงจนเท่ากับการประเมินในปี 2006 ที่วิทยาศาสตร์เป็นวิชาหลัก และจากผลการประเมินในปี 2015 พบว่า ผลการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ภาพรวมทั้งประเทศมีนักเรียนประมาณสองในสามตอบผิดหรือไม่ตอบ ในจำนวนนี้มีนักเรียนถึง 61% ที่ตอบข้อสอบผิด ผลการประเมินจำแนกตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นักเรียนทำข้อสอบในสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ต่ำที่สุด (33.2%) ผลการประเมินจำแนกตามความรู้ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนทำข้อสอบที่เป็นความรู้ด้านกระบวนการและด้านเนื้อหาได้มากที่สุดและมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน (37.9% และ 37.7% ตามลำดับ) ส่วนความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้นักเรียนทำข้อสอบได้น้อยที่สุดมีเพียงประมาณหนึ่งในสี่เท่านั้น ผลการประเมินจำแนกตามเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์นักเรียนทำข้อสอบในแต่ละเนื้อหาได้ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน โดยทำข้อสอบเนื้อหาเกี่ยวกับระบบกายภาพกับระบบโลกและอวกาศได้ 37.8% และ 37.3% ตามลำดับ ซึ่งมีสัดส่วนมากกว่าระบบสิ่งมีชีวิต (34.0%) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, หน้า 1-4)

จากความสำคัญของวิทยาศาสตร์ ตลอดจนผลการประเมิน PISA ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาไม่สามารถนำพาผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศ ผู้สอนควรปรับเปลี่ยนความเชื่อและค่านิยมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ปรับเปลี่ยนการเรียนการสอน ทำความเข้าใจบทบาทของผู้เรียนและผู้สอนระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยที่ผู้สอนจัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการปรับโครงสร้างทางปัญญา ให้ผู้เรียนได้เข้าไปสัมผัสและสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ ผู้สอนพึงทำความเข้าใจว่าการสอนที่ดีต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือกระทำมากกว่าการบอกเล่าทฤษฎี ซึ่งการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ



ยังเป็นกระบวนการที่นำพาผู้เรียนไปสู่คุณลักษณะของผู้ที่ใฝ่รู้ในยุคโลกาภิวัตน์ เรียนรู้ที่จะแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยการตั้งคำถาม การค้นคว้าหาคำตอบ และการใช้วิจารณญาณเพื่อตัดสินใจ มีหัวใจนักปราชญ์ สร้างเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต รู้จักตนเอง ปรังความคิด ยอมรับกติกากลุ่ม ลงมือตรวจสอบหาความรู้ด้วยตนเอง และถ้ายองการเรียนรู้ด้วยปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มเพื่อน กล่าวได้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เป็นเพียงการนำเสนอข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์เมื่อมีการค้นพบความรู้ใหม่เท่านั้น หรือที่เรียกว่า “rhetoric of conclusions” สิ่งเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนไม่เห็นกระบวนการของวิทยาศาสตร์ เพียงแต่เห็นผลลัพธ์อันเกิดจากงานทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ และผลักดันให้เป็นรูปธรรมผ่านห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อเตรียมเยาวชนให้มีความพร้อมที่จะสามารถเรียนรู้และปรับตัวให้เข้ากับโลกแห่งการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เข้าถึงความรู้อย่างเป็นขั้นตอน (ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม, 2558, หน้า 135-137)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยพบว่า Eisenkraft (2003) ได้ขยายการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) 2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 3) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) 4) ขั้นอธิบาย (Explanation) 5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) 6) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) เพื่อมุ่งเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้สอนค้นพบว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้อะไรเสียก่อนก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ อีกทั้งยังสร้างเสริมคุณลักษณะความเป็นนักวิทยาศาสตร์ให้เกิดแก่ผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้ของตนเองเต็มตามศักยภาพและเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนเพื่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

จากเหตุผลและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยจึงมุ่งที่จะศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง ระบบนิเวศ ว่าจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ อันเป็นทักษะที่มีความสำคัญที่จะต้องได้รับการส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อันจะนำพาผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศต่อไป

### จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
2. เพื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

### ขอบเขตของงานวิจัย

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาพิบูลย์ เขต 1

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านหนองหูช้าง อำเภอ วชิรบุรี จังหวัดพิบูลย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 17 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

#### 2. เนื้อหา

ผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยมีเนื้อหาดังนี้ 1) ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม 2) การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ 3) ความสัมพันธ์ระหว่าง

สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 4) วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ 5) ความหลากหลายทางชีวภาพ และ 6) จำนวนประชากร

### 3. ตัวแปร

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ การเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E)

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

### 4. เวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย การทำวิจัยครั้งนี้จัดทำขึ้นในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 14 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) จำนวน 6 แผน

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) หมายถึง แนวทางดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางที่พัฒนาโดย Eisenkraft ประกอบด้วย 7 ชั้น ดังนี้

1) ชั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ผู้สอนควรเติมเต็มส่วนใดให้กับผู้เรียน และผู้สอนยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

2) ชั้นเร้าความสนใจ (Engagement) ชั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของผู้เรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนเพิ่งเรียนรู้ ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ผู้สอนกำลังสนใจ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่ผู้เรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต



3) **ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)** เมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนร่วมกัน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบข้อมูลอาจทำได้หลายวิธี เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนตรวจสอบปัญหาและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4) **ขั้นอธิบาย (Explanation)** เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลมาแล้ว ผู้เรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นแผนภูมิ รูปภาพ แผนภาพ กราฟ หรือสื่ออื่น ๆ ประกอบการอธิบาย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูลสรุป และอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจน เพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

5) **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** ขั้นนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้านำมาใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ผู้สอนควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้สอนจึงควรมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปราย และแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6) **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่

7) **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension)** ผู้สอนจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ผู้สอนเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมไปเชื่อมโยงเพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

2. **การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง โดยบุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) จะสื่อสารพูดคุยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล จำเป็นต้องใช้สมรรถนะดังต่อไปนี้



1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการรับรู้ เสนอ และประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี

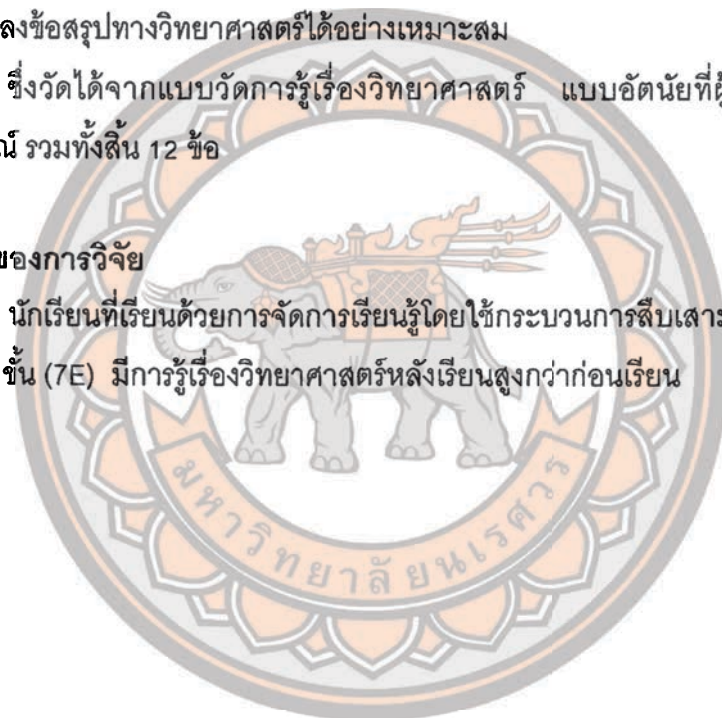
2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

ซึ่งวัดได้จากแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 4 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 12 ข้อ

#### สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีหัวข้อ ดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้

- 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
- 1.2 คุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 1.4 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 1.5 โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

- 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
- 2.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
- 2.3 แนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

2.4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

2.5 บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

3. แผนการจัดการเรียนรู้

- 3.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้
- 3.2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้
- 3.3 ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี
- 3.4 รูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้

- 3.5 ส่วนประกอบที่สำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้
- 3.6 คำโครงของแผนการจัดการเรียนรู้
- 4. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
  - 4.1 ความหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
  - 4.2 ความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
  - 4.3 กรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
  - 4.4 แนวการวัดและประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
- 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 5.1 งานวิจัยภายในประเทศ
  - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

**หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และการนำไปใช้**

**1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้**

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 8 สาระ 13 มาตรฐาน ดังนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 3-5)

**สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต**

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม**

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

### สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหา



ความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

#### 2. คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 6-7)

2.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

2.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.3 เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเห และความเข้มของแสง

2.4 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.5 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.6 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.7 ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

2.8 สื่อสารความคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.9 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการ หรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.10 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

2.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

2.12 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

2.13 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

### 3. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 10-101)

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 1  
มาตรฐาน ว 1.2

| ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   |
|---|--|
| 1. สังเกตและอธิบายลักษณะของ<br>โครโมโซมที่มีหน่วยพันธุกรรม<br>หรือยีนในนิวเคลียส                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เมื่อมองเซลล์ผ่านกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเส้นใยเล็ก ๆ พันกันอยู่ในนิวเคลียส เมื่อเกิดการแบ่งเซลล์ เส้นใยเหล่านี้จะขดสั้นเข้าจนมีลักษณะเป็นท่อนสั้น เรียกว่า โครโมโซม</li> <li>- โครโมโซมประกอบด้วยดีเอ็นเอและโปรตีน</li> <li>- ยีนหรือหน่วยพันธุกรรมเป็นส่วนหนึ่งที่อยู่บนดีเอ็นเอ</li> </ul> |
| 2. อธิบายความสำคัญของสาร<br>พันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ และ<br>กระบวนการถ่ายถอดลักษณะ<br>ทางพันธุกรรม                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เซลล์หรือสิ่งมีชีวิต มีสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอที่ควบคุมลักษณะของการแสดงออก</li> <li>- ลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมด้วยยีนจากพ่อและแม่สามารถถ่ายถอดสู่ลูกผ่านทางเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิ</li> </ul>   |
| 3. อภิปรายโรคทางพันธุกรรมที่เกิด<br>จากความผิดปกติของยีนและ<br>โครโมโซมและนำความรู้ไปใช้<br>ประโยชน์            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- โรคธาลัสซีเมีย ตาบอดสี เป็นโรคทางพันธุกรรมที่เกิดจากความผิดปกติของยีน</li> <li>- กลุ่มอาการดาวน์เป็นความผิดปกติของร่างกายซึ่งเกิดจากการที่มีจำนวนโครโมโซมเกินมา</li> <li>- ความรู้เกี่ยวกับโรคทางพันธุกรรมสามารถนำไปใช้ในการป้องกันโรค ดูแลผู้ป่วย และวางแผนครอบครัว</li> </ul>           |
| 4. สืบ รว จ และ อธิบาย ความ<br>หลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นที่<br>ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้อย่าง<br>สมดุล | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความหลากหลายทางชีวภาพที่ทำให้สิ่งมีชีวิตอยู่อย่างสมดุล ขึ้นอยู่กับความหลากหลายของระบบนิเวศ ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิตและความหลากหลายทางพันธุกรรม</li> </ul>   |
| 5. อธิบายผลของความหลากหลาย<br>ทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์ สัตว์<br>พืช และสิ่งแวดล้อม                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การตัดไม้ทำลายป่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่ง</li> </ul>   |



## ตาราง 1 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด  | สาระการเรียนรู้แกนกลาง  |
|--|---|
|  | ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์<br>พืชและสิ่งแวดล้อม<br>- การใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ส่ง<br>ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์ สัตว์ และพืช ทำ<br>ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทาง<br>ชีวภาพและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม |
| 6. อภิปรายผลของเทคโนโลยีชีวภาพ<br>ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และ<br>สิ่งแวดล้อม | - ผลของเทคโนโลยีชีวภาพ มีประโยชน์ต่อมนุษย์<br>ทั้งด้านการแพทย์ การเกษตรและอุตสาหกรรม  |

## สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่าง  
สิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการ  
สืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 2 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 2  
มาตรฐาน ว 2.1

| ตัวชี้วัด  | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   |
|--|--|
| 1. สสำรวจระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่น<br>และอธิบายความสัมพันธ์ของ<br>องค์ประกอบภายในระบบนิเวศ                  | - ระบบนิเวศในแต่ละท้องถิ่นประกอบด้วย<br>องค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทาง<br>ชีวภาพเฉพาะถิ่น ซึ่งมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน |
| 2. วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์<br>ของการถ่ายทอดพลังงานของ<br>สิ่งมีชีวิตในรูปของโซ่อาหารและ<br>สายใยอาหาร | - สิ่งมีชีวิตมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยมี<br>การถ่ายทอดพลังงานในรูปของโซ่อาหารและ<br>สายใยอาหาร                           |



## ตาราง 2 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด  | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   |
|--|--|
| 3. อธิบายวัฏจักรน้ำ วัฏจักรคาร์บอน และความสำคัญที่มีต่อระบบนิเวศ | - น้ำและคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต<br>- น้ำและคาร์บอนจะมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรในระบบนิเวศ ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนำไปใช้ประโยชน์ได้ |
| 4. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ | - อัตราการเกิด อัตราการตาย อัตราการอพยพเข้าและอัตราการอพยพออกของสิ่งมีชีวิต มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ   |

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

ตาราง 3 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 2 มาตรฐาน ว 2.2

| ตัวชี้วัด  | สาระการเรียนรู้แกนกลาง  |
|--|---|
| 1. วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น และเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา | - สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น เกิดจากการกระทำของธรรมชาติและมนุษย์<br>- ปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้น ควรมีแนวทางในการดูแลรักษาและป้องกัน |
| 2. อธิบายแนวทางการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ   | - ระบบนิเวศจะสมดุลได้จะต้องมีการควบคุมจำนวนผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้สลายสารอินทรีย์ ให้มีปริมาณ สัดส่วน และการกระจายที่เหมาะสม  |

## ตาราง 3 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด  | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนและการดูแลรักษาสภาพแวดล้อม เป็นการรักษาสมดุลของระบบนิเวศ</li> </ul>   |
| 3. อภิปรายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้อย่างคุ้มค่าด้วยการใช้ซ้ำ นำกลับมาใช้ใหม่ ลดการใช้ผลิตภัณฑ์ใช้ผลิตภัณฑ์ชนิดเดิม ซ่อมแซมสิ่งของเครื่องใช้ เป็นวิธีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน</li> </ul>  |
| 4. วิเคราะห์ และอธิบายการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติควรคำนึงถึงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงบนพื้นฐานของทางสายกลาง และความไม่ประมาท โดยคำนึงถึงความพอประมาณ ความมีเหตุผลและการเตรียมตัวให้พร้อมที่จะรับผลกระทบและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น</li> </ul>                               |
| 5. อภิปรายปัญหาสิ่งแวดล้อมและเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปัญหาสิ่งแวดล้อม อาจเกิดจากมลพิษทางน้ำ มลพิษทางเสียง มลพิษทางอากาศ มลพิษทางดิน</li> <li>- แนวทางการแก้ปัญหามีหลายวิธี เริ่มจากศึกษาแหล่งที่มาของปัญหา เสาะหากระบวนการในการแก้ปัญหา และทุกคนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหานั้น</li> </ul> |
| 6. อภิปรายและมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การดูแลและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นให้ยั่งยืน ควรได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่ายและต้องเป็นความรับผิดชอบของทุกคน</li> </ul>   |

#### สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

#### ตาราง 4 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 4 มาตรฐาน ว 4.1

| ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   |
|---|--|
| 1. อธิบายความเร่งและผลของแรงลัพธ์ ที่ทำต่อวัตถุ                                 | - วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เปลี่ยนแปลง เป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง เมื่อแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับศูนย์กระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งซึ่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์   |
| 2. ทดลองและอธิบายแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ | - ทุกแรงกิริยาจะมีแรงปฏิกิริยาได้ตอบด้วยขนาดของแรงเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้าม การนำความรู้เรื่องแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาไปใช้อธิบาย เช่น การชักเย่อ การจุดบั้งไฟ  |
| 3. ทดลองและอธิบายแรงพยุงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุ                              | - แรงพยุง คือ แรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนที่จมของวัตถุ<br>- ของเหลวที่มีความหนาแน่นมากจะมีแรงพยุงมาก<br>- วัตถุที่ลอยได้ในของเหลวจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าความหนาแน่นของของเหลว |

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 5 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 4  
มาตรฐาน ว 4.2

| ตัวชี้วัด  | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   |
|--|--|
| 1. ทดลองและอธิบายความแตกต่างระหว่างแรงเสียดทานสถิตกับแรงเสียดทานจลน์ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ | <ul style="list-style-type: none"> <li>- แรงเสียดทานสถิตเป็นแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะหยุดนิ่ง ส่วนแรงเสียดทานจลน์เป็นแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุขณะเคลื่อนที่</li> <li>- การเพิ่มแรงเสียดทาน เช่น การออกแบบพื้นรองเท้าเพื่อกันลื่น</li> <li>- การลดแรงเสียดทาน เช่น การใช้น้ำมันหล่อลื่นที่จุดหมุน</li> </ul> |
| 2. ทดลองและวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เมื่อมีแรงที่กระทำต่อวัตถุ แล้วทำให้เกิดโมเมนต์ของแรงรอบจุดหมุน วัตถุจะเปลี่ยนสภาพการหมุน</li> <li>- การวิเคราะห์โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ</li> </ul>  |
| 3. สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นแนวตรง และแนวโค้ง                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การเคลื่อนที่ของวัตถุมีทั้งการเคลื่อนที่ในแนวตรง เช่น การตกแบบเสรี และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง เช่น การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ของลูกบอลเกิดบอลในอากาศ การเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุที่ผูกเชือกแล้วแกว่ง เป็นต้น</li> </ul>  |

### สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์



ตาราง 6 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 5  
มาตรฐาน ว 5.1

| ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   |
|---|--|
| 1. อธิบายงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล่านี้ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การให้งานแก่วัตถุเป็นการถ่ายโอนพลังงานให้วัตถุ พลังงานนี้เป็นพลังงานกลซึ่งประกอบด้วยพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุขณะวัตถุเคลื่อนที่ ส่วนพลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุเป็นพลังงานของวัตถุที่อยู่สูงจากพื้นโลก</li> <li>- กฎการอนุรักษ์พลังงานกล่าวว่า พลังงานรวมของวัตถุไม่สูญหาย แต่สามารถเปลี่ยนจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้</li> <li>- การนำกฎการอนุรักษ์พลังงานไปใช้ประโยชน์ในการอธิบายปรากฏการณ์ เช่น พลังงานน้ำเหนือเขื่อนเปลี่ยนรูปจากพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานจลน์ บันจันตอกเสาเข็ม</li> </ul> |
| 2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้าและความต้านทานมีความสัมพันธ์กันตามกฎของโอห์ม</li> <li>- การนำกฎของโอห์มไปใช้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย</li> </ul>  |
| 3. คำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การคำนวณพลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดค่าไฟฟ้าและเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในบ้าน</li> </ul>  |
| 4. สังเกตและอภิปรายการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านอย่างถูกต้องปลอดภัย และประหยัด  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านต้องออกแบบวงจรติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างถูกต้อง โดย การต่อสวิตช์แบบอนุกรม ต่อเข้ากับแบบขนาน และเพื่อความปลอดภัยต้องต่อสายดิน</li> </ul>  |

## ตาราง 6 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   |
|---|--|
|   | และฟิวส์ รวมทั้งต้องคำนึงถึงการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด  |
| 5. อธิบายตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ และหลอดต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่มีทรานซิสเตอร์ | - ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ มีสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกัน ตัวต้านทานทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าในวงจร ไดโอดมีสมบัติให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ทิศทางเดียวและทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด-ปิดวงจร<br>- การประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่มีทรานซิสเตอร์ 1 ตัวทำหน้าที่เป็นสวิตช์ |

## สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 7 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 7 มาตรฐาน ว 7.1

| ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง  |
|---|---|
| 1. สืบค้นและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ และดาวเคราะห์อื่น ๆ และผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก | - ดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์อยู่เป็นระบบได้ภายใต้แรงโน้มถ่วง<br>- แรงโน้มถ่วงระหว่างโลกกับดวงจันทร์ ทำให้ดวงจันทร์โคจรรอบโลก แรงโน้มถ่วงระหว่างดวงอาทิตย์กับบริวาร ทำให้บริวารเคลื่อนรอบดวงอาทิตย์กลายเป็นระบบสุริยะ |

## ตาราง 7 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   |
|---|--|
|   | - แรงแม่เหล็กที่ดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์กระทำต่อโลกทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลง ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบนโลก   |
| 2. สืบค้นและอธิบายองค์ประกอบของเอกภพ กาแล็กซี และระบบสุริยะ | - เอกภพประกอบด้วยกาแล็กซีมากมายนับแสนล้านแห่ง แต่ละกาแล็กซีประกอบด้วยดาวฤกษ์จำนวนมาก ที่อยู่เป็นระบบด้วยแรงโน้มถ่วง กาแล็กซีทางช้างเผือกมีระบบสุริยะอยู่ที่แขนของกาแล็กซีด้านกลุ่มดาวนายพราน   |
| 3. ระบุตำแหน่งของกลุ่มดาว และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์         | - กลุ่มดาวฤกษ์ประกอบด้วยดาวฤกษ์หลายดวงที่ปรากฏอยู่ในขอบเขตแคบ ๆ และเรียงเป็นรูปต่าง ๆ กันบนทรงกลมฟ้า โดยดาวฤกษ์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ไม่จำเป็นต้องอยู่ใกล้กันอย่างที่ตาเห็น แต่มีตำแหน่งที่แน่นอนบนทรงกลมฟ้า จึงใช้บอกทิศและเวลาได้ |

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตร และการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตาราง 8 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 7  
มาตรฐาน ว 7.2

| ตัวชี้วัด  | สาระการเรียนรู้แกนกลาง  |
|--|---|
| 1. สืบค้นและอภิปรายความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศที่ใช้สำรวจอวกาศ วัตถุท้องฟ้า สภาวะอากาศ | - มนุษย์ใช้กล้องโทรทรรศน์ จรวด ดาวเทียม ยานอวกาศ สำรวจอวกาศ วัตถุท้องฟ้า สภาวะอากาศ |

## ตาราง 8 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด                               | สาระการเรียนรู้แกนกลาง                             |
|---|--|
| ทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตร และการสื่อสาร | อากาศ ทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตรและใช้ ในการสื่อสาร |

## สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบ ที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตาราง 9 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 8  
มาตรฐาน ว 8.1

| ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|---|------------------------|
| 1. ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าเรื่องที่สนใจได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้                    | -                      |
| 2. สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลาย ๆ วิธี  | -                      |
| 3. เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม                    | -                      |
| 4. รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ   | -                      |
| 5. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้อง ของประจักษ์พยานกับข้อสรุป ทั้งที่สนับสนุนหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน และความผิดปกติของข้อมูลจาก การสำรวจตรวจสอบ | -                      |



## ตาราง 9 (ต่อ)

| ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง |
|---|------------------------|
| 6. สร้างแบบจำลองหรือรูปแบบที่อธิบายผลหรือแสดงผลของการสำรวจตรวจสอบ   | -                      |
| 7. สร้างคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ                                  | -                      |
| 8. บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับ การเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือได้แย้งจากเดิม | -                      |
| 9. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน และหรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ  | -                      |

#### 4. คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลักสูตรโรงเรียนบ้านหนองห้าง (2553) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

##### คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์

รายวิชาพื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างดวงอาทิตย์ โลก ดวงจันทร์ ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ กลุ่มดาวฤกษ์ กาแล็กซี และเอกภพ เทคโนโลยีอวกาศ กล้องโทรทรรศน์ ดาวเทียม ยานอวกาศ ลักษณะของโครโมโซม ความสำคัญของสารพันธุกรรม กระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โรคทางพันธุกรรม การใช้ประโยชน์จากความรู้ด้านพันธุศาสตร์ องค์ประกอบของระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิต สมดุลของระบบนิเวศ วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ จำนวนประชากร ความหลากหลายทางชีวภาพ ปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล และการอภิปราย

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

##### รหัสตัวชี้วัด

ว 1.2 ม.3/1, ม.3/2, ม.3/3, ม.3/4, ม.3/5, ม.3/6

ว 2.1 ม.3/1, ม.3/2, ม.3/3, ม.3/4

ว 2.2 ม.3/1, ม.3/2, ม.3/3, ม.3/4, ม.3/5, ม.3/6

ว 7.1 ม.3/1, ม.3/2, ม.3/3

ว 7.2 ม.3/1

ว 8.1 ม.3/1, ม.3/2, ม.3/3, ม.3/4, ม.3/5, ม.3/6, ม.3/7, ม.3/8, ม.3/9

รวมทั้งหมด 29 ตัวชี้วัด

### 5. โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลักสูตรโรงเรียนบ้านหนองหูช้าง (2553) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

#### ตาราง 10 แสดงโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

| หน่วย<br>ที่ | ชื่อหน่วย<br>การเรียนรู้/<br>มาตรฐาน/<br>ตัวชี้วัด  | ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   | เวลา<br>(ชั่วโมง) | หน้า<br>หน้า<br>คะแนน |
|--------------|---|---|--|-------------------|-----------------------|
| 1            | ปฏิสัมพันธ์<br>ในระบบ<br>สุริยะ<br>ว 7.1 ม.3/1<br>ว 8.1 ม.3/1<br>ม.3/2 ม.3/3<br>ม.3/4 ม.3/5<br>ม.3/6 ม.3/7<br>ม.3/8 ม.3/9 | - สืบค้นและ<br>อธิบาย<br>ความสัมพันธ์<br>ระหว่างดวง<br>อาทิตย์ โลก<br>ดวงจันทร์และ<br>ดาวเคราะห์<br>อื่นๆ และผลที่<br>เกิดขึ้นต่อ<br>สิ่งแวดล้อมและ<br>สิ่งมีชีวิตบนโลก | - ดวงอาทิตย์ โลก และดวง<br>จันทร์อยู่เป็นระบบได้ภายใต้<br>แรงโน้มถ่วง<br>- แรงโน้มถ่วงระหว่างโลกกับ<br>ดวงจันทร์ ทำให้ ดวงจันทร์<br>โคจรรอบโลก แรงโน้มถ่วง<br>ระหว่างดวงอาทิตย์กับบริวาร<br>ทำให้บริวารเคลื่อนรอบดวง<br>อาทิตย์กลายเป็นระบบสุริยะ<br>- แรงโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์ ดวง<br>อาทิตย์กระทำต่อโลกทำให้<br>เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น น้ำลง<br>ซึ่งส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและ<br>สิ่งมีชีวิตบนโลก | 10                | 17                    |
| 2            | ดวงดาวบน<br>ท้องฟ้า<br>ว 7.1 ม.3/2<br>ม.3/3<br>ว 8.1 ม.3/1<br>ม.3/2 ม.3/3   | - สืบค้นและ<br>อธิบาย<br>องค์ประกอบ<br>ของเอกภพ<br>กาแล็กซี และ<br>ระบบสุริยะ   | - เอกภพประกอบด้วย<br>กาแล็กซีมากมายนับแสน<br>ล้านแห่ง แต่ละกาแล็กซี<br>ประกอบด้วยดาวฤกษ์จำนวน<br>มาก ที่อยู่เป็นระบบด้วยแรง<br>โน้มถ่วง กาแล็กซีทาง  | 6                 | 10                    |

## ตาราง 10 (ต่อ)

| หน่วย<br>ที่ | ชื่อหน่วย<br>การเรียนรู้/<br>มาตรฐาน/<br>ตัวชี้วัด   | ตัวชี้วัด  | สาระการเรียนรู้แกนกลาง  | เวลา<br>(ชั่วโมง) | น้ำหนัก<br>คะแนน |
|--------------|--|--|---|-------------------|------------------|
|              | ม.3/4 ม.3/5<br>ม.3/6 ม.3/7<br>ม.3/8 ม.3/9  | - ระบุตำแหน่ง<br>ของกลุ่มดาว<br>และนำความรู้<br>ไปใช้ประโยชน์  | ข้างเผือกมีระบบสุริยะอยู่ที่<br>แขนของกาแล็กซีด้านกลุ่ม<br>ดาวนายพราน<br>- กลุ่มดาวฤกษ์ประกอบด้วย<br>ดาวฤกษ์หลายดวงที่ปรากฏ<br>อยู่ในขอบเขตแคบ ๆ และ<br>เรียงเป็นรูปต่าง ๆ กันบนทรง<br>กลมฟ้า โดยดาวฤกษ์ที่อยู่ใน<br>กลุ่มเดียวกัน ไม่จำเป็นต้อง<br>อยู่ใกล้กันอย่างที่ตาเห็น แต่มี<br>ตำแหน่งที่แน่นอนบนทรง<br>กลมฟ้า จึงใช้บอกทิศและ<br>เวลาได้ |                   |                  |
| 3            | เทคโนโลยี<br>อวกาศ<br>ว 7.2 ม.3/1<br>ว 8.1 ม.3/1<br>ม.3/2 ม.3/3<br>ม.3/4 ม.3/5<br>ม.3/6 ม.3/7<br>ม.3/8 ม.3/9 | - สืบค้นและ<br>อภิปราย<br>ความก้าวหน้า<br>ของเทคโนโลยี<br>อวกาศที่ใช้<br>สำรวจอวกาศ<br>วัตถุท้องฟ้า<br>สภาวะอากาศ<br>ทรัพยากรธรรมชาติ<br>การเกษตร<br>และการสื่อสาร | - มนุษย์ใช้กล้องโทรทรรศน์<br>จรวด ดาวเทียม ยานอวกาศ<br>สำรวจอวกาศ วัตถุท้องฟ้า<br>สภาวะอากาศ<br>ทรัพยากรธรรมชาติ<br>การเกษตร และใช้ใน<br>การสื่อสาร   | 4                 | 7                |



## ตาราง 10 (ต่อ)

| หน่วย<br>ที่ | ชื่อหน่วย<br>การเรียนรู้/<br>มาตรฐาน/<br>ตัวชี้วัด   | ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   | เวลา<br>(ชั่วโมง) | น้ำหนัก<br>คะแนน |
|--------------|--|---|--|-------------------|------------------|
| 4            | ระบบนิเวศ<br>ว 1.2 ม.3/4<br>ม.3/5<br>ว 2.1 ม.3/1<br>ม.3/2 ม.3/3<br>ม.3/4<br>ว 2.2 ม.3/2<br>ว 8.1 ม.3/1<br>ม.3/2 ม.3/3<br>ม.3/4 ม.3/5<br>ม.3/6 ม.3/7<br>ม.3/8 ม.3/9 | - สสำรวจระบบ<br>นิเวศต่าง ๆ ใน<br>ท้องถิ่น และ<br>อธิบาย<br>ความสัมพันธ์<br>ของชนิดสิ่งมีชีวิต<br>และ<br>องค์ประกอบ<br>ภายในระบบ<br>นิเวศ<br>- วิเคราะห์และ<br>อธิบาย<br>ความสัมพันธ์<br>ของการ<br>ถ่ายทอด<br>พลังงานของ<br>สิ่งมีชีวิตในรูป<br>ของโซ่อาหาร<br>และสายใย<br>อาหาร<br>- อธิบายวัฏจักร<br>น้ำ วัฏจักร<br>คาร์บอน และ<br>ความสำคัญที่มี<br>ต่อระบบนิเวศ | - ความหลากหลายทางชีวภาพ<br>ที่ทำให้สิ่งมีชีวิตอยู่อย่างสมดุล<br>ขึ้นอยู่กับความหลากหลายของ<br>ระบบนิเวศ ความหลากหลาย<br>ของชนิดสิ่งมีชีวิต และความ<br>หลากหลายทางพันธุกรรม<br>- การตัดไม้ทำลายป่าเป็น<br>สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิด<br>การสูญเสียความหลากหลาย<br>ทางชีวภาพ ซึ่งส่งผลกระทบต่อ<br>การดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์<br>พืชและสิ่งแวดล้อม<br>- การใช้สารเคมีในการกำจัด<br>ศัตรูพืชและสัตว์ส่งผลกระทบต่อ<br>ต่อสิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์ สัตว์ และ<br>พืช ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง<br>ความหลากหลายทางชีวภาพ<br>และส่งผลกระทบต่อ<br>สิ่งแวดล้อม<br>- ระบบนิเวศในแต่ละท้องถิ่น<br>ประกอบด้วยองค์ประกอบทาง<br>กายภาพและองค์ประกอบทาง<br>ชีวภาพเฉพาะถิ่น ซึ่งมีความ<br>เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน | 14                | 23               |

## ตาราง 10 (ต่อ)

| หน่วย<br>ที่ | ชื่อหน่วย<br>การเรียนรู้/<br>มาตรฐาน/<br>ตัวชี้วัด | ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   | เวลา<br>(ชั่วโมง) | น้ำหนัก<br>คะแนน |
|--------------|--|---|--|-------------------|------------------|
|              |  | <p>- สํารวจและอธิบายความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสมดุล</p> <p>- อธิบายผลของควมหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์ สัตว์ พืช และสิ่งแวดล้อม</p> <p>- อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ</p> | <p>- สิ่งมีชีวิตมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยมีการถ่ายทอดพลังงานในรูปของโซ่อาหารและสายใยอาหาร</p> <p>- น้ำและคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต</p> <p>- น้ำและคาร์บอนจะมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรในระบบนิเวศ ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนำไปใช้ประโยชน์ได้</p> <p>- อัตราการเกิด อัตราการตาย อัตราการอพยพเข้า และอัตราการอพยพออกของสิ่งมีชีวิต มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรในระบบนิเวศ</p> <p>- ระบบนิเวศจะสมดุลได้จะต้องมีการควบคุมจำนวนผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้สลายสารอินทรีย์ ให้มีปริมาณ สัดส่วน และการกระจายที่เหมาะสม</p> <p>- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนและการดูแล</p> |                   |                  |

## ตาราง 10 (ต่อ)

| หน่วย<br>ที่ | ชื่อหน่วย<br>การเรียนรู้/<br>มาตรฐาน/<br>ตัวชี้วัด  | ตัวชี้วัด  | สาระการเรียนรู้แกนกลาง  | เวลา<br>(ชั่วโมง) | น้ำหนัก<br>คะแนน |
|--------------|---|--|---|-------------------|------------------|
|              |   |  | รักษาสภาพแวดล้อม เป็นการ<br>รักษาสมดุลของระบบนิเวศ  |                   |                  |
| 5            | มนุษย์กับ<br>สิ่งแวดล้อม<br>ว.2.2 ม.3/1<br>ม.3/2 ม.3/3<br>ม.3/4 ม.3/5<br>ม.3/6<br>ว.8.1 ม.3/1<br>ม.3/2 ม.3/3<br>ม.3/4 ม.3/5<br>ม.3/6 ม.3/7<br>ม.3/8 ม.3/9 | - วิเคราะห์<br>สภาพปัญหา<br>สิ่งแวดล้อม<br>ทรัพยากรธรรมชาติ<br>ชาติในท้องถิ่น<br>และเสนอ<br>แนวทางในการ<br>แก้ไขปัญหา<br>- อธิบาย<br>แนวทางการ<br>รักษาสมดุลของ<br>ระบบนิเวศ<br>- อภิปรายการ<br>ใช้ทรัพยากร<br>ธรรมชาติอย่าง<br>ยั่งยืน<br>- วิเคราะห์ และ<br>อธิบายการใช้<br>ทรัพยากรธรรม<br>ชาติ ตาม<br>ปรัชญา | - สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม<br>และทรัพยากรธรรมชาติใน<br>ท้องถิ่น เกิดจากการกระทำ<br>ของธรรมชาติและมนุษย์<br>- ปัญหาสิ่งแวดล้อมและ<br>ทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้น<br>ควรมีแนวทางในการดูแล<br>รักษาและป้องกัน<br>- ระบบนิเวศจะสมดุลได้<br>จะต้องมีการควบคุมจำนวน<br>ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้สลาย<br>สารอินทรีย์ ให้มีปริมาณ<br>สัดส่วน และการกระจายที่<br>เหมาะสม<br>- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ<br>อย่างยั่งยืนและการดูแลรักษา<br>สภาพแวดล้อม เป็นการรักษา<br>สมดุลของระบบนิเวศ<br>- การนำทรัพยากรธรรมชาติ<br>มาใช้อย่างคุ้มค่าด้วยการใช้<br>ซ้ำ นำกลับมาใช้ใหม่ ลดการ<br>ใช้ผลิตภัณฑ์ ใช้ผลิตภัณฑ์ | 8                 | 13               |

## ตาราง 10 (ต่อ)

| ชื่อหน่วย<br>หน่วย<br>ที่ | การเรียนรู้/<br>มาตรฐาน/<br>ตัวชี้วัด | ตัวชี้วัด  | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   | เวลา<br>(ชั่วโมง) | น้ำหนัก<br>คะแนน |
|---------------------------|---------------------------------------|--|--|-------------------|------------------|
|                           |                                       | เศรษฐกิจ<br>พอเพียง<br>- อภิปราย<br>ปัญหา<br>สิ่งแวดล้อมและ<br>เลนอแนะแนว<br>ทางการ<br>แก้ปัญหา<br>- อภิปรายและมี<br>ส่วนร่วมในการ<br>ดูแลและอนุรักษ์<br>สิ่งแวดล้อมใน<br>ท้องถิ่นอย่าง<br>ยั่งยืน | ชนิดเดิม ซ่อมแซมสิ่งของ<br>เครื่องใช้ เป็นวิธีการใช้<br>ทรัพยากรธรรมชาติอย่าง<br>ยั่งยืน<br>- การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ<br>ควรคำนึงถึงปรัชญาเศรษฐกิจ<br>พอเพียงบนพื้นฐานของทาง<br>สายกลางและความไม่<br>ประมาท โดยคำนึงถึงความ<br>พอประมาณ ความมีเหตุผล<br>และการเตรียมตัวให้พร้อมที่<br>จะรับมือผลกระทบและการ<br>เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น<br>- ปัญหาสิ่งแวดล้อม อาจเกิด<br>จากมลพิษทางน้ำ มลพิษทาง<br>เสียง มลพิษทางอากาศ<br>มลพิษทางดิน<br>- แนวทางการแก้ปัญหามี<br>หลายวิธี เริ่มจากศึกษา<br>แหล่งที่มาของปัญหา เสาะหา<br>กระบวนการในการแก้ปัญหา<br>และทุกคนมีส่วนร่วมในการ<br>ปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหานั้น |                   |                  |



ตาราง 10 (ต่อ)

| หน่วย<br>ที่ | ชื่อหน่วย<br>การเรียนรู้/<br>มาตรฐาน/<br>ตัวชี้วัด  | ตัวชี้วัด  | สาระการเรียนรู้แกนกลาง  | เวลา<br>(ชั่วโมง) | น้ำหนัก<br>คะแนน |
|--------------|---|--|---|-------------------|------------------|
|              |   |  | - การดูแลและอนุรักษ์<br>สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นให้ยั่งยืน<br>ควรได้รับความร่วมมือจากทุก<br>ฝ่ายและต้องเป็นความ<br>รับผิดชอบของทุกคน   |                   |                  |
| 6            | ก าร<br>ถ่ายทอด<br>ลักษณะ<br>ทาง<br>พันธุกรรม<br>ว 1.2 ม.3/1<br>ม.3/2 ม.3/3<br>ม.3/6<br>ว 8.1 ม.3/1<br>ม.3/2 ม.3/3<br>ม.3/4 ม.3/5<br>ม.3/6 ม.3/7<br>ม.3/8 ม.3/9 | - สังเกตและ<br>อธิบาย<br>ลักษณะของ<br>โครโมโซมที่มี<br>หน่วย<br>พันธุกรรมหรือ<br>ยีนในนิวเคลียส<br>- อธิบาย<br>ความสำคัญของ<br>สารพันธุกรรม<br>หรือดีเอ็นเอ<br>และ<br>กระบวนการ<br>ถ่ายทอด<br>ลักษณะทาง<br>พันธุกรรม<br>- อภิปรายโรค<br>ทางพันธุกรรม<br>ที่เกิดจากความ | - เมื่อมองเซลล์ผ่านกล้อง<br>จุลทรรศน์จะเห็นเส้นใยเล็ก ๆ<br>พันกันอยู่ในนิวเคลียส เมื่อ<br>เกิดการแบ่ง เซลล์ เส้นใย<br>เหล่านี้จะขดสั้นเข้าจนมี<br>ลักษณะเป็นพ่อนสั้น เรียกว่า<br>โครโมโซม<br>- โครโมโซมประกอบด้วยดี<br>เอ็นเอและโปรตีน<br>- ยีนหรือหน่วยพันธุกรรมเป็น<br>ส่วนหนึ่งที่อยู่บนดีเอ็นเอ<br>- เซลล์หรือสิ่งมีชีวิต มีสาร<br>พันธุกรรมหรือดีเอ็นเอที่<br>ควบคุมลักษณะของการ<br>แสดงออก<br>- ลักษณะทางพันธุกรรมที่<br>ควบคุมด้วยยีนจากพ่อและ<br>แม่สามารถถ่ายทอดสู่ลูกผ่าน | 18                | 30               |

ตาราง 10 (ต่อ)

| ชื่อหน่วย<br>หน่วย<br>ที่ | การเรียนรู้/<br>มาตรฐาน/<br>ตัวชี้วัด | ตัวชี้วัด  | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   | เวลา<br>(ชั่วโมง) | น้ำหนัก<br>คะแนน |
|---------------------------|---------------------------------------|--|--|-------------------|------------------|
|                           |                                       | <p>ผิดปกติของยีน<br/>และโครโมโซม<br/>และนำความรู้<br/>ไปใช้ประโยชน์</p> <p>- อภิปรายผล<br/>ของเทคโนโลยี<br/>ชีวภาพต่อการ<br/>ดำรงชีวิตของ<br/>มนุษย์ และ<br/>สิ่งแวดล้อม</p> | <p>ทางเซลล์สืบพันธุ์และการ<br/>ปฏิสนธิ</p> <p>- โรคธาลัสซีเมีย ตาบอดสี<br/>เป็นโรคทางพันธุกรรม ที่เกิด<br/>จากความผิดปกติของยีน</p> <p>- กลุ่มอาการดาวน์เป็นความ<br/>ผิดปกติของร่างกาย ซึ่งเกิด<br/>จากการที่มีจำนวนโครโมโซม<br/>เกินมา</p> <p>- ความรู้เกี่ยวกับโรคทาง<br/>พันธุกรรมสามารถนำไปใช้ใน<br/>การป้องกันโรค ดูแลผู้ป่วย<br/>และวางแผนครอบครัว</p> <p>- ผลของเทคโนโลยีชีวภาพ มี<br/>ประโยชน์ต่อมนุษย์ ทั้งด้าน<br/>การแพทย์ การเกษตรและ<br/>อุตสาหกรรม</p> |                   |                  |

จากตารางแสดงโครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ระบบนิเวศ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

ประสาท เนืองเฉลิม (2550, หน้า 25) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่เน้นกระบวนการได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ผู้สอนวิทยาศาสตร์ต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยผู้สอนทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วยและผู้เรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดแผนการเรียน ผู้เรียนเป็นผู้ริเริ่มในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, หน้า 56-57) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นการปฏิบัติจริงมากที่สุด วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นที่รู้จักกันหลายชื่อ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนการจัดการเรียนรู้แบบสอบสวน การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้แบบสืบเรื่องราว วิธีสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าวเป็นกลวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญต่อการเรียนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวิธีนี้อยู่บนพื้นฐานของแนว Constructivism เป็นแนวคิดที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงถาวรอยู่ในความจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างได้ แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

วาริรัตน์ แก้วอุไร (2543, หน้า 134) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่เน้นการใช้คำถามเป็นสื่อสำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนค้นหาความรู้หรือค้นพบความจริงด้วยตนเอง ดังนั้นจึงเป็นวิธีการสอนที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านเนื้อหาวิชาและกระบวนการแสวงหาความรู้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 136) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลง สร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง



กล่าวโดยสรุปแล้ว กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทดลอง และเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง แล้วนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างสร้างสรรค์

## 2. ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

การเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ระยะแรกพัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Barman and Kotar. 1989 : 30-32 อ้างอิงใน นันทนา ใจอ่อน, 2550, หน้า 19) ในเรื่องการปรับตัวทางสติปัญญามี 2 แบบ คือ 1) การปรับขยายโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Assimilation) 2) การปรับหรือโครงสร้างปฏิบัติการทางสติปัญญา (Accommodation) ต่อมาวัฏจักรการเรียนรู้พัฒนาขึ้นโดยคาร์พลัสและเทียร์ (Lawson. 2001 : Abstract ; citing Karplus. 1977 : 165-169) ในโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study Program หรือ SCIS) ประกอบด้วย 3 ชั้น คือ 1) ชั้นสำรวจ (Exploration) 2) ชั้นสร้าง (Explanation) และ 3) ชั้นค้นพบ (Discovery) แต่มีครูเป็นจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจ 2 ชั้นตอนหลัง คือ ชั้นสร้างกับชั้นค้นพบ ดังนั้นบาร์แมนและโกตาร์ (Barman and Kotar. 1989 : 30-32 อ้างอิงใน นันทนา ใจอ่อน, 2550, หน้า 19) ได้ปรับปรุงเป็น 1) ชั้นสำรวจ (Exploration) 2) ชั้นแนะนำมโนทัศน์ (Concept Introduction) และ 3) ชั้นประยุกต์มโนทัศน์ (Concept Application) ต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ดัดแปลงชั้นแนะนำมโนทัศน์เป็นชั้นแนะนำคำสำคัญ (Term Introduction) ด้วยเหตุผลที่ว่า ครูสามารถแนะนำหรืออธิบายคำสำคัญหรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียน แต่มิใช่แนะนำมโนทัศน์ให้แก่นักเรียน เพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบหรือสร้าง มโนทัศน์ด้วยตนเอง (Hewson and Hewson. 1988 : 595) แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อของชั้นตอนที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ดังเช่น คาริน (Carin. 1993 : 98-99) ได้ปรับเป็นชั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept Acquisition) ส่วนอะบรูสคาโต (Abruscato. 1996 : 169 อ้างอิงใน นันทนา ใจอ่อน, 2550, หน้า 19) ได้ปรับเป็นชั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Concept Acquisition) จะสังเกตเห็นว่าวัฏจักรการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้ง 3 ชั้นตอน มีชั้นตอนที่สองเท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกันแต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน วัฏจักรการเรียนรู้นี้มีลักษณะเหมือนเกลียวสว่าน แต่ละชั้นมีสาระสำคัญดังนี้ (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531, หน้า 514-523)

1) ชั้นสำรวจ (Exploration Phase) เป็นชั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถาม และคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จัดบันทึก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต



ตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง

2) ขั้นแนะนำคำสำคัญ (Term Introduction) หรือ ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation) หรือ ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Concept Acquisition Phase) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูง โดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำและอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนจัดเรียงเรียงความคิดใหม่ในการค้นพบและอธิบายมโนทัศน์นั้น ๆ ขั้นนี้ครูและนักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กัน เพื่อค้นหาจากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจ

3) ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept Application Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ อันจะทำให้นักเรียนขยายความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น ๆ มากยิ่งขึ้น ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนมีบทบาทสูงเช่นเดียวกับขั้นสำรวจ

ในปี ค.ศ. 1990 บาร์แมน (Barman and Kotar. 1989 : 30-32 อ้างอิงใน นันทนาใจอ่อน, 2550, หน้า 20) ได้ดัดแปลงและพัฒนาวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) 2) ขั้นแนะนำมโนทัศน์ (Concept Introduction Phase) 3) ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept Application Phase) และ 4) ขั้นประเมินผลและอภิปราย (Evaluation and Discussion Phase) ซึ่งต่อมาได้ดัดแปลงชื่อเป็น 4E ได้แก่ 1) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) 2) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) 3) ขั้นขยายมโนทัศน์ (Expansion Phase) และ 4) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

1) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) ระยะเวลาสำรวจเป็นการเน้นนักเรียนเป็นสำคัญกระตุ้นความไม่สมดุลความคิดของผู้เรียน และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด ครูรับผิดชอบให้นักเรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจง และวัสดุอุปกรณ์เพียงพอที่มีปฏิสัมพันธ์ในทางที่สัมพันธ์กับแนวคิด คำแนะนำชี้แจงของครูต้องไม่บอกนักเรียนว่าพวกเขาควรเรียกอะไร และต้องไม่อธิบายแนวคิดให้แนวทางและคำแนะนำ เพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ นักเรียนรับผิดชอบต่อการสำรวจวัสดุ และการเก็บรวบรวม และหรือบันทึกข้อมูลของตนเอง ครูอาศัยทักษะการถามเพื่อแนะแนวทางการเรียนรู้ เด็กต้องมีวัสดุอุปกรณ์การเรียนรู้และประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมด้วย ถ้าครูจะให้เด็กสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์สำหรับตนเอง ให้ใช้คำถามแนะเพื่อช่วยเริ่มกระบวนการวางแผน และคำถามต้องนำตรงไปสู่กิจกรรมของเด็ก เสนอแนะประเภทของบันทึกที่

เด็กควรจะทำ และต้องไม่บอกหรืออธิบายแนวคิด อาจจะทำให้การสนทนาอย่างย่อ ๆ ได้ บางที อาจจะเป็นในรูปจุดประสงค์ของการสนทนา

2) **ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)** เป็นขั้นที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญน้อยลง และหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียน ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อให้ครูได้นำนักเรียนในการคิด เพื่อว่าแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนจะได้รับการสร้างขึ้นด้วยความร่วมมือกัน ไม่ใช่เพียงครูให้อย่างเดียว เพื่อให้สำเร็จครูเลือกและจัดทำสภาพแวดล้อมของชั้นเรียนที่พึงประสงค์ ครูขอให้ให้นักเรียนให้ข้อมูลตามทางจิตใจ เมื่อจัดเตรียมเรียงข้อมูลแล้ว ครูแนะนำให้รู้จักภาษาจำเพาะที่ต้องการแนวคิดให้มากเท่า ๆ กับ มิสซิส แม็กโดนัลด์ ทำหลังจากเด็ก ๆ ได้สังเกตและสำรวจสิ่งที่เกิดขึ้น เมื่อองค์ความรู้ใหม่ได้รับการแนะนำในบรรยากาศการเรียบเรียงของพวกเขา ระยะนี้ช่วยนำไปสู่การปรับขยายโครงสร้างความคิด ดังที่ทฤษฎีของเพียเจต์อธิบายไว้ในที่นักเรียนต้องมุ่งเน้นข้อค้นพบเบื้องต้นจากการสำรวจเบื้องต้นของพวกตน ครูต้องแนะนำภาษาหรือรูปแบบแนวความคิด เพื่อช่วยในการปรับขยายโครงสร้างความคิด ครูแนะนำให้นักเรียนจัดคำอธิบายของตนเองเกี่ยวกับแนวคิด ครูสามารถจะแนะนำนักเรียนและงดจากการบอกนักเรียนได้อย่างไร ในสิ่งที่นักเรียนควรจะค้นพบแล้ว ถึงแม้ว่าความเข้าใจของนักเรียนยังไม่สมบูรณ์ และสามารถจะช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลของตนสร้างแนวคิดที่ถูกต้องได้ ซึ่งนักเรียนนำไปสู่ระยะต่อไปโดยอัตโนมัติ คือ ระยะการขยายความคิด

3) **ขั้นขยายมโนทัศน์ (Expansion Phase)** ระยะการขยายควรเป็นระยะที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญให้มากที่สุดที่จะทำได้ และเป็นระยะจัดขึ้นเพื่อกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่ม ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อช่วยผู้เรียนให้จัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดที่นักเรียนได้มาจากการค้นพบความเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่คล้ายคลึงกัน และเพื่อให้ค้นพบการประยุกต์ใหม่สำหรับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว แนวคิดที่สร้างขึ้นจะต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กับความมุ่งหมาย เพื่อจะนำการคิดของนักเรียนให้ไปกว้างกว่าเดิมซึ่งเป็นอยู่ในปัจจุบัน ครูต้องให้เด็กใช้ภาษาหรือฉลากหรือฉายาต่าง ๆ ของแนวคิดใหม่ ๆ เพื่อว่าพวกเขาจะเพิ่มความเข้าใจของพวกเขาตอนนี้เป็นที่เหมาะสมที่จะช่วยนักเรียนให้ประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการขยายตัวอย่างหรือโดยการจัดประสบการณ์เชิงการสำรวจเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาส่วนบุคคลของนักเรียน การสอบสวนความสัมพันธ์ภายในระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม ความเติบโตทางวิชาการ และการตระหนักรู้ด้านอาชีพ ระยะการขยายนี้สามารถนำไปสู่ระยะการสำรวจบทเรียนต่อไปได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นวงจรต่อเนื่องสำหรับการสนทนาและการเรียนรู้จึงถูกสร้างขึ้นในขณะนี้ ครูช่วยนักเรียนให้จัดระเบียบการคิดของตนโดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้มาเข้ากับความคิด

หรือประสบการณ์อื่น ๆ ซึ่งสัมพันธ์กับแนวคิดที่สร้างขึ้น มีความหมายที่จะใช้ภาษาแนวคิดในระยะนี้เพื่อขยายขอบเขตความต้องการสำหรับเด็ก

4) **ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)** ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อเป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้มักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้นการประเมินผลควรต่อเนื่อง ซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทหรือของวิธีการของหน่วยการเรียนรู้ การวัดหลายชนิดมีความจำเป็นต่อการจัดทำ การประเมินโดยรวมในการเรียนรู้ของนักเรียน และเพื่อกระตุ้นการสร้างแนวความคิดทางจิตใจและทักษะกระบวนการ การประเมินผลรวมถึงในแต่ละระยะของวัฏจักรการเรียนรู้ ไม่ใช่เพียงจัดทำเฉพาะตอนสุดท้าย

ในปี ค.ศ. 1992 โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ได้ปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น หรือเรียกย่อว่า 5E เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดย 5 ขั้นนี้ประกอบด้วย (นันทิยา บุญเคลือบ, 2540, หน้า 13-14) 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase) 2) ขั้นสำรวจ (Exploration) 3) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) 4) ขั้นลงข้อสรุป (Elaboration Phase) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) แต่ละขั้นมีสาระและรายละเอียดดังนี้

1) **ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement)** ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2) **ขั้นสำรวจ (Exploration)** ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูมีหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3) **ขั้นอธิบาย (Explanation)** ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4) **ขั้นลงข้อสรุป (Elaboration)** ในขั้นนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตนเองเพื่อลง



ข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5) **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้ภาพรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

ต่อมาในปี ค.ศ. 2003 Eisenkraft (2003 : 57-59) ได้ขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น เนื่องจากการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ไม่ได้เน้นการถ่ายโอนความรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลยหรือละทิ้ง เนื่องจากการตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่า จะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหา นั้น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด และการละเลยหรือเพิกเฉยในขั้นนี้ทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของเด็ก ซึ่งจะไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (Bransford, Brown and Cocking. 2000 : 57) ซึ่งเพิ่มขึ้นมา 2 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบพื้นความรู้เดิม (Elicitation Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่มีความจำเป็นสำหรับการสอนที่ดี เป้าหมายที่สำคัญในขั้นนี้คือ การกระตุ้นให้เด็กมีความสนใจและตื่นตัวกับการเรียน สามารถสร้างความรู้อย่างมีความหมาย 2) ขั้นการนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5E เป็น 7E

สรุปได้ว่า การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนการสอนต่าง ๆ และสาระสำคัญในแต่ละขั้นดังนี้

1) **ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation)** ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ผู้สอนจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไร และควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ เพื่อวางแผนการสอนได้ถูกต้อง

2) **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวผู้เรียนเอง หรือเกิดจาก



การอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว ผู้สอนเป็นคนกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ผู้อาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ผู้สอนกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

3) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจ ซึ่งเมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว จึงมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ในขั้นนี้เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลาย เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5) ขั้นขยายความคิด (Expansion Phase / Elaboration Phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปให้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าให้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู กว้างขวางขึ้น

6) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ในขั้นนี้เป็นกระบวนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ผู้สอนจะเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่

### 3. แนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (ทิตินา แชมมณี, 2559, หน้า 64-66)

เพียเจต์ (Piaget) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็กว่ามีขั้นตอนหรือกระบวนการอย่างไร เขาอธิบายว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังจะพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามเพียเจต์เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็กให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น

#### 3.1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ มีสาระสรุปได้ดังนี้

1) พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้นดังนี้

1.1) ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (sensorimotor period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำ เด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางและยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

1.2) ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (preoperational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถที่จะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ การใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ 2 ขั้น คือ

1.2.1) ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด (pre-conceptual intellectual period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-4 ปี

1.2.2) ขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง (intuitive thinking period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 4-7 ปี

1.3) ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (concrete operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็ก

สามารถสร้างภาพในใจ และสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

1.4) ขั้นการคิดแบบนามธรรม (formal operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐาน และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

2) ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

3) กระบวนการทางสติปัญญา มีลักษณะดังนี้

3.1) การซึมซับหรือการดูดซึม (assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราว และข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้ เพื่อให้ประโยชน์ต่อไป

3.2) การปรับและจัดระบบ (accommodation) คือ กระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์เดิม และประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

3.3) การเกิดความสมดุล (equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็เกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญารึ้นในตัวบุคคล

### 3.1.2 หลักการจัดการศึกษา/การสอน

1) ในการพัฒนาเด็ก ควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก และจัดประสบการณ์ให้เด็กอย่างเหมาะสมกับพัฒนาการนั้น ไม่ควรบังคับให้เด็กเรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อม หรือยากเกินพัฒนาการตามวัยของตน เพราะจะก่อให้เกิดเจตคติที่ไม่ดีได้

1.1) การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ตามวัยของตน สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปสู่พัฒนาการขั้นที่สูงขึ้นได้

1.2) เด็กแต่ละคนมีพัฒนาการแตกต่างกัน ถึงแม้อายุจะเท่ากัน แต่ระดับพัฒนาการอาจไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงไม่ควรเปรียบเทียบเด็ก ควรให้เด็กมีอิสระที่จะเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของเขาไปตามระดับพัฒนาการของเขา

1.3) ในการสอนควรใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม เพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจลักษณะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น แม้ในพัฒนาการช่วงการคิดแบบรูปธรรมเด็กจะสามารถสร้างภาพในใจได้ แต่การสอนที่ให้อุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรมจะช่วยให้เด็กเข้าใจแจ่มชัดขึ้น



2) การให้ความสนใจและสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิด จะช่วยให้ทราบลักษณะเฉพาะตัวของเด็ก

3) ในการสอนเด็กเล็ก ๆ เด็กจะรับรู้ส่วนรวม (whole) ได้ดีกว่าส่วนย่อย (part) ดังนั้นครูจึงควรสอนภาพรวมก่อนแล้วจึงแยกสอนทีละส่วน

4) ในการสอนสิ่งใดให้กับเด็ก ควรเริ่มจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อน แล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า การทำเช่นนี้จะช่วยให้กระบวนการซึมซับและจัดระบบความรู้ของเด็กเป็นไปด้วยดี

5) การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์ และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมาก ๆ ช่วยให้เด็กดูดซึมข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็ก อันเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก

3.2 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) (ทิตินา แชมมณี, 2559, หน้า 90-96)

### 3.2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้

วิกทอทสกี (Vygotsky) เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซียที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาในสมัยเดียวกับเพียเจต์ (Piaget) ผลงานของเขาเป็นที่ยอมรับกันในประเทศรัสเซีย และเริ่มเผยแพร่สู่ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศต่าง ๆ ในยุโรป เมื่อได้รับการแปลเป็นภาษาอังกฤษในปี ค.ศ. 1962 ต่อมาในปี ค.ศ. 1986 โคซูลิน (Kozulin) ได้แปลและปรับปรุงหนังสือของวิกทอทสกีอีกครั้งหนึ่ง เป็นผลทำให้มีผู้นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์และของวิกทอทสกี เป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เพียเจต์อธิบายว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) เพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีการพัฒนาเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (logico-mathematical experience)



รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (social transmission) วุฒิภาวะ (maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุล (equilibration) ของบุคคลนั้น ส่วนวิกิอทสกี ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่า มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้ว ก็ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเซาว์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ ภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเซาว์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้น พัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปพร้อมกัน

ทั้งเพียเจต์และวิกิอทสกี นับว่าเป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับ "cognition" หรือกระบวนการรู้คิดหรือกระบวนการทางปัญญา นักคิดคนสำคัญในกลุ่มนี้คือ อุลริค ไนส์เซอร์ (Ulrich Neisser) ได้ให้คำนิยามของคำนี้ไว้ว่า "เป็นกระบวนการรู้คิดของสมองในการปรับ เปลี่ยน ลด ตัด ทอน ขยาย จัดเก็บ และใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่รับเข้ามาทางประสาทสัมผัส ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดจากการกระตุ้นของสิ่งเร้าภายนอกก็ได้ ดังนั้น การรู้สึก การรับรู้ จินตนาการ การระลึกได้ การจำ การคงอยู่ การแก้ปัญหา การคิด และอื่น ๆ อีกมาก จึงถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการรู้คิดนี้"

เพื่อให้เข้าใจแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ได้ง่ายขึ้น ผู้เขียนจึงขอเปรียบเทียบแนวคิดนี้กับแนวคิดของทฤษฎีกลุ่มปรนัยนิยม (Objectivism) ซึ่งมีความเห็นว่า โลกนี้มีความรู้ ความจริง ซึ่งเป็นแก่นแท้แน่นอนไม่เปลี่ยนแปลง การศึกษาคือการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรู้ ความจริงเหล่านี้ ดังนั้นครูจึงต้องพยายามถ่ายทอดความรู้ และความจริงนี้ให้ผู้เรียน และผู้เรียนจะสามารถรับสิ่งที่ครูถ่ายทอดได้อย่างเข้าใจตามที่ครูต้องการ แต่นักทฤษฎีกลุ่มการสร้างความรู้ มีความเห็นว่า แม้โลกนี้จะมีอยู่จริง และสิ่งต่าง ๆ มีอยู่ในโลกจริง แต่ความหมายของสิ่งเหล่านั้น มิได้มีอยู่ในตัวของมัน สิ่งต่าง ๆ มีความหมายขึ้นมาจากความคิดของคนที่รับรู้สิ่งนั้น และแต่ละคนจะให้ความหมายแก่สิ่งเดียวกันแตกต่างกันไปอย่างหลากหลาย ดังนั้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกจึงไม่มีความหมายที่ถูกต้องหรือที่เป็นจริงที่สุด แต่ขึ้นกับการให้ความหมายของคนในโลก คนแต่ละคนเกิดความคิดจากประสบการณ์ ดังนั้นสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในประสบการณ์นั้น ก็ย่อมเป็นส่วนหนึ่งของความคิดนั้น หรือเป็นความหมายส่วนหนึ่งของความคิดนั้น ด้วยเหตุนี้วิกิอทสกีจึงเน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล และการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้ วิกิอทสกี ได้

เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ "zone of proximal development" ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านการจัดการเรียนการสอน

วิกิอรรถก็อธิบายว่า ปกติเมื่อมีการวัดพัฒนาการทางเชอว์ปัญญาของเด็ก เรามักจะใช้แบบทดสอบวัดมาตรฐานในการวัด เพื่อดูว่าเด็กอยู่ในระดับใด โดยดูว่าสิ่งที่เด็กทำได้นั้นเป็นสิ่งที่เด็กในระดับอายุใดโดยทั่วไปสามารถทำได้ ดังนั้นผลการวัดจึงเป็นการบ่งบอกถึงสิ่งที่เด็กทำได้อยู่แล้วคือ เป็นระดับพัฒนาการที่เด็กบรรลุหรือไปถึงแล้ว ดังนั้นข้อปฏิบัติที่ทํากันอยู่ก็คือ การสอนให้สอดคล้องกับระดับพัฒนาการของเด็ก จึงเท่ากับเป็นการตอกย้ำให้เด็กอยู่ในระดับพัฒนาการเดิม ไม่ได้ช่วยให้เด็กพัฒนาขึ้น วิกิอรรถก็อธิบายว่า เด็กทุกคนมีระดับพัฒนาการทางเชอว์ปัญญาที่ตนเป็นอยู่ และมีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพจะไปให้ถึง ช่วงห่างระหว่างระดับที่เด็กเป็นอยู่ในปัจจุบันกับระดับที่เด็กมีศักยภาพจะเจริญเติบโตนี้เองที่เรียกว่า "zone of proximal development" หรือ "zone of proximal growth" ซึ่งช่วงห่างนี้จะมีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล แนวคิดนี้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการสอน ซึ่งเคยมีลักษณะเป็นเส้นตรง (linear) หรืออยู่ในแนวเดียวกัน เปลี่ยนแปลงไปเป็นอยู่ในลักษณะที่เหลื่อมกัน โดยการสอนจะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ ดังคำกล่าวของวิกิอรรถที่ว่า "...the development processes do not coincide with learning processes. Rather the developmental process lags behind the learning processes."

ดังนั้น เด็กที่มีระดับพัฒนาการทางสมองเท่ากับเด็กอายุ 8 ขวบ จะสามารถทำงานที่เด็กอายุ 8 ขวบ โดยทั่วไปทำได้ เมื่อให้งานของเด็กอายุ 9 ขวบ เด็กคนหนึ่งทำไม่ได้ แต่เมื่อได้รับการชี้แนะหรือสาธิตให้ดูก็จะทำได้ แสดงให้เห็นว่า เด็กคนนี้มีวุฒิภาวะที่จะไปถึงระดับที่ตนเองมีศักยภาพจะพัฒนาไปให้ถึง ต่อไปเด็กคนนี้ก็พัฒนาไปถึงขั้นทำสิ่งนั้นได้เองโดยไม่มีกรชี้แนะหรือได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่น ในขณะที่เดียวกัน อาจมีเด็กอีกคนหนึ่งซึ่งอยู่ในระดับพัฒนาการทางสมองเท่ากัน คือ 8 ขวบ เมื่อให้ทำงานของเด็กอายุ 9 ขวบ เด็กทำไม่ได้แม้จะได้รับการชี้แนะ หรือสาธิตให้ดูซ้ำแล้วซ้ำอีก ก็ไม่สามารถทำได้ แสดงให้เห็นว่า ช่องว่างระหว่างระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่กับระดับที่ต้องการไปให้ถึง ยังห่างหรือกว้างมาก เด็กยังมีวุฒิภาวะไม่เพียงพอ หรือยังไม่พร้อมที่จะทำสิ่งนั้น จำเป็นต้องรอให้เด็กมีวุฒิภาวะสูงขึ้น หรือลดระดับงานตามระดับพัฒนาการให้ต่ำลง จากแนวคิดดังกล่าว วิกิอรรถก็จึงมีความเชื่อว่า การให้ความช่วยเหลือชี้แนะแก่เด็ก ซึ่งอยู่ในลักษณะของ "assisted learning" หรือ "scaffolding" เป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะสามารถช่วยพัฒนาเด็กให้ไปถึงระดับที่อยู่ในศักยภาพของเด็กได้ นักจิตวิทยากลุ่มนี้เน้นความสำคัญของบริบทที่แท้จริง (authentic context) เพราะการสร้างความหมายใด ๆ มักเป็น

การสร้างบนฐานของบริบทใดบริบทหนึ่ง และกิจกรรมและงานทั้งหลายที่ใช้ในการเรียนรู้ก็จำเป็นต้องเป็นสิ่งจริง (authentic activities/tasks)

โจแนสเซน กล่าวย่ำว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้จะให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ รวมทั้งโครงสร้างทางปัญญาและความเชื่อที่ใช้ในการแปลความหมายเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ เขาเชื่อว่าคนทุกคนมีโลกของตัวเอง ซึ่งเป็นโลกที่สร้างขึ้นด้วยความคิดของตน และคงไม่มีใครกล่าวได้ว่าโลกไหนจะเป็นจริงไปกว่ากัน เพราะโลกของใครก็คงเป็นจริงสำหรับคนนั้น ดังนั้น โลกนี้จึงไม่มีความจริงเดียวที่จริงที่สุด ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มนี้ถือว่าสมองเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุดที่เราสามารถใช้ในการแปลความหมายของปรากฏการณ์ เหตุการณ์ และสิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้ ซึ่งการแปลความหมายดังกล่าวเป็นเรื่องที่เป็นส่วนตัว (personal) และเป็นเรื่องเฉพาะตัว (individualistic) เพราะการแปลความหมายของแต่ละบุคคลขึ้นกับการรับรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ความต้องการ ความสนใจ และภูมิหลังของแต่ละบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกัน สรุปได้ว่าการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นกระบวนการในการ "acting on" ไม่ใช่ "taking in" กล่าวคือ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมอง (internal mental interaction) แล้ว ยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป

### 3.2.2 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีในการเรียนการสอน

การนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอน สามารถทำได้หลายประการดังนี้

1) ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ (process of knowledge construction) และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น (reflexive awareness of that process) เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง (authentic tasks) ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2) เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาคิิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3) ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้าง



ความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่าผู้เรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เรียกว่า "physical knowledge activities" ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ ความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น ดังคำกล่าวของเพอร์คินส์ที่ว่า *"Understanding is not something that comes free with full databanks and thorough practice; it is something won by the struggles of the organism to learn to conjecture, probe, puzzle out, forecast..."*

4) ในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (sociomoral) ให้เกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ไม่เพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

5) ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่นผู้เรียนจะเป็นผู้ที่เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6) ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือ จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ คือการเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก "instruction" ไปเป็น "construction" คือ เปลี่ยนจาก "การให้ความรู้" ไปเป็น "การให้ผู้เรียนสร้างความรู้" บทบาทของครูก็คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่



ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นครู ยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

7) ในด้านการประเมินผลการเรียนการสอน เนื่องจากการเรียนรู้ตาม ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของ บุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะหลากหลาย ดังนั้นการประเมินผลจึงจำเป็นต้องมี ลักษณะเป็น "goal free evaluation" ซึ่งก็หมายถึงการประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ ยืดหยุ่นไปในแต่ละบุคคล หรืออาจใช้วิธีการที่เรียกว่า "socially negotiated goal" และ การประเมินควรใช้วิธีการหลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน (portfolio) รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย นอกจากนั้นการวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อน เช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริง การวัดผล จะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย ซึ่งในกรณีที่ต้องจำลองของจริงมา ก็สามารถ ทำได้ แต่เกณฑ์ที่ใช้ควรเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโลกของความเป็นจริง (real world criteria) ด้วย

4. ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตาม วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการ ตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สอนละเลยไม่ได้และการตรวจสอบความรู้ พื้นฐานเดิมของผู้เรียนจะทำให้ผู้สอนค้นพบว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหา บทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นตอนของการเรียนรู้ตาม แนวคิดของ Eisenkraft (2003) มีเนื้อหาสาระดังนี้ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2558, หน้า 148-150)

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพ สังคมท้องถิ่นหรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าผู้เรียนแต่ ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ผู้สอนควรเติมเต็มส่วนใดให้กับผู้เรียนและยังสามารถวางแผน การจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

2) ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือ เรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของผู้เรียนหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่ น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ ผู้เรียนเพิ่งเรียนรู้ ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือ

คำถามที่ผู้สอนกำลังสนใจ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่ผู้เรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

3) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) เมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว จึงมีการวางแผนร่วมกัน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบข้อมูลอาจทำได้หลายวิธี เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนตรวจสอบปัญหาและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4) ขั้นอธิบาย (Explanation) เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลมาแล้ว ผู้เรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นแผนภูมิ รูปภาพ แผนภาพ กราฟ หรือสื่ออื่น ๆ ประกอบการอธิบาย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูลสรุป และอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจน เพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้านำมาใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ผู้สอนควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้สอนจึงควรมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปราย และแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่

7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ผู้สอนจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ผู้สอนเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมไปเชื่อมโยงเพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

จากขั้นตอนต่าง ๆ ในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) จะเห็นได้ว่าขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ข้างต้น สอดคล้องกับแนวความคิดตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนักน้อย ก่อนที่ผู้สอนจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้น ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of Learning) ที่แท้จริงของผู้เรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของผู้สอน จะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สอนไม่ควรจะละเลย เนื่องจากการตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของผู้เรียนจะทำให้ผู้สอนได้ค้นพบว่า ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ ผู้เรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่มี ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การละเลยหรือเพิกเฉยในขั้นนี้จะทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของผู้เรียน ซึ่งจะไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้ (Bransford, Brown และ Cocking. 1999 : 131-154) นอกจากนี้ยังเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

#### 5. บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558 หน้า 150-154) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ไว้ดังตาราง

ตาราง 11 แสดงบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

| ขั้นการเรียนรู้                         | บทบาทของผู้สอน   | บทบาทของนักเรียน  |
|---|--|---|
| 1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) | - ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหา<br>- กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอพื้นฐานความรู้เดิม<br>- ตรวจสอบความรู้/ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน | - นำเสนอประเด็นปัญหา<br>- ตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเอง<br>- แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ<br>- อภิปรายร่วมกับผู้สอนและเพื่อนใน |



## ตาราง 11 (ต่อ)

| ขั้นการเรียนรู้                   | บทบาทของผู้สอน   | บทบาทของนักเรียน  |
|-----------------------------------|--|---|
|                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน</li> <li>- เติมเต็มประสบการณ์เดิม</li> <li>- วางแผนการจัดการเรียนรู้</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ชั้นเรียน</li> </ul>   |
| 2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- สร้างความสนใจในบทเรียน</li> <li>- กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักร่วมกันคิด</li> <li>- ตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด</li> <li>- สร้างความกระหายใคร่รู้</li> <li>- ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ</li> <li>- จัดสถานการณ์ที่น่าสนใจ</li> <li>- ตั้งคำถามที่ยังไม่ชัดเจนนักมาให้ผู้เรียนได้คิดและอภิปรายร่วมกัน</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ถามคำถามตามประเด็น</li> <li>- แสดงความสนใจในเหตุการณ์</li> <li>- กระจายอย่างรู้คำตอบ</li> <li>- แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด</li> <li>- นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่สนใจ</li> <li>- อภิปรายประเด็นที่ต้องการอยากเรียนรู้</li> </ul>   |
| 3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเพื่อสำรวจค้นหา</li> <li>- ชักถามผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา</li> <li>- สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน</li> <li>- ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแก่ผู้เรียน</li> <li>- ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทางนำไปสู่การสำรวจค้นหา</li> <li>- ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สำรวจค้นหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์</li> <li>- ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทาง</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจค้นหา</li> <li>- ทดสอบการคาดคะเนและตั้งสมมติฐาน</li> <li>- คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่</li> <li>- หาทางเลือกในการแก้ปัญหา</li> <li>- อภิปรายทางเลือกกับคนอื่น ๆ</li> <li>- บันทึกผลการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น</li> <li>- ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ</li> <li>- ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจค้นหา</li> <li>- เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์</li> <li>- มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์</li> </ul> |



## ตาราง 11 (ต่อ)

| ชั้นการเรียนรู้                            | บทบาทของผู้สอน  | บทบาทของนักเรียน   |
|--|---|--|
|  | วิทยาศาสตร์<br>- ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทาง<br>วิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน  |  |
| 4. ชั้นอธิบาย<br>(Explanation)             | - ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดและแสดง<br>ความคิดเห็นอย่างอิสระ<br>- ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้าง<br>คำอธิบายความเข้าใจ<br>- กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักนำหลักฐาน<br>มาแสดงและให้เหตุผลอย่าง<br>เหมาะสม<br>- ส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่<br>ตนเองสังเกต<br>- ให้ผู้เรียนอธิบายให้คำจำกัดความ<br>และบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจาก<br>ปรากฏการณ์<br>- ให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์เดิมของ<br>ตนเป็นพื้นฐานในการอธิบาย<br>มโนทัศน์ | - อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่<br>เป็นไปได้<br>- รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่าง<br>สร้างสรรค์<br>- คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่<br>เพื่อนนำเสนอ<br>- ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์<br>- รับฟังและพยายามทำความเข้าใจ<br>เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้สอนนำเสนอ<br>- อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว<br>ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึก<br>การสังเกตประกอบคำอธิบาย |
| 5. ชั้นขยาย<br>ควา ม ร ู้<br>(Elaboration) | - ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่<br>เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิด<br>ประโยชน์อย่างสร้างสรรค์<br>- ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่นักเรียน<br>ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยาย<br>ความรู้ในสถานการณ์ใหม่<br>- ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและ<br>กระบวนการที่เรียนรู้มาไปปรับใช้<br>ตามบริบท  | - นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ<br>ตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ใน<br>สถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับ<br>สถานการณ์เดิม<br>- ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตาม<br>ความมุ่งหมายของการทดลอง<br>- บันทึกผลการสังเกตและขยาย<br>ความคำอธิบาย<br>- ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วย  |

## ตาราง 11 (ต่อ)

| ขั้นการเรียนรู้            | บทบาทของผู้สอน   | บทบาทของนักเรียน  |
|----------------------------|--|---|
|                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อธิบาย ความรู้ ความเข้าใจอย่าง หลากหลายและเท่าเทียม</li> <li>- ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถาม คำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้ เรียนรู้</li> </ul>  | การอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อน ๆ   |
| 6. ประเมินผล (Evaluation)  | <p>ขั้น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- สังเกตผู้เรียนในการนำความคิด</li> <li>- ประเมินการแสดงความคิดเห็น และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์</li> <li>- วัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์</li> <li>- วัดความพึงพอใจและความสนใจ ในวิทยาศาสตร์</li> <li>- ประเมินความรู้และทักษะ</li> <li>- หาหลักฐานที่แสดงว่าผู้เรียนได้ เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม</li> <li>- ให้ผู้เรียนประเมินตนเองด้าน การเรียนรู้และกิจกรรมทักษะ กระบวนการกลุ่ม</li> <li>- ถามคำถามปลายเปิดในประเด็น ต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่ กำหนดให้</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์ พยาน หลักฐาน และคำอธิบายที่ ยอมรับได้</li> <li>- แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเอง จากกิจกรรมสำรวจค้นหา</li> <li>- ประเมินผลตนเองว่าได้เรียนรู้ อะไรบ้าง</li> <li>- เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่ เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการนำ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ในการสำรวจค้นหาต่อไป</li> </ul> |
| 7. ขยายความรู้ (Extension) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อคำถามตาม ประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท</li> <li>- กระตุ้นให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ ไปปรับใช้</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่าง เหมาะสม</li> </ul>   |

## ตาราง 11 (ต่อ)

| ขั้นการเรียนรู้ | บทบาทของผู้สอน  | บทบาทของนักเรียน  |
|-----------------|---|---|
|                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- แนะนำแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่</li> <li>- ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา</li> <li>- มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน</li> </ul> |

## แผนการจัดการเรียนรู้

## 1. ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2549 หน้า 58) ได้ให้ความหมายแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการเตรียมการสอนหรือการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ และจัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร โดยมีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์จะให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านใด (สติปัญญา/เจตคติ/ทักษะ) จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิธีใด ใช้สื่อการสอนหรือแหล่งการเรียนรู้ใด และจะประเมินผลอย่างไร

## 2. ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2549 หน้า 58) ให้ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

2.1 ทำให้เกิดการวางแผนวิธีสอนที่ดี วิธีเรียนที่ดี ที่เกิดจากการผสมผสานความรู้และจิตวิทยาการศึกษา

2.2 ช่วยให้ผู้สอนมีคู่มือการจัดการเรียนรู้ที่ทำได้ล่วงหน้าด้วยตนเอง และทำให้ครูมีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมาย

2.3 ส่งเสริมให้ครูผู้สอนทราบว่าการสอนของตนได้เดินไปในทิศทางใด หรือทราบว่า จะสอนอะไร ด้วยวิธีใด สอนทำไม สอนอย่างไร จะใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อะไร และจะวัดและประเมินผลอย่างไร

2.4 ส่งเสริมให้ครูผู้สอนใฝ่ศึกษาหาความรู้ ทั้งเรื่องหลักสูตร วิธีจัดการเรียนรู้ จะจัดหาและใช้สื่อแหล่งเรียนรู้ ตลอดจนงานวัดและประเมินผล

2.5 ใช้เป็นคู่มือสำหรับครูที่มาสอน (จัดการเรียนรู้) แทนได้



2.6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้และพัฒนาแล้วจะเกิดประโยชน์ต่อวงการศึกษา

2.7 เป็นผลงานทางวิชาการที่แสดงถึงความชำนาญและความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน สำหรับประกอบการประเมินเพื่อขอเลื่อนตำแหน่งและวิทยฐานะครูให้สูงขึ้น

### 3. ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ควรมีลักษณะดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำและคณะ, 2549 หน้า 59)

3.1 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ชัดเจน (ในการสอนเรื่องนั้น ๆ ต้องการให้ผู้เรียนเกิดคุณสมบัติอะไร หรือด้านใด)

3.2 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ชัดเจน และนำไปสู่ผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ได้จริง (ระบุบทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนไว้อย่างชัดเจนว่าจะต้องทำอะไรจึงจะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผล)

3.3 กำหนดสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้ไว้ชัดเจน (จะใช้สื่อ อุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้อะไรช่วยบ้าง และจะใช้อย่างไร)

3.4 กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลไว้ชัดเจน (จะใช้วิธีการและเครื่องมือในการวัดและประเมินผลใด เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้นั้น)

3.5 ยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนได้ (ในกรณีที่มีปัญหาเมื่อมีการนำไปใช้ หรือไม่สามารถกำหนดการจัดการเรียนรู้ตามแผนนั้นได้ก็สามารถปรับเปลี่ยนเป็นอย่างอื่นได้ โดยไม่กระทบต่อการเรียนการสอนและผลการเรียนรู้)

3.6 มีความทันสมัย ทันต่อเหตุการณ์ ความเคลื่อนไหวต่าง ๆ และสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงที่ผู้เรียนดำเนินชีวิตอยู่

3.7 แปลความได้ตรงกัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนขึ้นจะต้องสื่อความหมายได้ตรงกัน เขียนให้อ่านเข้าใจง่าย กรณีมีการสอนแทนหรือเผยแพร่ ผู้นำไปใช้สามารถเข้าใจและใช้ได้ตรงตามจุดประสงค์ของผู้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้

3.8 มีการบูรณาการ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี จะสะท้อนให้เห็นการบูรณาการแบบองค์รวมของเนื้อหาสาระความรู้และวิธีการจัดการเรียนรู้เข้าด้วยกัน

3.9 มีการเชื่อมโยงความรู้ไปใช้อย่างต่อเนื่อง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้และประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ใหม่ และนำไปในชีวิตจริงกับการเรียนในเรื่องต่อไป

#### 4. รูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้กันทั่วไป มี 3 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ (สุวิทย์ มุลค่าและคณะ, 2549 หน้า 60-62)

4.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย เขียนโดยใช้ประเด็นทั้ง 10 ประเด็นมากำกับ แต่การลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนและเขียนเป็นเชิงบรรยายกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ โดยไม่ระบุชัดเจนว่านักเรียนทำอะไร

4.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบตาราง เขียนโดยใช้ประเด็นสำคัญที่เป็นองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มากำกับ และบรรจุองค์ประกอบสำคัญเหล่านั้นลงไปตามตารางเกือบทั้งหมด

4.3 แผนการจัดการเรียนรู้แบบพิสดาร เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีรายละเอียดมากขึ้น การลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนแยกเป็นกิจกรรมที่ครูปฏิบัติและสิ่งที่นักเรียนปฏิบัติ ซึ่งสอดคล้องกัน

#### 5. ส่วนประกอบที่สำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้มีหลายรูปแบบอาจอยู่ในรูปของความเรียงหรือตาราง หรือทั้งความเรียงและตารางรวมกันก็ได้ดังตัวอย่างที่กล่าวมา ซึ่งผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบได้ตามความเหมาะสม จะเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ควรประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ (สุวิทย์ มุลค่าและคณะ, 2549 หน้า 63)

##### ส่วนที่ 1 ส่วนนำหรือหัวแผนการจัดการเรียนรู้

เป็นส่วนประกอบที่แสดงให้เห็นภาพรวมของแผนฯ ว่าเป็นแผนฯ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ใด ใช้กับผู้เรียนระดับชั้นใด เรื่องอะไร ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมนานเท่าใด

##### ส่วนที่ 2 ตัวแผนการจัดการเรียนรู้ (องค์ประกอบที่สำคัญ)

- 1) สาระ
- 2) มาตรฐานการเรียนรู้
- 3) มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น
- 4) ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
- 5) สาระสำคัญ
- 6) จุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วย
  - 6.1) จุดประสงค์ปลายทาง
  - 6.2) จุดประสงค์นำทาง
- 7) สาระการเรียนรู้/เนื้อหา

- 8) กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้
- 9) สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้
- 10) การวัดและประเมินผล ประกอบด้วย
  - 10.1) วิธีการประเมิน
  - 10.2) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน
  - 10.3) เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
- 11) เอกสารประกอบการเรียนรู้
- 12) บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### ส่วนที่ 3 ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้

ประกอบด้วย บันทึกผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้สอนบันทึกข้อสังเกตที่พบจากการนำไปใช้ เช่น ปัญหาและแนวทางแก้ไข กิจกรรมเสนอแนะ และข้อมูลอื่น ๆ เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงแผนฯ ในการนำไปใช้ต่อไป อีกส่วนหนึ่งของท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เอกสารประกอบการสอน ได้แก่ ใบงาน แบบทดสอบที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแผนนั้น ๆ เป็นต้น

### 6. คำโครงของแผนการจัดการเรียนรู้

จากรายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้อาจแสดงเป็นคำโครงแผนการจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำและคณะ, 2549 หน้า 64)

- กลุ่มสาระ ..... ระดับชั้น .....
- หน่วยการเรียนรู้ ..... เรื่อง ..... เวลา ..... ชั่วโมง
1. สาระ .....
  2. มาตรฐานการเรียนรู้ .....
  3. มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น .....
  4. ผลการเรียนรู้ .....
  5. สาระสำคัญ .....
  - .....
  - .....
  6. จุดประสงค์การเรียนรู้
    - 6.1 จุดประสงค์ปลายทาง .....
    - .....
    - .....



- 6.2 จุดประสงค์นำทาง .....
- .....
- .....
7. สาระการเรียนรู้/เนื้อหา .....
- .....
- .....
8. สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้ .....
9. กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้
- ชั้นนำ .....
- ชั้นสอน .....
- ชั้นสรุป .....
10. การวัดและประเมินผล
- 10.1 วิธีการประเมิน .....
- 10.2 เครื่องมือที่ใช้ประเมิน .....
- 10.3 เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน .....
11. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ .....
- .....
- .....
12. เอกสารประกอบการเรียนรู้ .....
- .....
- .....

### การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

#### 1. ความหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ราชบัณฑิตยสถาน (2555, หน้า 483) ได้ให้คำนิยามของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ การรู้วิทยาศาสตร์ (science literacy) หมายถึง ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานทั่วไปของการดำรงชีวิต ความเข้าใจความสำคัญและบทบาทของวิทยาศาสตร์ต่อ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม ความสามารถในการเชื่อมโยงปรากฏการณ์รอบตัว กับความรู้วิทยาศาสตร์ การมีเจตคติวิทยาศาสตร์ เช่น ความมีเหตุผล ความไม่มุงมาย รวมทั้ง

การมีทักษะพื้นฐานเพียงพอแก่การสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยวิธีคิดและวิธีการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, หน้า 11-12) ได้ให้คำนิยามของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง ซึ่งบุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) จะสื่อสารพูดคุยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นทางการเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งจำเป็นต้องใช้สมรรถนะดังต่อไปนี้

- 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการรับรู้ เสนอ และประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี
- 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์
- 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

สุนีย์ คล้ายนิล (2555, หน้า 69) ได้ให้คำนิยามของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ การรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในการถามคำถาม ค้นหา และบ่งชี้คำตอบของคำถาม ซึ่งคำถามนี้เกิดจากความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน มีความเข้าใจประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสามารถตัดสินใจได้เกี่ยวกับประเด็นนั้น ๆ สามารถโต้แย้งและประเมินข้อโต้แย้ง โดยอาศัยพยานหลักฐานและสามารถนำเอาข้อสรุปจากการโต้แย้งมาใช้ได้อย่างเหมาะสม

กล่าวโดยสรุปแล้ว การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์รอบตัวได้อย่างมีเหตุผล มีเจตคติวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

## 2. ความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (ม.ป.ป., หน้า 21-23) กล่าวว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งได้รับการยอมรับและกำหนดว่าเป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ของนานาประเทศรวมทั้งประเทศไทย มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่านให้เหตุผลหรือเขียนประเด็นสำคัญที่สอดคล้องกัน เพื่ออธิบายว่าเพราะเหตุใดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จึงเป็นเรื่องสำคัญ เลার্থ

(Laugksch, 2000 : 84-87 อ้างอิงใน จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, ม.ป.ป., หน้า 21) ได้แบ่งความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์จากมุมมองของนักการศึกษาต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวคิดของโรมัสและดูแรนทีในปี 1987 และซอร์ทแลนดีในปี 1988 โดยแบ่งความสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เป็น 2 ระดับ ดังนี้

1. ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ระดับมหภาค การรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญระดับมหภาค เป็นความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม เศรษฐกิจ ประเทศชาติในภาพรวม มีความสำคัญสรุปได้ 4 ประการ ดังนี้

1.1 ความสำคัญประการแรกของการสนับสนุนการรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้น คือ ความต้องการมีศักยภาพทางเศรษฐกิจที่ดีในระดับนานาชาติ เป็นที่ยอมรับกันว่าความมั่นคงของประเทศ ขึ้นอยู่กับการประสบความสำเร็จในการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจระหว่างประเทศ ซึ่งการมีความสามารถในการแข่งขันนั้น ขึ้นอยู่กับความแข็งแกร่งทางด้านการวิจัยและการพัฒนาโครงการต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การผลิตเทคโนโลยีที่ทันสมัยในกรณีประเทศที่พัฒนาแล้ว และเพื่อนำไปสู่การหาประโยชน์จากช่องว่างของส่วนแบ่งทางการตลาดที่มีอยู่น้อยสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา งานวิจัยและโครงการพัฒนาต่าง ๆ นั้น ต้องมาจากความมั่นคงของนักวิทยาศาสตร์ วิศวกร และบุคคลที่ได้รับการฝึกฝนทางด้านเทคโนโลยีมาเป็นอย่างดี เพียงแค่ประชาชนโดยทั่วไปเป็นบุคคลที่มีการรู้วิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสมเท่านั้น จะสามารถจะรักษาความมั่นคงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนี้ได้ นอกจากนี้ยังมีทรรศนะจากนักวิชาการที่กล่าวว่า การรู้วิทยาศาสตร์จะเป็นสิ่งที่ทำให้แต่ละบุคคลสามารถเข้ามามีส่วนร่วมอย่างชาญฉลาดในส่วนของภาคเศรษฐกิจของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การรู้วิทยาศาสตร์ถูกมองว่าเป็นรูปแบบของต้นทุนมนุษย์ ที่มีอิทธิพลต่อเศรษฐกิจที่ดีในระดับชาติ

1.2 ความสำคัญประการที่สองของการรู้วิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับทางด้านเศรษฐกิจ คือ ถ้าประชาชนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ดีหรือระดับสูง จะถูกถ่ายทอดไปยังการสนับสนุนทางด้านวิทยาศาสตร์ ทั้งในด้านการมีนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่เข้ามาสู่วงการวิทยาศาสตร์เป็นจำนวนมากขึ้น และการสนับสนุนทางด้านแหล่งทุนวิจัย เนื่องจากมีการกล่าวอยู่เสมอว่า ประชาชนจำนวนน้อยมากที่จะรู้ว่านักวิทยาศาสตร์ทำอะไร การสนับสนุนงานของนักวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับความเข้าใจของประชาชนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ว่า นักวิทยาศาสตร์ทำงานอะไรบ้าง ถ้าประชาชนโดยทั่วไปได้รับทราบหรือเห็นคุณค่าว่านักวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความพยายามมากในการที่จะสร้างผลงานที่ประสบความสำเร็จ จะส่งผลต่อการให้การสนับสนุน



ทางด้านแหล่งทุนวิจัย อาจจะสามารถกล่าวได้ว่า การรู้วิทยาศาสตร์ของประชาชนเป็นสิ่งที่ทำให้ไม่เกิดการต่อต้านหรือเป็นอุปสรรคขัดขวางการทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์นั่นเอง

1.3 ความสำคัญประการที่สามของการรู้วิทยาศาสตร์ คือ การรู้วิทยาศาสตร์ของประชาชนที่มีมากขึ้น จะมีความสัมพันธ์กับความคาดหวังของประชาชนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ในกรณีที่ประชาชนมีความเข้าใจวัตถุประสงค์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ ประชาชนจะไม่มีความต้องการวิทยาศาสตร์ที่ไม่น่าเชื่อถือ วิทยาศาสตร์ที่ไม่แท้จริง เนื่องจากวิทยาศาสตร์ที่ไม่ได้เป็นวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงขาดความน่าเชื่อถือ ซึ่งนำมาสู่ความไม่มั่นใจในวิทยาศาสตร์และจะไม่ให้การสนับสนุนวิทยาศาสตร์ นั่นคือ การรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มียุทธผลต่อการลดความไม่มั่นใจและความไม่เชื่อมั่นในวิทยาศาสตร์ได้ การที่ประชาชนมีความมั่นใจและให้การสนับสนุนวิทยาศาสตร์จะนำมาสู่การวางนโยบายทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ

1.4 ความสำคัญประการสุดท้าย คือ ความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์กับสังคม เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับวัฒนธรรม ประชาชนโดยทั่วไปมองวิทยาศาสตร์ว่าเป็นเรื่องที่มีความเฉพาะเจาะจงและมีเทคนิคเฉพาะของกลุ่มคนกลุ่มหนึ่ง และวิทยาศาสตร์ถูกตัดออกจากความเป็นส่วนหนึ่งของความมั่นคงทางวัฒนธรรม เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีกระบวนการที่แยกส่วนออกไป การแยกวิทยาศาสตร์ออกจากสังคมจะทำให้ประชาชนขาดความเข้าใจวิทยาศาสตร์และส่งผลให้ประชาชนไม่เชื่อถือต่อวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การเพิ่มการรู้วิทยาศาสตร์ในประชาชนจะลดผลกระทบต่อการมองวิทยาศาสตร์ว่าเป็นลัทธิหนึ่งของกลุ่มคนกลุ่มหนึ่งในสังคม ในมุมมองความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ระดับมหภาคเป็นการมองความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของชาติ มีผลต่อการวางนโยบายที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของประเทศมีความสำคัญต่อสังคมและเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรม

2. ความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ระดับจุลภาค การรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญระดับจุลภาค เป็นความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับบุคคลโดยตรง โดยการรู้วิทยาศาสตร์ถูกมองว่าเป็นความสำคัญต่อการพัฒนาความเข้าใจทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีประโยชน์ในการดำรงชีวิตในสังคมที่อาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหลัก การรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อบุคคลในการใช้ชีวิตประจำวันและการทำงานในชีวิตประจำวัน การรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้บุคคลนั้นสามารถแยกข้อมูลที่เข้ามาหลากหลายช่องทางว่า ข้อมูลใดเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง หรือข้อมูลใดขาดความเป็นวิทยาศาสตร์หรือเป็นวิทยาศาสตร์เทียม เพื่อประโยชน์ต่อการเลือกซื้อเลือกใช้บริการผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ หรือเพื่อประโยชน์ต่อการเลือกรับบริการทางสุขภาพ ที่ในปัจจุบันมีการรักษาสุขภาพทางเลือกจำนวนมาก นอกจากนี้ มีความคิดเห็น

ที่ยอมรับกันจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษาและในหลายวงการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ว่า ถ้าประชาชนมีการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับที่เหมาะสมและเพียงพอ ประชาชนจะมีความเชื่อมั่นต่อการเข้าไปมีส่วนเกี่ยวข้องในทุก ๆ เรื่องในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปัจจุบันสภาพหรือสถานะทางเศรษฐกิจนั้นมาจากพื้นฐานความรู้ของประชาชนมากขึ้น คุณภาพของทรัพยากรมนุษย์มีส่วนสำคัญมากต่อการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ ในยุคสังคมที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นฐาน (science and technology based society) ดังนั้น ประเด็นความสำคัญของการรู้วิทยาศาสตร์ต่อบุคคลที่สำคัญ คือ การใช้ประโยชน์การรู้วิทยาศาสตร์ในด้านโอกาสของการทำงาน มีความเป็นไปได้ว่าบุคคลที่มีการรู้วิทยาศาสตร์อย่างดี มีผลต่อโอกาสของการทำงานในตำแหน่งใหม่ ๆ หรือตำแหน่งที่สูงขึ้น เนื่องจากสามารถใช้ศักยภาพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการทำงานได้อย่างเต็มที่ การรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อสติปัญญา เจตคติ และคุณธรรมของแต่ละบุคคล โดยทั่วไปยอมรับว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีส่วนสำคัญต่อ การดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 นั่นคือ การรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้สามารถเข้าใจประเด็นทางสังคมที่วิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง และสามารถตัดสินใจได้โดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน วิทยาศาสตร์มีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องทางด้านจิตใจ คุณธรรม จริยธรรม ผู้ที่รู้วิทยาศาสตร์จะไม่เป็นเฉพาะบุคคลที่เก่งเท่านั้นแต่เป็นบุคคลที่ดีด้วย สรุปได้ว่า การรู้วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อทั้งระดับบุคคลในทั้งการดำรงชีวิตในสภาพสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมกับประเด็นทางสังคม และส่งผลไปยังสังคมในภาพรวม เพื่อให้เกิดสังคมที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นฐาน ซึ่งเป็นสังคมที่เป็นเป้าหมายที่หลายประเทศทั่วโลกต้องการให้เกิดขึ้น เพื่อให้แต่ละประเทศมีศักยภาพในการแข่งขันและการพัฒนาของประเทศในอนาคต

### 3. กรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ตามวัตถุประสงค์ของการประเมิน PISA 2015 จึงได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, หน้า 12-21)

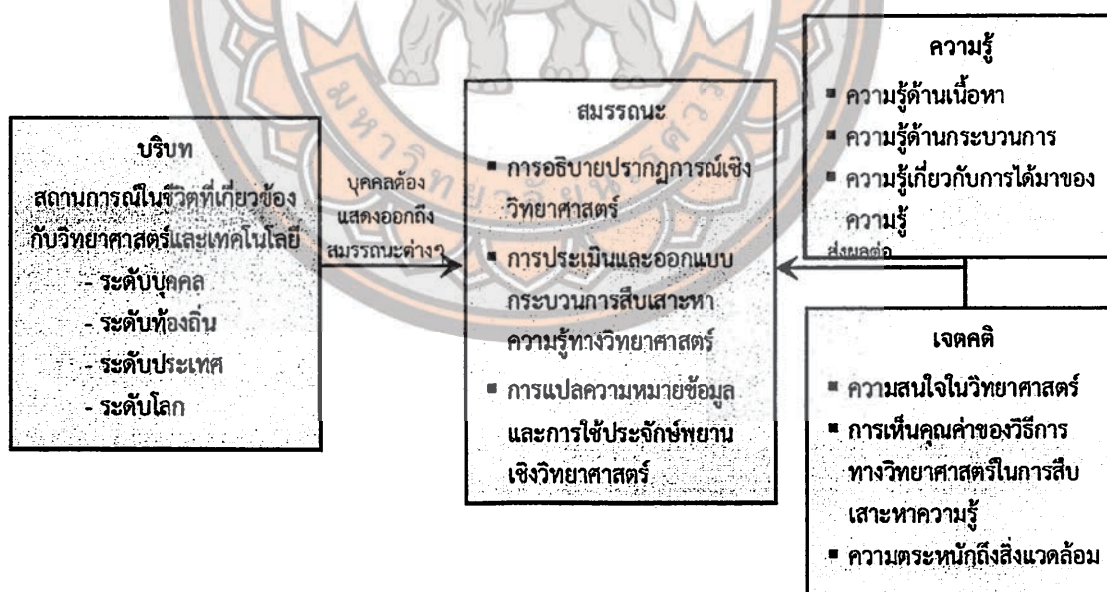
1) บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับส่วนตัว ระดับชาติ และระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และ ทฤษฎีสำคัญ ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการใน การสร้างแนวคิดต่าง ๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของ กระบวนการสร้างความรู้ (ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้)

4) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงการตอบสนองต่อวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีด้วยความสนใจ ให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และรับรู้และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบทั้งสี่มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ในการดำเนินชีวิต คนเราต้องเผชิญ สถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับทั้งตนเอง ทั้งถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก เราจึงต้องมีและใช้สมรรถนะเพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่ง การตอบสนองจะทำได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้และเจตคติต่าง ๆ ที่แต่ละคนมีอยู่ ดังความสัมพันธ์ที่แสดง ดังภาพ



ภาพ 1 กรอบการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

### 3.1 สถานการณ์และบริบทของวิทยาศาสตร์

สิ่งหนึ่งที่ PISA ให้ความสำคัญในการประเมิน คือ การใช้วิทยาศาสตร์ใน สถานการณ์ต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ในการจัดการกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การเลือกวิธีการที่



ใช้มักจะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของประเด็นปัญหานั้น ปัญหาแบบเดียวกันแต่ถ้าอยู่ในสถานการณ์ที่ต่างกัน วิธีการที่เลือกใช้ก็จะต่างกัน ดังนั้นในการสร้างข้อสอบจึงมีการจัดสถานการณ์ หรือจำกัดบริบทของภารกิจในการประเมิน ข้อคำถามของ PISA จะเป็นการทดสอบความรู้ความเข้าใจในแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาจากหลักสูตรเพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามเรื่องวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เช่น เกิดกับตัวเอง ครอบครัว หรือเพื่อน (บริบทส่วนตัว) ประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อสังคม วัฒนธรรม สุขภาพ หรือชีวิตมนุษย์ (บริบทสังคม) ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข่าวในสื่อ หรือมีผลกระทบต่อสังคมโลกหรือต่อโลกอนาคต (บริบทโลก) เป็นต้น

คำถามของการประเมินผล PISA จึงอยู่ในสถานการณ์ที่เป็นส่วนหนึ่งในโลกชีวิตจริงของนักเรียน และไม่จำกัดอยู่เฉพาะสถานการณ์ในโรงเรียนเท่านั้น แต่จะเป็นสถานการณ์ที่อาจเกี่ยวข้องกับตัวเอง ครอบครัว ชุมชน หรือสถานการณ์ของโลกก็ได้ หรือแม้กระทั่งคำถามที่อยู่ในบริบทประวัติศาสตร์ก็สามารถนำมาใช้ประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและความก้าวหน้าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

ตาราง 12 แสดงระดับของบริบทสำหรับการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

| บริบท            | ระดับส่วนตัว<br>(ตัวเอง ครอบครัว เพื่อน)   | ระดับท้องถิ่น/ระดับชาติ<br>(ชุมชน สังคม)   | ระดับโลก<br>(ชีวิตทั่วโลก)  |
|------------------|--|--|---|
| สุขภาพและโรคภัย  | การดูแลสุขภาพสุขภาพ<br>อุบัติเหตุ โภชนาการ | การควบคุมโรค แพร่เชื้อใน<br>สังคม การเลือกอาหาร<br>สุขภาพชุมชน   | โรคระบาด การระบาด<br>ข้ามประเทศ   |
| ทรัพยากรธรรมชาติ | การใช้วัสดุ และพลังงาน                     | การรักษาจำนวนประชากร<br>ให้คงที่ คุณภาพชีวิต<br>ความมั่นคง การผลิตและ<br>การกระจายอาหาร<br>การจัดหาพลังงาน | แหล่งทรัพยากรที่เกิด<br>ใหม่ได้ และแหล่ง<br>ทรัพยากรที่เกิดใหม่ไม่ได้<br>การเพิ่มจำนวนประชากร<br>การใช้ประโยชน์จาก<br>สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ อย่าง<br>ยั่งยืน |

ตาราง 12 (ต่อ)

| บริบท  | ระดับส่วนตัว<br>(ตัวเอง ครอบครัว เพื่อน)  | ระดับท้องถิ่น/ระดับชาติ<br>(ชุมชน สังคม)  | ระดับโลก<br>(ชีวิตทั่วโลก)   |
|--|---|---|--|
| คุณ ภาพ<br>สิ่งแวดล้อม   | พฤติกรรมเป็นมิตรกับ<br>สิ่งแวดล้อม การใช้และ<br>การกำจัดวัสดุ และ<br>อุปกรณ์                          | การกระจายของประชากร<br>การกำจัดขยะ ผลกระทบ<br>ต่อสิ่งแวดล้อม  | ความหลากหลายทาง<br>ชีววิทยา ความยั่งยืนของ<br>ระบบนิเวศ การควบคุม<br>มลพิษ การเกิดและการ<br>สูญเสียดินชีวมวล |
| อันตราย  | การประเมินความเสี่ยง<br>ภัยจากทางเลือก<br>การดำเนินชีวิต  | การเปลี่ยนแปลงกะทันหัน<br>(แผ่นดินไหว สภาพอากาศ<br>เลวร้าย) การเปลี่ยนแปลง<br>อย่างช้าๆ และต่อเนื่อง<br>(การกัดเซาะชายฝั่ง<br>การตกตะกอน)<br>การประเมินความเสี่ยง | การเปลี่ยนแปลงสภาพ<br>ภูมิอากาศ ผลกระทบ<br>จากการสื่อสารสมัยใหม่   |
| ความก้าวหน้า<br>เชิง<br>วิทยาศาสตร์<br>และเทคโนโลยี<br>และคน<br>คนตรีและกีฬา | แง่มุมทางวิทยาศาสตร์<br>เกี่ยวกับงานอดิเรก<br>เทคโนโลยีที่ใช้ส่วน<br>บุคคล กิจกรรมทาง<br>ดนตรีและกีฬา | วัสดุ เครื่องมือและ<br>กระบวนการใหม่<br>การดัดแปลงพันธุกรรม<br>เทคโนโลยีเกี่ยวกับสุขภาพ<br>การคมนาคมขนส่ง   | การสูญพันธุ์ของ<br>สิ่งมีชีวิต การสำรวจ<br>อวกาศ การเกิดและ<br>โครงสร้างของจักรวาล                           |

### 3.2 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

PISA ประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific competencies) และนิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการทำสิ่งต่อไปนี้ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และ 3) การแปล

ความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically)

### 3.2.1 การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เป็นสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การแสดงออกถึงสมรรถนะนี้บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องสามารถระลึกถึงความรู้ด้านเนื้อหาที่เหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และใช้ความรู้เพื่อแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ สมรรถนะนี้รวมถึงการวาดแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การบรรยายและการตีความปรากฏการณ์ การคาดการณ์หรือการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น รวมถึงการให้นักเรียนระบุว่าคำบรรยาย คำอธิบายใดสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไรก็ตาม คำคาดการณ์จะเป็นไปได้หรือไม่ ด้วยเหตุผลอะไร เป็นต้น โดยสรุปแล้ว สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการรับรู้ เสนอ และประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

- 1) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- 2) ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและการนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 3) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 4) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล
- 5) อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคม

### 3.2.2 การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

บุคคลที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องมีความสามารถในการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการสร้างความรู้ที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ การแสดงออกถึงสมรรถนะด้านนี้ บุคคลต้องสามารถประเมินข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์อย่างมีวิจารณญาณ แยกแยะคำถามทางวิทยาศาสตร์ว่าคำถามใดสามารถตอบได้ด้วยการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดสอบที่เที่ยงตรงต้องทำอย่างไร ต้องเปรียบเทียบอะไร ควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด ต้องค้นคว้าสาระและข้อมูลอะไร



เพิ่มเติมอีก และต้องทำอะไร อย่างไรจึงจะเก็บข้อมูลที่ต้องการได้ นอกจากนี้ ยังต้องรู้ถึงความสำคัญและคุณค่าของงานวิจัยที่ผ่านมาที่ส่งผลต่อการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ต่อไป รวมถึงการเข้าใจถึงความสำคัญของการตั้งข้อสงสัยในการรายงานของสื่อเกี่ยวกับเรื่องวิทยาศาสตร์ว่า ข้อค้นพบจากงานวิจัยต่าง ๆ อาจมีความคลุมเครือ ไม่แน่นอน หรือมีความลำเอียงได้ เป็นต้น โดยสรุปแล้ว สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี

- 1) ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบจากการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 2) แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 3) เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 4) ประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้
- 5) บรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการสรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย

3.2.3 การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ บุคคลที่มีสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ต้องแสดงออกถึงความสามารถในการตีความข้อมูลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างคำกล่าวอ้างหรือลงข้อสรุป นำเสนอข้อมูลที่ได้รับในรูปแบบอื่น เช่น ใช้คำพูดของตนเอง แผนภาพ หรือการแสดงแทนอื่น ๆ ได้ ซึ่งสมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หรือสรุปข้อมูล และใช้ความสามารถในการใช้วิธีการพื้นฐานในการแปลงข้อมูลเป็นการแสดงแทนในรูปแบบอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังต้องสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ข้อมูล หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับประจักษ์พยานที่มีหรือไม่ รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล สำหรับนักเรียนวัย 15 ปี สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งและลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี

- 1) แปลงข้อมูลที่นำเสนอในรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น

- 2) วิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป
- 3) ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
- 4) แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น
- 5) ประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร

### 3.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ : แนวคิดและเนื้อหาที่ครอบคลุม

การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015 มีส่วนของความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการประเมินในรอบที่ผ่านมา การประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific knowledge) ที่ PISA 2015 กำหนดไว้เน้นครอบคลุมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) 2) ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural Knowledge) และ 3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ (Epistemic Knowledge)

#### 3.3.1 ความรู้ด้านเนื้อหา

เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวความคิดหลัก แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ โดย PISA เลือกประเมินความรู้ในสาขาวิชาหลัก ได้แก่ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ทั้งนี้มีเกณฑ์การเลือกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน ดังนี้

- 1) เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง
  - 2) แสดงให้เห็นถึงแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ หรือทฤษฎีที่สำคัญ ซึ่งใช้ได้ยาวนาน และ
  - 3) เหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียนอายุ 15 ปี
- ความรู้ด้านเนื้อหาที่ PISA ประเมินนั้นครอบคลุมความรู้เกี่ยวกับโลกธรรมชาติ ดังตาราง

### ตาราง 13 แสดงความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินของ PISA 2015

ระบบทางกายภาพ (Physical systems) ใช้ความรู้เกี่ยวกับ :

- โครงสร้างของสสาร (เช่น แบบจำลองอนุภาค และพันธะ)
- สมบัติของสสาร (เช่น การเปลี่ยนสถานะ การนำความร้อน และการนำไฟฟ้า)
- การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (เช่น ปฏิกิริยาเคมี การถ่ายโอนพลังงาน และกรด/เบส)
- การเคลื่อนที่และแรง (เช่น ความเร็ว และความเสียดทาน) แรงที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุอยู่ห่างกัน (เช่น แม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง และแรงไฟฟ้าสถิตย์)
- พลังงานและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน (เช่น การอนุรักษ์พลังงาน การสูญเสียพลังงานและปฏิกิริยาเคมี)
- การปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและสสาร (เช่น คลื่นแสงและคลื่นวิทยุ และคลื่นเสียงและคลื่นแผ่นดินไหว)

ระบบสิ่งมีชีวิต (Living systems) ใช้ความรู้เกี่ยวกับ :

- เซลล์ (เช่น โครงสร้างและหน้าที่ DNA และพืชและสัตว์)
- แนวความคิดเรื่องสิ่งมีชีวิต (เช่น สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์)
- มนุษย์ (เช่น สุขภาพ โภชนาการ ระบบต่างๆ ในร่างกาย ซึ่งรวมทั้งการย่อย การหายใจ การหมุนเวียนเลือด การขับถ่าย การสืบพันธุ์ และความสัมพันธ์ของระบบต่างๆ)
- ประชากร (เช่น สายพันธุ์ การวิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีววิทยา และความแปรผันทางพันธุกรรม)
- ระบบนิเวศ (เช่น ใช้อาหาร การถ่ายทอดสารและพลังงาน)
- ไบโอสเฟีย (เช่น ประโยชน์ที่ได้รับจากระบบนิเวศ และความยั่งยืนของระบบนิเวศ)

ระบบของโลกและอวกาศ (Earth and space systems) ใช้ความรู้เกี่ยวกับ :

- โครงสร้างของโลกทั้งระบบ (เช่น พื้นดิน พื้นน้ำ และบรรยากาศ)
- พลังงานในระบบโลก (เช่น แหล่งพลังงาน และภูมิอากาศของโลก)
- การเปลี่ยนแปลงในระบบโลก (เช่น การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค วัฏจักรธรณีเคมี และแรงดึงดูดและแรงอัด)
- ประวัติศาสตร์ของโลก (เช่น ฟอสซิล และกำเนิดและวิวัฒนาการของโลก)
- โลกในอวกาศ (เช่น ความโน้มถ่วง ระบบสุริยะ และกาแล็กซี)
- ประวัติศาสตร์และขนาดของจักรวาล (เช่น ปีแสง และทฤษฎีบิกแบง)



### 3.3.2 ความรู้ด้านกระบวนการ

เป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างความรู้วิทยาศาสตร์ และเป็นความรู้ในเรื่องการปฏิบัติและแนวความคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ เช่น การตรวจสอบซ้ำเพื่อลดความผิดพลาดและความไม่แน่นอน การควบคุมตัวแปร และการมีกระบวนการมาตรฐานเพื่อนำเสนอและสื่อสารข้อมูล ลักษณะทั่วไปของความรู้ด้านกระบวนการที่จะทดสอบนักเรียน เช่น

- 1) แนวคิดเรื่องตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
- 2) แนวคิดเรื่องการวัด เช่น การวัดเชิงปริมาณ การวัดเชิงคุณภาพ การวัดตัวแปรต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง และการใช้มาตรวัด
- 3) วิธีการประเมินและลดข้อผิดพลาด เช่น การทำซ้ำ และการเฉลี่ยผลจากการวัด
- 4) กลไกที่ทำให้เกิดความน่าเชื่อถือในการทำซ้ำและความถูกต้องของข้อมูล
- 5) การสรุปและนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตาราง กราฟ และแผนภูมิที่เหมาะสม
- 6) วิธีการกำหนดและควบคุมตัวแปร และบทบาทของตัวแปรในการออกแบบการทดลอง
- 7) ลักษณะของการออกแบบที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลอง การสำรวจตรวจสอบในภาคสนาม หรือการสืบค้นข้อสนเทศจากแหล่งต่าง ๆ

### 3.3.3 ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้

เป็นความรู้เกี่ยวกับบทบาทและลักษณะที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เช่น คำถาม การสังเกต ทฤษฎี สมมติฐาน แบบจำลอง การอภิปรายโต้แย้ง การยอมรับรูปแบบที่หลากหลายในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และบทบาทในการตรวจสอบจากผู้อื่นที่ทำให้ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นน่าเชื่อถือถึงความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ที่จำเป็นต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ มีลักษณะสำคัญดังนี้

- 1) การสร้างและการระบุลักษณะของวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายรวมถึง
  - 1.1) ธรรมชาติของการสังเกต ข้อเท็จจริง สมมติฐาน แบบจำลอง และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

1.2) วัตถุประสงค์และเป้าหมายของวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างคำอธิบายธรรมชาติของโลก ซึ่งต่างจากวัตถุประสงค์และเป้าหมายของเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการสร้างทางแก้ปัญหาที่ตรงตามความต้องการของมนุษย์ให้มากที่สุด จึงต้องพิจารณาถึงคำถามและข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยี

1.3) คุณค่าของวิทยาศาสตร์ เช่น ความมุ่งมั่นในการตีพิมพ์ผลงานการไม่เอาเรื่องส่วนตัวมาเกี่ยวข้อง และการขจัดอคติ

1.4) ธรรมชาติของการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เช่น การอนุมาน การอุปมาน การลงข้อสรุปเพื่อหาคำอธิบายที่ดีที่สุด การเปรียบเทียบความคล้ายคลึง การใช้แบบจำลอง

2) ลักษณะที่ใช้ในการตัดสินความรู้ที่สร้างจากวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายรวมถึง

2.1) คำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์ต้องได้รับการสนับสนุนจากข้อมูลและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

2.2) บทบาทของการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้หลากหลายรูปแบบในการสร้างความรู้ กำหนดเป้าหมาย (เพื่อตรวจสอบสมมติฐานและระบุรูปแบบต่าง ๆ) และการออกแบบ (การสังเกต การควบคุมการทดลอง การวิจัยเชิงความสัมพันธ์)

2.3) ความผิดพลาดในการตรวจวัดส่งผลต่อความเชื่อมั่นในความรู้วิทยาศาสตร์

2.4) การใช้บทบาทและข้อจำกัดของแบบจำลองที่เป็นรูปธรรมแบบจำลองที่เป็นระบบ และแบบจำลองที่เป็นนามธรรม

2.5) บทบาทของการทำงานแบบร่วมมือกัน การวิพากษ์วิจารณ์ และการตรวจสอบคุณภาพจากผู้อื่นในการสร้างความรู้ เชื่อถือเกี่ยวกับคำกล่าวอ้างทางวิทยาศาสตร์

2.6) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทในการระบุถึงปัญหาทางสังคมและเทคโนโลยี

### 3.4 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญที่จะทำให้เกิดความสนใจในเรื่องราวของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อตนเองโดยตรง เป้าหมายหนึ่งของการศึกษาวิทยาศาสตร์คือการพัฒนาให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การส่งเสริม สนับสนุนวิทยาศาสตร์ หาความรู้ และใช้ความรู้ที่เหมาะสม เพื่อประโยชน์ต่อ

ตนเอง ทั้งถิ่น ประเทศ และสังคมโลก และนำไปสู่การพัฒนาการรับรู้ความสามารถในตนเองต่อไป

การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA ตั้งอยู่บนแนวคิดว่าการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของคนต้องมีทั้งเจตคติ ความเชื่อ แรงบันดาลใจ ความเชื่อในตนเอง การให้คุณค่า และแสดงออกด้วยการกระทำ PISA 2015 ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบสอบถาม และประเมินเจตคติใน 3 ด้าน ได้แก่

- 1) ความสนใจในวิทยาศาสตร์
  - 2) การให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาสู่การสืบเสาะหาความรู้
  - 3) ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม
- รายละเอียดของการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน มีดังตาราง

ตาราง 14 แสดงขอบเขตการประเมินเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของ PISA 2015

ความสนใจในวิทยาศาสตร์ ประเมินเกี่ยวกับ :

- ความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
- ความตั้งใจที่จะหาความรู้วิทยาศาสตร์และทักษะเพิ่มเติม โดยใช้แหล่งข้อมูลและวิธีการที่หลากหลาย
- ความสนใจในวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่อง รวมถึงตระหนักถึงอาชีพการงานทางวิทยาศาสตร์

การให้ความสำคัญกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาสู่การสืบเสาะหาความรู้ ประเมินเกี่ยวกับ :

- การยึดถือว่าหลักฐานเป็นข้อมูลสำคัญที่นำมาสู่การสร้างคำอธิบายในเรื่องต่าง ๆ
- การยึดมั่นในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่เหมาะสม เพื่อสืบเสาะหาความรู้
- การเห็นความสำคัญของการวิพากษ์วิจารณ์ว่าเป็นเครื่องมือในการสร้างความน่าเชื่อถือของแนวคิดต่าง ๆ

ความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม ประเมินเกี่ยวกับ :

- การแสดงออกถึงความห่วงใยในสิ่งแวดล้อมและการรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน
- การมีแนวคิดในการใช้และส่งเสริมพฤติกรรมกรักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน



#### 4. แนวการวัดและประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ข้อสอบประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ มีรูปแบบการตอบคำถามที่ใช้วัดสมรรถนะและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3 รูปแบบ ซึ่งข้อสอบแต่ละรูปแบบมีสัดส่วนประมาณหนึ่งในสามของข้อสอบทั้งหมด รูปแบบทั้ง 3 ได้แก่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, หน้า 22-24)

##### 4.1 เลือกตอบ : มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

- 1) การเลือกหนึ่งคำตอบจากสี่ตัวเลือก
- 2) การเลือกคำตอบที่เป็นองค์ประกอบที่อยู่ในภาพหรือข้อความ

##### 4.2 เลือกตอบเชิงซ้อน : ลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

1) การเลือก "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ในชุดคำถาม ซึ่งจะได้คะแนนเมื่อตอบถูกต้องทั้งหมดในชุดคำถามนั้น

2) การเลือกมากกว่าหนึ่งคำตอบจากรายการที่กำหนดให้

3) การเติมค่าในประโยคให้สมบูรณ์โดยการเลือกคำตอบจากรายการที่กำหนดให้

4) การลากคำตอบลงมาวางในตำแหน่งที่กำหนดให้ โดยให้ลากและวางคำตอบเพื่อการจับคู่ การเรียงลำดับ หรือการจำแนกประเภท

##### 4.3 เขียนตอบ : ลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

1) การเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำ หรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้น ๆ (อาจเป็นคำอธิบายที่ประกอบด้วยประโยค 2-4 ประโยค)

2) ข้อคำถามบางข้อจะให้วาดภาพ เช่น กราฟ หรือแผนภาพ สำหรับการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อคำถามลักษณะนี้จะมีการปรับแก้ให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตอบคำถามที่ต้องการได้

โดยข้อสอบแบบเขียนตอบจะแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ ข้อสอบเขียนตอบโดยใช้คนตรวจให้รหัสคะแนน ซึ่งเป็นข้อสอบที่นักเรียนต้องพิมพ์คำตอบและอธิบายคำตอบหรือแสดงความคิดเห็นประกอบ และข้อสอบเขียนตอบโดยคอมพิวเตอร์ตรวจให้รหัสคะแนนอัตโนมัติ ซึ่งเป็นข้อสอบที่นักเรียนพิมพ์คำตอบซึ่งเป็นคำตอบที่ตายตัว

ข้อสอบวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 จำแนกตามกรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับความรู้และทักษะ และบริบทของวิทยาศาสตร์ ได้ดังตาราง

ตาราง 15 แสดงจำนวนข้อสอบวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 จำแนกตามเกณฑ์ต่าง ๆ

|   | จำนวนข้อสอบจำแนกตามรูปแบบข้อสอบ (ข้อ) |           |                      |                       |                                    |
|---|---------------------------------------|-----------|----------------------|-----------------------|------------------------------------|
|   | ข้อสอบ<br>ทั้งหมด                     | เลือกตอบ  | เลือกตอบ<br>เชิงซ้อน | เขียนตอบ<br>ใช้คนตรวจ | เขียนตอบใช้<br>คอมพิวเตอร์<br>ตรวจ |
| <b>สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์</b>  |                                       |           |                      |                       |                                    |
| 1. การอธิบายปรากฏการณ์<br>ในเชิงวิทยาศาสตร์                           | 89                                    | 30        | 26                   | 30                    | 3                                  |
| 2. การประเมินและออกแบบ<br>กระบวนการสืบเสาะหา<br>ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | 39                                    | 8         | 16                   | 13                    | 2                                  |
| 3. การแปลความหมายข้อมูล<br>และการใช้ประจักษ์พยานใน<br>เชิงวิทยาศาสตร์ | 56                                    | 16        | 24                   | 15                    | 1                                  |
| <b>รวม</b>  | <b>184</b>                            | <b>54</b> | <b>66</b>            | <b>58</b>             | <b>6</b>                           |
| <b>ความรู้วิทยาศาสตร์</b>   |                                       |           |                      |                       |                                    |
| 1. ความรู้ด้านเนื้อหา   | 98                                    | 33        | 34                   | 28                    | 3                                  |
| 2. ความรู้ด้านกระบวนการ   | 60                                    | 21        | 19                   | 17                    | 3                                  |
| 3. ความรู้เกี่ยวกับการได้มา<br>ของความรู้                             | 26                                    | -         | 13                   | 13                    | -                                  |
| <b>รวม</b>  | <b>184</b>                            | <b>54</b> | <b>66</b>            | <b>58</b>             | <b>6</b>                           |
| <b>เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์</b>  |                                       |           |                      |                       |                                    |
| 1. ระบบทางกายภาพ  | 61                                    | 25        | 17                   | 17                    | 2                                  |
| 2. ระบบสิ่งมีชีวิต  | 74                                    | 23        | 23                   | 26                    | 2                                  |
| 3. ระบบโลกและอวกาศ  | 49                                    | 6         | 26                   | 15                    | 2                                  |
| <b>รวม</b>  | <b>184</b>                            | <b>54</b> | <b>66</b>            | <b>58</b>             | <b>6</b>                           |

## ตาราง 15 (ต่อ)

|   | จำนวนข้อสอบจำแนกตามรูปแบบข้อสอบ (ข้อ) |           |                      |                       |                                    |
|---|---------------------------------------|-----------|----------------------|-----------------------|------------------------------------|
|   | ข้อสอบ<br>ทั้งหมด                     | เลือกตอบ  | เลือกตอบ<br>เชิงซ้อน | เขียนตอบ<br>ใช้คนตรวจ | เขียนตอบใช้<br>คอมพิวเตอร์<br>ตรวจ |
| <b>ระดับความรู้และทักษะ</b>                   |                                       |           |                      |                       |                                    |
| 1. ระดับต่ำ                                   | 56                                    | 24        | 22                   | 7                     | 3                                  |
| 2. ระดับปานกลาง                               | 113                                   | 26        | 43                   | 42                    | 2                                  |
| 3. ระดับสูง                                   | 15                                    | 4         | 1                    | 9                     | 1                                  |
| <b>รวม</b>                                    | <b>184</b>                            | <b>54</b> | <b>66</b>            | <b>58</b>             | <b>6</b>                           |
| <b>ระดับบริบทของวิทยาศาสตร์</b>               |                                       |           |                      |                       |                                    |
| 1. ระดับส่วนตัว                               | 21                                    | 6         | 6                    | 6                     | 3                                  |
| 2. ระดับท้องถิ่น/ชาติ                         | 108                                   | 39        | 34                   | 34                    | 1                                  |
| 3. ระดับโลก                                   | 55                                    | 9         | 26                   | 18                    | 2                                  |
| <b>รวม</b>                                    | <b>184</b>                            | <b>54</b> | <b>66</b>            | <b>58</b>             | <b>6</b>                           |
| <b>บริบทของวิทยาศาสตร์</b>                    |                                       |           |                      |                       |                                    |
| 1. สุขภาพและโรคภัย                            | 22                                    | 8         | 6                    | 8                     | -                                  |
| 2. ทรัพยากรธรรมชาติ                           | 46                                    | 13        | 16                   | 16                    | 1                                  |
| 3. คุณภาพสิ่งแวดล้อม                          | 34                                    | 13        | 9                    | 12                    | -                                  |
| 4. ภัยอันตราย                                 | 20                                    | 7         | 8                    | 4                     | 1                                  |
| 5. ความก้าวหน้าของ<br>วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี | 62                                    | 13        | 27                   | 18                    | 4                                  |
| <b>รวม</b>                                    | <b>184</b>                            | <b>54</b> | <b>66</b>            | <b>58</b>             | <b>6</b>                           |

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 1. งานวิจัยภายในประเทศ

ทศวรรณ สิงห์แผ่น (2555 อ้างอิงใน อรพรรณ ธนะขำวาง, 2558, หน้า 57-58) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการระบุประเด็น



ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1) เปรียบเทียบสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า มีสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รจนา ไชยศรีฮาด (2555) ได้ทำวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ผลการวิจัยพบว่า 1) ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น พบว่า ในจำนวนนักเรียน 55 คน มีนักเรียนที่ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น พบว่า ในจำนวนนักเรียน 55 คน มีนักเรียนที่ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 85.45 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สุมิตรา ประชัน (2556) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการใช้เกมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ระหว่างก่อนและหลังเรียนโดยใช้เกมคอมพิวเตอร์ 2) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากใช้เกมคอมพิวเตอร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิจัย พบว่า มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรสวรรค์ สองแคว (2558) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่อง "รู้รักษ์ หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน" ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้เรื่อง "รู้รักษ์ หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน" ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75 2) ศึกษาผลการใช้หน่วยการเรียนรู้เรื่อง "รู้รักษ์

ห็น ถิ่นแม่ฮ่องสอน" ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน  
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดย 2.1) เพื่อศึกษาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน 2.2) เพื่อ  
 เปรียบเทียบการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน 2.3) เพื่อประเมินกระบวนการสร้าง  
 ชิ้นงานของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้หน่วยการเรียนรู้เรื่อง "รัฐรักษ์ถิ่น ถิ่นแม่ฮ่องสอน" ตาม  
 แนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
 จำนวน 3 กิจกรรม ใช้เวลาทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบทาง  
 วิศวกรรม 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) กำหนดปัญหาหรือความต้องการ 2) รวบรวมข้อมูล 3) เลือกวิธีการ  
 4) ออกแบบและปฏิบัติ 5) ทดสอบ 6) การปรับปรุง และ 7) ประเมินผล มีผลการประเมิน  
 ความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.89$  และ  $S.D. = 0.88$ ) และมี  
 ประสิทธิภาพ 79.21/76.30 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 2) ผลการใช้หน่วยการเรียนรู้เรื่อง "รัฐรักษ์  
 ถิ่นแม่ฮ่องสอน" ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน  
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า 2.1) ผลการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ระหว่างการเรียนด้วยหน่วย  
 การเรียนรู้เรื่อง "รัฐรักษ์ถิ่น ถิ่นแม่ฮ่องสอน" ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่อง  
 วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนตอบและถามคำถามโดยใช้  
 หลักการทางวิทยาศาสตร์ มีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม อธิบายผลการทดสอบและวิเคราะห์ปัญหาที่  
 เกิดขึ้นโดยนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี  
 มาช่วยในกระบวนการสร้างชิ้นงานตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 2.2) นักเรียนที่เรียน  
 ด้วยหน่วยการเรียนรู้เรื่อง "รัฐรักษ์ถิ่น ถิ่นแม่ฮ่องสอน" ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้  
 เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียน  
 ( $\bar{X} = 16.38$  และ  $S.D. = 3.75$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X} = 15.08$  และ  $S.D. = 3.64$ ) อย่างมีนัยสำคัญ  
 ทางสถิติที่ระดับ .05 2.3) นักเรียนมีผลการประเมินกระบวนการสร้างชิ้นงานจากหน่วยการเรียนรู้  
 เรื่อง "รัฐรักษ์ถิ่น ถิ่นแม่ฮ่องสอน" ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์  
 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในภาพรวมอยู่ในระดับดี

รัชศิริ จิตอารี (2558) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตาม  
 แนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่อง  
 วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐาน  
 สำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้  
 สะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เพื่อ  
 สร้าง และตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบฯ 3) เพื่อทดลองใช้ และศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบฯ

3.1) เปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยพบว่า 1) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและเป็นสมรรถนะที่สำคัญยิ่งต่อนักเรียน จัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 กระตุ้นด้วยปัญหา ขั้นที่ 2 ร่วมเรียนรู้และวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 3 วางแผนและดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 4 เชื่อมโยงความรู้และประยุกต์ใช้ความรู้ และขั้นที่ 5 วัดและประเมินผล 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบฯ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.21$  และ  $S.D. = 0.55$ ) ผลการทดลองใช้รูปแบบฯ พบว่า นักเรียนมีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ภาพรวมสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พิจารณารายด้าน ด้านการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ทั้ง 3 ด้านสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุริยาดี นิกฤษ์ (2558) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม 2) ศึกษาผลการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนสามารถพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนแสดงออกถึงการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทุกสมรรถนะ ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ โดยสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงที่สุด และการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

อรพรรณ ธนะขว้าง (2558) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบมีบริบทร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ที่มีต่อสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบมีบริบทร่วมกับ



กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E 2) เพื่อศึกษาสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีบริบทร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ผลการวิจัยพบว่า

1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีบริบทร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E มีสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ รายด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 รู้ว่าต้องใช้ประจักษ์พยานใด ด้านที่ 2 สร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ด้านที่ 3 สื่อสารข้อสรุป ด้านที่ 4 การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) นักเรียนมีพัฒนาการของสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีบริบทร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E กล่าวโดยสรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีบริบทร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E นั้น มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจว่าจะต้องเลือกใช้ข้อมูลหรือหลักฐานใดที่ได้จากการค้นคว้า การเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นที่ศึกษา ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล โดยมีข้อมูลหรือหลักฐานที่เกี่ยวข้องมาสนับสนุนข้อสรุปที่สร้างขึ้น รวมทั้งให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปของตนเอง โดยการสื่อสารออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบต่าง ๆ และมีการอภิปรายร่วมกัน และส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำหลักการแนวคิด ที่ได้เรียนไปปรับประยุกต์ใช้ได้อย่างสมบูรณ์ในสถานการณ์หรือบริบทต่าง ๆ ได้ จึงนำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์อย่างรอบด้าน

ไพรรุ่ง งามสมพรพงศ์ (2559) ได้ทำวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างที่เรียนด้วยวิธีแบบหวนคิดหวนกับแบบอภิปรายกลุ่มย่อย โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีแบบหวนคิดหวนกับแบบอภิปรายกลุ่มย่อย 2) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนระหว่างที่เรียนด้วยวิธีแบบหวนคิดหวนกับแบบอภิปรายกลุ่มย่อย ผลการวิจัยพบว่า

1) ผลสัมฤทธิ์ของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนระหว่างที่เรียนด้วยวิธีแบบหวนคิดหวนกับแบบอภิปรายกลุ่มย่อยสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2) ผลสัมฤทธิ์ของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนระหว่างที่เรียนด้วยวิธีแบบหวนคิดหวนกับแบบอภิปรายกลุ่มย่อยแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยัง

พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีแบบหมวกคิด หกใบสูงกว่าของนักเรียนที่เรียนแบบอภิปรายกลุ่มย่อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศุภกร สุขยั้ง (2559) ได้ทำวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อ เรื่อง สภาพสมดุล เพื่อพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ ข่าวเป็นสื่อในการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง สภาพสมดุล 2) พัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง สภาพสมดุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อ ผลการวิจัยพบว่า 1) วิธี การจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 เข้าสู่บทเรียน ด้วยบริบทจากข่าว ขั้นที่ 2 การตั้งข้อสงสัยและการวางแผน ขั้นที่ 3 การลงมือปฏิบัติ ขั้นที่ 4 เรียนรู้ แนวคิดสำคัญ และขั้นที่ 5 การสร้างความสัมพันธ์นำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ 2) ผล การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังจากได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการ ใช้ข่าวเป็นสื่อ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เกิดขึ้น โดยนักเรียนแสดง สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์เด่นชัดที่สุด ร้อยละ 71.91 ในลำดับต่อมาคือ การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 67.79 และสมรรถนะ การประเมินและออกแบบการทดลองในเชิงวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 44.05 ตามลำดับ

เนตรดาว สร้อยแสง (2560) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มี ผลต่อการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก และกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชีววิทยาหลังเรียน เรื่อง ดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทาง วิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) การคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่อง ดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วย

การจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชีววิทยา เรื่อง ดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) การคิดวิเคราะห์ เรื่อง ดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006 อ้างอิงใน สุวรรค์ชิตดา วงษาสุข, 2552, หน้า 61-62) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความสำเร็จในการรู้วิทยาศาสตร์ทางสาขาเคมี ของนักเรียนเกรด 10-12 ในประเทศอิสราเอล โดยจะทำการวัดความสามารถของนักเรียน ในด้านความสามารถในการจำแนกแนวคิดทางเคมี (nominal literacy) การให้คำจำกัดความหรืออธิบาย key-concept บางอย่าง (functional literacy) ใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางเคมีในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ (conceptual literacy) และใช้ความรู้ทางเคมีในการอ่านและวิเคราะห์บทความจากวารสารหรือทางอินเทอร์เน็ต (multi-dimensional literacy) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการในด้านการจำแนกแนวคิดทางเคมีและการให้คำจำกัดความหรืออธิบาย key-concept บางอย่าง แต่อย่างไรก็ตาม มีนักเรียนเพียงส่วนน้อยที่มีระดับของ literacy ที่สูงกว่านี้ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาเหล่านี้เป็นประโยชน์และมีส่วนช่วยในการตัดสินใจในการออกแบบหลักสูตรการสอนแบบใหม่ โดยมีการรู้วิทยาศาสตร์เคมีเป็นพื้นฐาน

Uygar Kanli (2008 อ้างอิงใน นิภาพร กาญจนะ, 2556, หน้า 62) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ที่มีต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา ภาควิชาฟิสิกส์ จำนวน 81 คน ซึ่งได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7E กับห้องปฏิบัติการที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า ห้องปฏิบัติการที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยมีค่าสัดส่วนความแปรปรวนที่ .30

Remziye Ergul, et al. (2011 อ้างอิงใน วราภรณ์ ศรีวิโรจน์, 2557, หน้า 100) ได้ทำการศึกษาระดับความสำเร็จด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาในประเทศตุรกี โดยทำการเปรียบเทียบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และการสอนแบบปกติ โดยใช้ระยะเวลา 2 ภาคเรียน จากนักเรียน 241 คน



เป็นนักเรียนชาย 122 คน นักเรียนหญิง 119 คน ที่ได้มาจากการสุ่มห้องเรียน โดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับ โดยจำแนกในแต่ละระดับ ดังนี้ นักเรียนระดับ 4 5 และ 6 มี 5 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 71 คน กลุ่มควบคุม จำนวน 68 คน และรักเรียนระดับ 7 และ 8 มี 3 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 50 คน กลุ่มควบคุม จำนวน 52 คน และได้ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (BSPST) และแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ASTS) สำหรับนักเรียนระดับ 4 5 และ 6 และการใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการ (ISPST) และแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ASTS) สำหรับนักเรียนระดับ 7 และ 8 ผลการวิจัยพบว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในทุกระดับ ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Muhammad (2015) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 9 โดยเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนการสอน 7E และการสอนแบบดั้งเดิม กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้มีจำนวนนักเรียนรวมทั้งสิ้น 122 คน จาก 4 ห้องเรียน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง การศึกษาครั้งนี้ใช้เวลา 8 สัปดาห์ แบ่งนักเรียนเป็น กลุ่มทดลองจำนวน 61 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 61 คน โดยนักเรียนในกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบดั้งเดิมในขณะที่นักเรียนในกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน 7E ทำการทดสอบความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เมื่อนำผลที่ได้มาทดสอบทางสถิติ พบว่าคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนแบบ 7E สูงกว่าคะแนนของนักเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่ารูปแบบการสอนแบบ 7E เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวิธีดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ
4. การดำเนินการวิจัย
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านหนองหูช้าง อำเภอวชิรบารมี จังหวัดพิจิตร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 17 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

## วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ

### 1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาหลักการ จุดมุ่งหมาย มาตรฐาน และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษา และวิเคราะห์เนื้อหาตามตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ระบบนิเวศ ซึ่งสามารถแบ่งเนื้อหาที่ใช้สอนในแต่ละแผน รวม 6 แผน แบบวัดก่อนเรียน และหลังเรียน รวมเวลาทั้งหมด 14 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดังตาราง

ตาราง 16 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาตามตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ระบบนิเวศ

| หน่วย<br>ที่ | ชื่อหน่วย<br>การเรียนรู้/<br>มาตรฐาน/<br>ตัวชี้วัด | ตัวชี้วัด   | สาระการเรียนรู้แกนกลาง   | เวลา<br>(ชั่วโมง) | น้ำหนัก<br>คะแนน |
|--------------|--|---|--|-------------------|------------------|
| 4            | ระบบนิเวศ  | - สสำรวจระบบ<br>นิเวศต่าง ๆ ใน<br>ท้องถิ่น และ<br>อธิบาย<br>ความสัมพันธ์<br>ของสิ่งมีชีวิต<br>และ<br>องค์ประกอบ<br>ภายในระบบ<br>นิเวศ | - ความหลากหลายทางชีวภาพ<br>ที่ทำให้สิ่งมีชีวิตอยู่อย่างสมดุล<br>ขึ้นอยู่กับความหลากหลายของ<br>ระบบนิเวศ ความหลากหลาย<br>ของชนิดสิ่งมีชีวิต และความ<br>หลากหลายทางพันธุกรรม | 14                | 23               |
|              | ว 1.2 ม.3/4<br>ม.3/5                               |   |  |                   |                  |
|              | ว 2.1 ม.3/1<br>ม.3/2 ม.3/3<br>ม.3/4                |   |  |                   |                  |
|              | ว 2.2 ม.3/2  |   | - การตัดไม้ทำลายป่าเป็น  |                   |                  |
|              | ว 8.1 ม.3/1<br>ม.3/2 ม.3/3<br>ม.3/4 ม.3/5          |   | สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิด<br>การสูญเสียความหลากหลาย<br>ทางชีวภาพ ซึ่งส่งผลกระทบต่อ   |                   |                  |



ตาราง 16 (ต่อ)

| ชื่อหน่วย<br>หน่วย<br>ที่ | การเรียนรู/<br>มาตรฐาน/<br>ตัวชี้วัด | ตัวชี้วัด        | สาระการเรียนรู้แกนกลาง             | เวลา<br>(ชั่วโมง) | น้ำหนัก<br>คะแนน |
|---------------------------|--------------------------------------|------------------|------------------------------------|-------------------|------------------|
| ม.3/6                     | ม.3/7                                | อ อ บ า ย        | การดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์        |                   |                  |
| ม.3/8                     | ม.3/9                                | ความสัมพันธ์     | พืชและสิ่งแวดล้อม                  |                   |                  |
|                           |                                      | ข อ ง ก า ร      | - การใช้สารเคมีในการกำจัด          |                   |                  |
|                           |                                      | ถ ำ ย ท อ ด      | ศัตรูพืชและสัตว์ส่งผลกระทบต่อ      |                   |                  |
|                           |                                      | พลังงานของ       | ต่อสิ่งมีชีวิตทั้งมนุษย์ สัตว์ และ |                   |                  |
|                           |                                      | สิ่งมีชีวิตในรูป | พืช ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง        |                   |                  |
|                           |                                      | ของโซ่อาหาร      | ความหลากหลายทางชีวภาพ              |                   |                  |
|                           |                                      | และสายใย         | และส่งผลกระทบต่อ                   |                   |                  |
|                           |                                      | อาหาร            | สิ่งแวดล้อม                        |                   |                  |
|                           |                                      | -อธิบายวัฏจักร   | - ระบบนิเวศในแต่ละท้องถิ่น         |                   |                  |
|                           |                                      | น้ำ วัฏจักร      | ประกอบด้วยองค์ประกอบทาง            |                   |                  |
|                           |                                      | คาร์บอน และ      | กายภาพและองค์ประกอบทาง             |                   |                  |
|                           |                                      | ความสำคัญที่มี   | ชีวภาพเฉพาะถิ่น ซึ่งมีความ         |                   |                  |
|                           |                                      | ต่อระบบนิเวศ     | เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน              |                   |                  |

1.3 กำหนดและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) โดยมีรายละเอียดดังตาราง

ตาราง 17 แสดงบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

| ขั้นการเรียนรู้           | บทบาทของผู้สอน   | บทบาทของนักเรียน                                   |
|---------------------------|--|--|
| 1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม | - ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหา<br>- กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอ | - นำเสนอประเด็นปัญหา<br>- ตอบคำถามตามความเข้าใจของ |

## ตาราง 17 (ต่อ)

| ขั้นการเรียนรู้                   | บทบาทของผู้สอน   | บทบาทของนักเรียน  |
|-----------------------------------|--|---|
| (Elicitation)                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>พื้นฐานความรู้เดิม</li> <li>- ตรวจสอบความรู้/ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน</li> <li>- ทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน</li> <li>- เต็มเต็มประสบการณ์เดิม</li> <li>- วางแผนการจัดการเรียนรู้</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ตนเอง</li> <li>- แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ</li> <li>- อภิปรายร่วมกับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน</li> </ul>  |
| 2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- สร้างความสนใจในบทเรียน</li> <li>- กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักร่วมกันคิด</li> <li>- ตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด</li> <li>- สร้างความกระหายใคร่รู้</li> <li>- ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ</li> <li>- จัดสถานการณ์ที่น่าสนใจ</li> <li>- ตั้งคำถามที่ยังไม่ชัดเจนนักมาให้ผู้เรียนได้คิดและอภิปรายร่วมกัน</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ถามคำถามตามประเด็น</li> <li>- แสดงความสนใจในเหตุการณ์</li> <li>- กระจายอยากรู้คำตอบ</li> <li>- แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด</li> <li>- นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่สนใจ</li> <li>- อภิปรายประเด็นที่ต้องการอยากเรียนรู้</li> </ul>  |
| 3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเพื่อสำรวจค้นหา</li> <li>- ชักถามผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา</li> <li>- สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน</li> <li>- ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแก่ผู้เรียน</li> <li>- ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทางนำไปสู่การสำรวจค้นหา</li> <li>- ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สำรวจค้นหา</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจค้นหา</li> <li>- ทดสอบการคาดคะเนและตั้งสมมติฐาน</li> <li>- คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่</li> <li>- หาทางเลือกในการแก้ปัญหา</li> <li>- อภิปรายทางเลือกกับคนอื่น ๆ</li> <li>- บันทึกผลการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น</li> <li>- ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ</li> <li>- ชี้ทักษะกระบวนการทาง</li> </ul> |

## ตาราง 17 (ต่อ)

| ขั้นการเรียนรู้                  | บทบาทของผู้สอน  | บทบาทของนักเรียน  |
|----------------------------------|---|---|
|                                  | โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์<br>- ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์<br>- ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน  | วิทยาศาสตร์ในการสำรวจค้นหา<br>- เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์<br>- มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์  |
| 4. ขั้นอธิบาย (Explanation)      | - ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ<br>- ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างคำอธิบายความเข้าใจ<br>- กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักนำหลักฐานมาแสดงและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม<br>- ส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ตนเองสังเกต<br>- ให้ผู้เรียนอธิบายให้คำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์<br>- ให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายมโนทัศน์ | - อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้<br>- รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์<br>- คิดวิเคราะห์หิวจรณในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ<br>- ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์<br>- รับฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้สอนนำเสนอ<br>- อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว<br>- ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย |
| 5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) | - ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์<br>- ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่  | - นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม<br>- ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง   |



## ตาราง 17 (ต่อ)

| ขั้นการเรียนรู้                      | บทบาทของผู้สอน  | บทบาทของนักเรียน  |
|--------------------------------------|---|---|
|                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการที่เรียนรู้มาไปปรับใช้ตามบริบท</li> <li>- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลายและเท่าเทียม</li> <li>- ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- บันทึกผลการสังเกตและขยายความคำอธิบาย</li> <li>- ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อน ๆ</li> </ul>   |
| 6. ชั้น<br>ประเมินผล<br>(Evaluation) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- สังเกตผู้เรียนในการนำความคิด</li> <li>- ประเมินการแสดงความคิดเห็น และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</li> <li>- วัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์</li> <li>- วัดความพึงพอใจและความสนใจในวิทยาศาสตร์</li> <li>- ประเมินความรู้และทักษะ</li> <li>- หาหลักฐานที่แสดงว่าผู้เรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม</li> <li>- ให้ผู้เรียนประเมินตนเองด้านการเรียนรู้และกิจกรรมทักษะกระบวนการกลุ่ม</li> <li>- ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่าง ๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยาน หลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้</li> <li>- แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเอง จากกิจกรรมสำรวจค้นหา</li> <li>- ประเมินผลตนเองว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง</li> <li>- เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจค้นหาต่อไป</li> </ul> |

ตาราง 17 (ต่อ)

| ขั้นการเรียนรู้                          | บทบาทของผู้สอน  | บทบาทของนักเรียน  |
|--|---|---|
| 7. ขั้นนำความรู้<br>ไปใช้<br>(Extension) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท</li> <li>- กระตุ้นให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้</li> <li>- แนะนำแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่</li> <li>- ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม</li> <li>- ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา</li> <li>- มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน</li> </ul> |

1.4 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ตามแนวคิดของ Eisenkraft (2003) โดยส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และ บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาในด้านความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา ตรงตามจุดประสงค์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เวลา และความเหมาะสมของ ภาษา จากนั้นจึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมแล้วนำมาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์ การประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน 5 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมากที่สุด

ให้คะแนน 4 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมาก

ให้คะแนน 3 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้  
มีความเหมาะสมปานกลาง

ให้คะแนน 2 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้  
มีความเหมาะสมน้อย

ให้คะแนน 1 คะแนน เมื่อผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้  
มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วน  
เบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลความหมายข้อมูลตามเกณฑ์ ดังนี้ (บุญชม  
ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 แปลความว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม  
อยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 แปลความว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม  
อยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 แปลความว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม  
อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 แปลความว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม  
อยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 แปลความว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม  
อยู่ในระดับน้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้  
โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง ระบบนิเวศ ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.51 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
ไม่เกิน 1.00 คะแนน จึงจะถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสม จากผลการประเมิน  
ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มี  
ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

1.7 ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ  
เรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง



## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ตามกรอบโครงสร้างการประเมินผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA (2015) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีขั้นตอน การสร้างดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ เกี่ยวกับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ในด้านการให้คำนิยาม องค์ประกอบ เกณฑ์การให้คะแนน เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

2.3 สร้างแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดลักษณะแบบวัดเป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 สถานการณ์ เพื่อนำไปใช้จริง จำนวน 4 สถานการณ์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามกรอบโครงสร้างการประเมินผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของ PISA (2015) ประกอบด้วย 3 สมรรถนะ ดังนี้

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

2.4 โดยกำหนดสถานการณ์ในแต่ละประเด็นคำถามให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องระบบนิเวศ

2.5 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ โดยให้คะแนนไว้ทุกข้อคำถาม หนึ่งข้ออาจจะมีคำตอบให้หลายคำตอบก็ได้ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามคำตอบที่รวบรวมได้ทั้งหมด และได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำเสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณา

ตาราง 18 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

| สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์   | ระดับคะแนน   |  |  |
|--|--|--|--|
|  | 3  | 2  | 1  |
| การอธิบาย<br>ปรากฏการณ์ใน<br>เชิงวิทยาศาสตร์ | สามารถรับรู้ เสนอ และ<br>ประเมินคำอธิบายที่<br>เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่<br>กำหนดให้ได้ถูกต้อง และมี | สามารถรับรู้ เสนอ และ<br>ประเมินคำอธิบายที่<br>เกี่ยวข้องกับ<br>สถานการณ์ที่กำหนดให้ | ไม่สามารถรับรู้ เสนอ<br>และประเมิน<br>คำอธิบายที่เกี่ยวข้อง<br>กับสถานการณ์ที่ |

ตาราง 18 (ต่อ)

| สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์                                     | ระดับคะแนน   |  |   |
|--|--|--|---|
|  | 3  | 2  | 1   |
|  | ใจความสำคัญครบถ้วน<br>ตามแนวการตอบ   | ตามแนวการตอบได้<br>เพียงบางส่วน  | กำหนดให้ได้   |
| การประเมินและ<br>ออกแบบ<br>กระบวนการสืบ<br>เสาะหาความรู้<br>ทางวิทยาศาสตร์     | สามารถอธิบายและ<br>ประเมินคุณค่าของ การ<br>สำรวจตรวจสอบทาง<br>วิทยาศาสตร์ และนำเสนอ<br>แนวทางใน การตอบ<br>คำถามอย่างเป็น<br>วิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง<br>และมีใจความสำคัญ<br>ครบถ้วนตามแนวการตอบ | สามารถอธิบายและ<br>ประเมินคุณค่าของ<br>การสำรวจตรวจสอบ<br>ทางวิทยาศาสตร์ และ<br>นำเสนอแนวทางใน<br>การตอบคำถามอย่าง<br>เป็นวิทยาศาสตร์ตาม<br>แนวการตอบได้เพียง<br>บางส่วน | ไม่สามารถอธิบาย<br>และประเมินคุณค่า<br>ของ การสำรวจ<br>ตรวจสอบทาง<br>วิทยาศาสตร์ และไม่<br>สามารถนำเสนอ<br>แนวทางในการตอบ<br>คำถามอย่างเป็น<br>วิทยาศาสตร์ได้ |
| การแปล<br>ความหมาย<br>ข้อมูลและการใช้<br>ประจักษ์พยาน<br>ในเชิง<br>วิทยาศาสตร์ | สามารถวิเคราะห์ ประเมิน<br>ข้อมูล คำกล่าวอ้าง ข้อ<br>โต้แย้งในหลากหลาย<br>รูปแบบ และลงข้อสรุปทาง<br>วิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง<br>และมีใจความสำคัญ<br>ครบถ้วนตามแนวการตอบ                         | สามารถวิเคราะห์<br>ประเมินข้อมูล คำกล่าว<br>อ้าง ข้อโต้แย้งใน<br>หลากหลายรูปแบบ<br>และลงข้อสรุปทาง<br>วิทยาศาสตร์ตามแนว<br>การตอบได้เพียง<br>บางส่วน                     | ไม่สามารถวิเคราะห์<br>ประเมินข้อมูล คำ<br>กล่าวอ้าง ข้อโต้แย้ง<br>ในหลากหลาย<br>รูปแบบ และไม่<br>สามารถลงข้อสรุป<br>ทางวิทยาศาสตร์ได้                         |

2.6 นำแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนอต่อ  
อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม

2.7 นำแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์  
ที่ปรึกษาแล้ว นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา  
ความชัดเจนถูกต้อง และความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับสมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไข โดยพิจารณาจากค่า IOC ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, หน้า 249) จากผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์กับสมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ พบว่า ในแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 สถานการณ์ มีข้อคำถามรวมทั้งสิ้น 18 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 จำนวน 8 ข้อ และมีค่า IOC เท่ากับ 0.67 จำนวน 10 ข้อ ดังนั้น แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทุกข้อในแต่ละสถานการณ์ สอดคล้องกับสมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

2.8 นำแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนวชิรบรรณมีพิทยาคม จำนวน 30 คน นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน จากนั้นนำผลที่ได้มาปรับปรุงด้านภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของเวลา หลังจากนั้นนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ มาปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.9 นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาดัชนีค่าความง่ายและดัชนีค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรของ Whitney and Sabers โดยกำหนดเกณฑ์คุณภาพสำหรับดัชนีค่าความง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และดัชนีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, หน้า 199-201) ได้แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 สถานการณ์ ที่มีดัชนีค่าความง่ายระหว่าง 0.40-0.60 และดัชนีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.30-0.80

2.10 นำแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 สถานการณ์ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนวชิรบรรณมีพิทยาคม จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach alpha coefficient) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99) ได้แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.9664

2.11 จัดพิมพ์แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

## การดำเนินการวิจัย

### 1. รูปแบบการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ใช้แบบแผนการทดลองหนึ่งกลุ่ม โดยมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design) (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2551, หน้า 138) โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้



| สอบก่อน |     | ทดลอง  | สอบหลัง |
|---------|-----|--|---------|
| $T_1$   |     | X  | $T_2$   |
| $T_1$   | แทน | การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์  |         |
| X       | แทน | การจัดการจัดการการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) |         |
| $T_2$   | แทน | การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์  |         |

## 2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนบ้านหนองหูช้าง จำนวน 17 คน ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- 2.1 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
- 2.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
- 2.3 ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดชุดเดียวกับแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

## การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. นำคำตอบจากแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ให้คะแนนตามเกณฑ์
2. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

3. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง ระบบนิเวศ โดยการทดสอบค่าที (T-test Dependent)

4. วิเคราะห์การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ตามระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551, หน้า 48-49) ดังนี้

ได้คะแนน 9-12 คะแนน แปลความว่า นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 6

ได้คะแนน 8 คะแนน แปลความว่า นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ 5

- ได้คะแนน 7 คะแนน แปลความว่า นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อยู่ใน  
ระดับ 4
- ได้คะแนน 6 คะแนน แปลความว่า นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อยู่ใน  
ระดับ 3
- ได้คะแนน 5 คะแนน แปลความว่า นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อยู่ใน  
ระดับ 2
- ได้คะแนน 4 คะแนน แปลความว่า นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์อยู่ใน  
ระดับ 1

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 1. สถิติพื้นฐาน

- 1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 306)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม  
 $N$  แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

- 1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 106)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $X$  แทน คะแนนของแต่ละคน  
 $N$  แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

#### 2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ

การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ใช้ค่าสถิติ ดังนี้

2.1 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 249)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง  
 $\sum R$  แทน ผลรวมการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด  
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ดัชนีค่าความง่าย โดยใช้สูตรของ Whitney and Sabers (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 199-200)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2N X_{\min})}{2N (X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ  $P_E$  แทน ดัชนีค่าความง่าย  
 $S_U$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง  
 $S_L$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน  
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน  
 $X_{\max}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด  
 $X_{\min}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.2 ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (Index of Discrimination) โดยใช้สูตรของ Whitney and Sabers (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 201)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N (X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ D แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก  
 $S_U$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง  
 $S_L$  แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน  
 $X_{\max}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด  
 $X_{\min}$  แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด  
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.3 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach alpha coefficient) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99)



$$\alpha = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \left( \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right) \right)$$

|       |              |     |                              |
|-------|--------------|-----|------------------------------|
| เมื่อ | $\alpha$     | แทน | สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค  |
|       | $k$          | แทน | จำนวนข้อของแบบทดสอบนั้น      |
|       | $\sum S_i^2$ | แทน | ความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ |
|       | $S_t^2$      | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ  |

### 3. สถิติที่ใช้อ้างอิง

เปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการทดสอบค่าที (t-test dependent) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 112)

$$t = \frac{\sum D}{\frac{\sqrt{n \sum D^2 - (\sum D)^2}}{n-1}}$$

|       |              |     |   |
|-------|--------------|-----|---|
| เมื่อ | $t$          | แทน | สถิติที่ใช้ในการพิจารณา t-distribution  |
|       | $D$          | แทน | ผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบครั้งแรกกับคะแนนทดสอบครั้งหลัง                           |
|       | $\sum D$     | แทน | ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบครั้งแรกกับคะแนนทดสอบครั้งหลัง                   |
|       | $\sum D^2$   | แทน | ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบครั้งแรกกับคะแนนทดสอบครั้งหลังแต่ละตัวยกกำลังสอง |
|       | $(\sum D)^2$ | แทน | ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบครั้งแรกกับคะแนนทดสอบครั้งหลังทั้งหมดยกกำลังสอง  |
|       | $n$          | แทน | จำนวนนักเรียนทั้งหมด  |

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายของการศึกษา ดังนี้

1. เพื่อศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)
2. เพื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

จากผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปรากฏผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 19 แสดงระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

| สมรรถนะด้านการรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์   | ก่อนเรียน |      | ระดับ<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์ | หลังเรียน |      | ระดับ<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์ |
|--|-----------|------|--------------------------------------|-----------|------|--------------------------------------|
|  | $\bar{X}$ | S.D. |                                      | $\bar{X}$ | S.D. |                                      |
| การอธิบายปรากฏการณ์ใน<br>เชิงวิทยาศาสตร์ | 4.41      | 0.62 | 1                                    | 10.06     | 1.20 | 6                                    |

ตาราง 19 (ต่อ)

| สมรรถนะด้านการรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์      | ก่อนเรียน |      | ระดับ<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์ | หลังเรียน |      | ระดับ<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์ |
|---|-----------|------|--------------------------------------|-----------|------|--------------------------------------|
|   | $\bar{X}$ | S.D. |                                      | $\bar{X}$ | S.D. |                                      |
| การประเมินและออกแบบ                         |           |      |                                      |           |      |                                      |
| กระบวนการสืบเสาะหา<br>ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | 4.12      | 0.33 | 1                                    | 8.12      | 1.93 | 5                                    |
| การแปลความหมายข้อมูล                        |           |      |                                      |           |      |                                      |
| และการใช้ประจักษ์พยานใน<br>เชิงวิทยาศาสตร์  | 4.24      | 0.44 | 1                                    | 10.12     | 1.50 | 6                                    |
| ภาพรวม                                      | 4.26      | 0.48 | 1                                    | 9.43      | 1.80 | 6                                    |

จากตาราง 19 พบว่า นักเรียนมีระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) อยู่ในระดับ 1 ทั้ง 3 สมรรถนะและในภาพรวม ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจัดอยู่ในระดับ 5 ในสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และระดับ 6 ในสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และในภาพรวม

2. ผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ปรากฏผลการศึกษา ดังตาราง 20



ตาราง 20 แสดงผลการเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะ  
หาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)

| สมรรถนะด้านการรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์                             | การ<br>ทดสอบ | คะแนน<br>เต็ม | $\bar{X}$ | S.D. | t      | Sig.<br>(1-tailed) |
|--|--------------|---------------|-----------|------|--------|--------------------|
| การอธิบายปรากฏการณ์ใน<br>เชิงวิทยาศาสตร์                           | ก่อนเรียน    | 12            | 4.41      | 0.62 | 25.00* | 0.0000             |
|  | หลังเรียน    | 12            | 10.06     | 1.20 |        |                    |
| การประเมินและออกแบบ<br>กระบวนการสืบเสาะหา<br>ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | ก่อนเรียน    | 12            | 4.12      | 0.33 | 8.38*  | 0.0000             |
|  | หลังเรียน    | 12            | 8.12      | 1.93 |        |                    |
| การแปลความหมายข้อมูล<br>และการใช้ประจักษ์พยานใน<br>เชิงวิทยาศาสตร์ | ก่อนเรียน    | 12            | 4.24      | 0.44 | 17.78* | 0.0000             |
|  | หลังเรียน    | 12            | 10.12     | 1.50 |        |                    |
| ภาพรวม   | ก่อนเรียน    | 36            | 12.76     | 1.20 | 19.63* | 0.0000             |
|  | หลังเรียน    | 36            | 28.29     | 3.80 |        |                    |

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 20 พบว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 สมรรถนะและในภาพรวม ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้  
7 ขั้น (7E) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## บทที่ 5

### บทสรุป

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายของการศึกษา 1) เพื่อศึกษาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) และ 2) เพื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ซึ่งดำเนินการวิจัยแบบกึ่งทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านหนองหูช้าง อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดพิจิตร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 17 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง โดยมีเครื่องมือวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยทำการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ แล้วจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) จากนั้นจึงทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกับแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที่

#### สรุปผลการวิจัย

จากผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. ระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) อยู่ในระดับ 1 ทั้ง 3 สมรรถนะและในภาพรวม ส่วนหลังเรียนนักเรียนมีระดับการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นจัดอยู่ในระดับ 5 ในสมรรถนะด้าน

การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และระดับ 6 ในสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ และในภาพรวม

2. การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) หลังเรียน ( $\bar{X} = 28.29$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X} = 12.76$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกสมรรถนะและในภาพรวม

### อภิปรายผล

ผลการศึกษากิจการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ที่มีต่อการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) มีพัฒนาการของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ดีขึ้นอย่างมากจากระดับ 1 ซึ่งเป็นระดับที่ต่ำที่สุดไปสู่ระดับ 6 ซึ่งสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ซึ่งประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ขั้นที่ 2 ได้รับความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 4 อธิบาย (Explanation) ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation) และขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extension) นั้นเอื้อต่อการพัฒนาสมรรถนะทั้ง 3 ด้านของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ 1) สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ในขั้นที่ 4 อธิบาย (Explanation) นั้นได้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย มีการสร้างและใช้แบบจำลองประกอบการอธิบาย ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายหรือพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ สมเหตุสมผล และสามารถอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคมได้ 2) สมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ในขั้นที่ 3 สำรวจค้นหา (Exploration) นั้นได้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ระบุปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ แยกแยะได้ว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เสนอและประเมินวิธีสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งบรรยายและประเมินวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเป็นกลางและการ



สรุปอ้างอิงจากคำอธิบาย และ3) สมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ในขั้นที่ 5 ขยายความรู้ (Elaboration) นั้นได้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และลงข้อสรุป ระบุข้อสันนิษฐาน ประจักษ์พยาน และเหตุผล ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แยกแยะระหว่างข้อโต้แย้งที่มาจากประจักษ์พยานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ กับที่มาจากการพิจารณาจากสิ่งอื่น พร้อมทั้งประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลายได้ ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีพัฒนาการของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

2. ผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัย ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ในขั้นนี้ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันและผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ผู้สอนควรเติมเต็มส่วนใดให้กับผู้เรียน และผู้สอนยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 ไร่ความสนใจ (Engagement) ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่นำเสนอ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของผู้เรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่นำเสนออาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนเพิ่งเรียนรู้ ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ผู้สอนกำลังสนใจ ยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่ผู้เรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เมื่อผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุประเด็นปัญหาที่ต้องการสำรวจตรวจสอบแล้ว ผู้สอนจึงกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์เพื่อแยกแยะว่าประเด็นปัญหาใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อได้ประเด็นปัญหาดังกล่าวแล้วจึงเข้าสู่ขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหา (Exploration) ในขั้นนี้ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตั้งแต่การวางแผนการสำรวจ ออกแบบตารางบันทึกผลการสำรวจ เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ แบ่งงานและความรับผิดชอบในกลุ่ม แล้วนำเสนอแผนการสำรวจ จากนั้นจึงออกภาคสนามสำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ศึกษา ตัวอย่างเช่น การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม พบว่า ผู้เรียนสามารถระบุได้ว่าในบริเวณที่สำรวจนั้นประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตใดบ้าง สิ่งเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทำให้ผู้เรียนมีข้อมูลที่มีรายละเอียดถูกต้อง เพื่อนำไปใช้สนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่ศึกษา ทำนองเดียวกับผลการวิจัยของ ทศวรรณสิงห์แผ่น (2555) ที่ได้ทำการศึกษาผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ เรื่องฟิสิกส์นิวเคลียร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า มีสมรรถนะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขั้นที่ 4 อธิบาย (Explanation) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจ มาอภิปรายร่วมกันเพื่อเสนอสมมติฐานที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล และสรุปผลโดยใช้แบบจำลองประกอบการอธิบาย ไม่ว่าจะเป็นแผนภูมิ รูปภาพ แผนภาพ กราฟ หรือสื่ออื่น ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สรุป เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อสังคมได้ ตัวอย่างเช่น การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ พบว่า ผู้เรียนสามารถนำผลการสำรวจสิ่งมีชีวิตที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาอภิปรายร่วมกันเพื่อเสนอสมมติฐานที่ใช้ในการอธิบาย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ว่าสิ่งมีชีวิตที่สำรวจได้นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร สิ่งมีชีวิตใดได้ประโยชน์ เสียประโยชน์ หรือไม่ได้ไม่เสียประโยชน์จากความสัมพันธ์ดังกล่าว แปลผลข้อมูล และสรุปผล โดยช่วยกันออกแบบวิธีการนำเสนอประกอบการอธิบาย ไม่ว่าจะเป็นแผนภูมิ รูปภาพ แผนภาพ กราฟ หรือสื่ออื่น ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สรุปได้ชัดเจน และได้มาซึ่งองค์ความรู้ใหม่ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อสังคมได้ ทำนองเดียวกับผลการวิจัยของ สุมิตรา ประชัน (2556) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร

ผลการวิจัย พบว่า มีสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ (Elaboration) ในขั้นนี้ผู้สอนจะส่งเสริมให้ผู้เรียนนำองค์ความรู้ และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีไปใช้ในการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลใน สถานการณ์อื่น ๆ ที่ผู้สอนสร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นว่าตนสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ได้ อย่าง สมบูรณ์ในสถานการณ์ใหม่ ๆ อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจและเห็นคุณค่าในสิ่งที่ตนได้ เรียนรู้มากยิ่งขึ้น โดยผู้สอนได้ขยายความรู้ของผู้เรียนโดยการนำข่าวที่เกี่ยวข้องกับภาวะโลกร้อน มาให้ผู้เรียนศึกษา จากนั้นผู้สอนตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับข่าวดังกล่าว ตัวอย่างเช่น การจัด การเรียนรู้ เรื่อง วัฏจักรของสารในระบบนิเวศ พบว่า ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ แปลความหมาย ข้อมูล และใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อลงข้อสรุปได้ว่า ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่เรา อาศัยได้รับผลกระทบจากภาวะโลกร้อนอย่างไรบ้าง แล้วจะมีวิธีป้องกันไม่ให้เกิดภาวะโลกร้อนได้ อย่างไร ทำนองเดียวกับผลการวิจัยของ อรพรรณ ธนะขว้าง (2558) ซึ่งได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการใช้ กิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีบริบทร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ที่มีต่อสมรรถนะ การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีบริบทร่วมกับกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้แบบ 7E มีสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการใช้ประจักษ์ พยานทางวิทยาศาสตร์ รายด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 รู้ว่าต้องใช้ประจักษ์พยานใด ด้านที่ 2 สร้าง ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลบนพื้นฐานของประจักษ์พยาน ด้านที่ 3 ลือสารข้อสรุป ด้านที่ 4 การแสดงออกว่ามีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ ต่าง ๆ ว่าผู้เรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่

ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extension) ในขั้นนี้ผู้สอนจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้ ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ผู้สอนเป็น ผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมไปเชื่อมโยงเพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่ช่วยให้ผู้เรียน สามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้



จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาได้โดย การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ดังจะเห็น ได้จากคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้

### ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้และ การทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

#### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ชั้นที่ 3 สำรวจค้นหา (Exploration) ในระยะแรก พบว่า ผู้เรียนไม่คุ้นเคยกับการวางแผนการสำรวจ และออกแบบตารางบันทึกผลด้วยตนเอง ผู้สอนจึงควรชี้แนะเพิ่มเติมและให้เวลา ผู้เรียนในส่วนนี้

1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีช่วงเวลาในการสืบเสาะหาข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อนำมาสร้างข้อสรุป เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

1.3 ในการออกสำรวจแต่ละครั้ง ผู้สอนควรอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนในกรณี ที่ผู้เรียนไม่สามารถจัดหาอุปกรณ์บางอย่างได้ เช่น กล้องถ่ายรูป สัญญาณอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

1.4 การจัดสถานการณ์ที่กำหนดให้ผู้เรียนได้ศึกษานั้น ควรเป็นสถานการณ์ที่มีความ เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนมากที่สุด ไม่ควรเลือกสถานการณ์ที่ไกลตัว เพราะจะส่งผลต่อ ความสนใจในการทำกิจกรรมของผู้เรียน

1.5 การเลือกสถานที่ที่จะให้ผู้เรียนสำรวจนั้น ควรเป็นสถานที่ที่มีความหลากหลายทาง ระบบนิเวศ เพื่อให้ผู้สอนสามารถกำกับดูแลและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนได้สะดวกและทั่วถึง

#### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E)



## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ทีศนา แชมมณี. (2559). **ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. (พิมพ์ครั้งที่ 20). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทนา ใจอ่อน. (2550). **การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญากับการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติพิลึกกึ่ง : งาน พลังงานและโมเมนตัม และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม.
- นันทยา บุญเคลือบ. (2540). **การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนว Constructivism**. วารสาร สสวท. 25(96): 13-14.
- นิภาพร กาญจนะ. (2556). **การพัฒนาชุดฝึกการคิดวิเคราะห์ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง กรด-เบส 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- เนตรดาว สร้อยแสง. (2557). **ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น โดยเน้นการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีผลต่อการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ กศ.ด., มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น**. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม. (2550). **การเรียนรู้อัตนศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ชั้น**. วารสารวิชาการ. 10(4): 25-30.
- ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม. (2558). **การเรียนรู้อัตนศาสตร์ในศตวรรษที่ 21**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2555). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: เข้าออฟ เคอร์มิสท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป.



- พรสวรรค์ สองแคว. (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่อง “รัฐภักษ์หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน” ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- ไพโรจน์ งามสมพรพงศ์. (2559). การเปรียบเทียบการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างที่เรียนด้วยวิธีแบบหมวกคิดหกใบกับแบบอภิปรายกลุ่มย่อย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- รักษศิริ จิตอารี. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ด., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- รจนา ไชยศรีชาติ. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). ศัพท์ศึกษาศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- โรงเรียนบ้านหนองหู่ช้าง. (2553). หลักสูตรโรงเรียนบ้านหนองหู่ช้าง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 . พิจิตร: โรงเรียนบ้านหนองหู่ช้าง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วราภรณ์ ศรีวิโรจน์. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาเคมี แบบเน้นการบูรณาการ การฝึกอบรมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการเรียนแบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ด., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- วาริรัตน์ แก้วอุไร. (2543). เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาเฉพาะ (เคมี). พิษณุโลก: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศุภกร สุขยิ่ง. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อเรื่อง สภาพสมดุล เพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). กรอบโครงสร้างการประเมินผล  
นักเรียน โครงการ PISA 2015. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ  
เทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). คู่มือครูรายวิชาพื้นฐาน  
วิทยาศาสตร์ 6. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). สรุปข้อมูลเบื้องต้น PISA 2015.  
กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). สรุปผลการวิจัย PISA 2015.  
กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). หนังสือเรียน  
รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 6. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.
- สาคร แสงผิง. (2545). การวิเคราะห์แบบทดสอบแบบอัตนัยและการวิเคราะห์แบบทดสอบ.  
1(1): 1-13.
- สุรรัชต์ดา วงษาสุข. (2552). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง “ภาวะโลกร้อน” โดย  
กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพฯ.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2555). การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทย : การพัฒนาการและภาวะถดถอย.  
(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ. (2551). ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับโลกวัน  
พรุ่งนี้. กรุงเทพฯ: บริษัท เซเวนธ์ริ้นดิงกรุ๊ป จำกัด.
- สุมิตรา ประชัน. (2556). การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5Es เพื่อ  
ส่งเสริมสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและสมบัติ  
ของสาร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- สุริยาวดี นีกรักษ์. (2558). การพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี  
สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง สารประกอบไฮโดรคาร์บอน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.,  
มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. ทฤษฎีและทางปฏิบัติ : ในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้.  
(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คเซนเตอร์. 2531.

- สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. (2549). การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ อี เค บุ๊คส์
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). **แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579**. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- อรพรรณ ธนะขำว้าง. (2558). ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีบริบทร่วมกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ที่มีต่อสมรรถนะการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.
- Bransford, J.D., A.L. Brown and R.R. Cocking. *How People Learn : Brain Mind Experience and School*. Washington, D.C. : National Academy Press, 2000.
- Carin, A. (1993). *Teaching Science Through Discovery*. 7<sup>th</sup>ed. New York: Merrill Books.
- Eisenkraft, A. Expanding the 5E Model. *Science Education*. 5(6) : 56-59 ; September, 2003.
- Hewson, P.W. and M.G. Hewson. Effect of Instruction Using Student's Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies of Science Learning. *Journal of Research in Science Teaching*. 20(8) : 731-743 ; October, 1983.
- Lawson, A.E. Using the Learning Cycle to Teach Biology Concepts and Reasoning Patterns. *Journal of Biological Education*. 35(4) : 165-169 ; August, 2001.
- Muhammad, N.U.K.S. & Muhammad, M.K. Improving Students' Achievement in Biology using 7E Instructional Model: An Experimental Study. *Mediterranean Journal of Social Sciences MCSER*. 6(3) : 2039-2117 ; 2015.





## ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อ่างใสตติสกุล  
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์  
ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
2. ดร.สายฝน วัฒนรังสรรค์  
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์  
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและวัดผลทางการศึกษา
3. ดร.กীরติ จันทรมณี  
ผู้อำนวยการเชี่ยวชาญ โรงเรียนวัดหนองหลวง  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตรเขต 1  
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา
4. ดร.วนิดา จันทรมณี  
ครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนวัดหนองหลวง  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตรเขต 1  
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
5. นางกัมทิมา เจริญทวีทรัพย์  
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอนุบาลพิจิตร  
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพิจิตรเขต 1  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภาคผนวก ข แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ  
สืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เรื่องระบบนิเวศ ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้  
โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E)  
เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำผลการประเมินไปปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวให้มีคุณภาพก่อนนำไปใช้

โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่พัฒนาโดย Eisenkraft (2003) ประกอบด้วย 7 ชั้น ดังนี้

1) ชั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ครูจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคม ท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันและ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ผู้สอนควรเติมเต็มส่วนใดให้กับผู้เรียน และผู้สอนยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

2) ชั้นเร้าความสนใจ (Engagement) ชั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของผู้เรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนเพิ่งเรียนรู้ ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ผู้สอนกำลังสนใจ ยั่วเย้าให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่ผู้เรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต



3) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) เมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนร่วมกัน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบข้อมูลอาจทำได้หลายวิธี เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนตรวจสอบปัญหาและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4) ขั้นอธิบาย (Explanation) เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลมาแล้ว ผู้เรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นแผนภูมิ รูปภาพ แผนภาพ กราฟ หรือสื่ออื่น ๆ ประกอบการอธิบาย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูลสรุป และอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจน เพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้านำมาใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ผู้สอนควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้สอนจึงควรมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปราย และแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่

7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ผู้สอนจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ผู้สอนเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมไปเชื่อมโยงเพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

2. แบบประเมินฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

### ตอนที่ 1 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

พิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบต่าง ๆ ที่กำหนดหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเหมาะสมที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- 5 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง มีระดับความเหมาะสมน้อยที่สุด

| รายการประเมิน   | ระดับความเหมาะสม |   |   |   |   |
|---|------------------|---|---|---|---|
|   | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด</b>  |                  |   |   |   |   |
| 1.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดสอดคล้องกับสาระสำคัญ                                |                  |   |   |   |   |
| 1.2 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้                    |                  |   |   |   |   |
| <b>2. สาระสำคัญ</b>   |                  |   |   |   |   |
| 2.1 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด                                |                  |   |   |   |   |
| 2.2 สาระสำคัญมีความถูกต้อง เข้าใจง่าย ชัดเจน  |                  |   |   |   |   |
| <b>3. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>   |                  |   |   |   |   |
| 3.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด                  |                  |   |   |   |   |
| 3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดสมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ |                  |   |   |   |   |
| 3.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดและประเมินผลได้                                   |                  |   |   |   |   |

| รายการประเมิน  | ระดับความเหมาะสม |   |   |   |   |
|--|------------------|---|---|---|---|
|  | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>4. สาระการเรียนรู้</b>  |                  |   |   |   |   |
| 4.1 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด             |                  |   |   |   |   |
| 4.2 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระสำคัญ                                |                  |   |   |   |   |
| 4.3 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้                    |                  |   |   |   |   |
| <b>5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน</b>                                      |                  |   |   |   |   |
| 5.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้            |                  |   |   |   |   |
| 5.2 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้               |                  |   |   |   |   |
| <b>6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์</b>                                       |                  |   |   |   |   |
| 6.1 คุณลักษณะอันพึงประสงค์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้             |                  |   |   |   |   |
| 6.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้                |                  |   |   |   |   |
| <b>7. สมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์</b>                           |                  |   |   |   |   |
| 7.1 สมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ |                  |   |   |   |   |
| 7.2 สมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้    |                  |   |   |   |   |
| <b>8. กิจกรรมการเรียนรู้</b>   |                  |   |   |   |   |
| 8.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด          |                  |   |   |   |   |
| 8.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้                 |                  |   |   |   |   |
| 8.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาและเวลาเรียน                   |                  |   |   |   |   |



| รายการประเมิน   | ระดับความเหมาะสม |   |   |   |   |
|---|------------------|---|---|---|---|
|   | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 8.4 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม  |                  |   |   |   |   |
| 8.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมสมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์                                |                  |   |   |   |   |
| 8.6 ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation)  |                  |   |   |   |   |
| 1) กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม   |                  |   |   |   |   |
| 2) วางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน                      |                  |   |   |   |   |
| 3) ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมีได้                                  |                  |   |   |   |   |
| 8.7 ขั้นที่ 2 ได้รับความสนใจ (Engagement)   |                  |   |   |   |   |
| 1) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น   |                  |   |   |   |   |
| 2) กำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่ผู้เรียน  |                  |   |   |   |   |
| 8.8 ขั้นที่ 3 สำรวจค้นหา (Exploration)  |                  |   |   |   |   |
| 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหาและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง                                     |                  |   |   |   |   |
| 2) ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง   |                  |   |   |   |   |
| 3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ |                  |   |   |   |   |
| 8.9 ขั้นที่ 4 อธิบาย (Explanation)  |                  |   |   |   |   |
| 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์แปลผล และสรุปผล                                    |                  |   |   |   |   |
| 2) นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่หลากหลาย  |                  |   |   |   |   |
| 3) ได้สร้างองค์ความรู้ใหม่  |                  |   |   |   |   |
| 4) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์                       |                  |   |   |   |   |

| รายการประเมิน  | ระดับความเหมาะสม |   |   |   |   |
|--|------------------|---|---|---|---|
|  | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 8.10 <b>ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ (Elaboration)</b><br>1) นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม                |                  |   |   |   |   |
| 2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม   |                  |   |   |   |   |
| 3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์  |                  |   |   |   |   |
| 8.11 <b>ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation)</b><br>1) ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้                         |                  |   |   |   |   |
| 2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่  |                  |   |   |   |   |
| 8.12 <b>ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extension)</b><br>1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน |                  |   |   |   |   |
| 2) กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมไปเชื่อมโยงเพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้                                  |                  |   |   |   |   |
| <b>9. สื่อการเรียนรู้</b>  |                  |   |   |   |   |
| 9.1 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้   |                  |   |   |   |   |
| 9.2 สื่อการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้   |                  |   |   |   |   |
| 9.3 สื่อการเรียนรู้เหมาะสมความสามารถและวัยของผู้เรียน  |                  |   |   |   |   |





ภาคผนวก ค ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้  
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)  
เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้  
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่องระบบ  
นิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

| รายการประเมิน   | ความคิดเห็น<br>ของผู้เชี่ยวชาญ |   |   | ค่าเฉลี่ย | S.D. | ระดับ<br>ความ<br>เหมาะสม |
|---|--------------------------------|---|---|-----------|------|--------------------------|
|   | 1                              | 2 | 3 |           |      |                          |
| <b>1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด</b>  |                                |   |   |           |      |                          |
| 1.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดสอดคล้องกับสาระสำคัญ                                | 5                              | 5 | 5 | 5.00      | 0.00 | มากที่สุด                |
| 1.2 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้                    | 4                              | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| <b>2. สาระสำคัญ</b>   |                                |   |   |           |      |                          |
| 2.1 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด                                | 4                              | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 2.2 สาระสำคัญมีความถูกต้อง เข้าใจง่าย ชัดเจน  | 4                              | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| <b>3. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>   |                                |   |   |           |      |                          |
| 3.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด                  | 4                              | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดสมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ | 4                              | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 3.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดและประเมินผลได้                                   | 4                              | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |

## ตาราง 21 (ต่อ)

| รายการประเมิน  | ความคิดเห็น     |   |   | ค่าเฉลี่ย | S.D. | ระดับ<br>ความ<br>เหมาะสม |
|--|-----------------|---|---|-----------|------|--------------------------|
|  | ของผู้เชี่ยวชาญ |   |   |           |      |                          |
|  | 1               | 2 | 3 |           |      |                          |
| <b>4. สารการเรียนรู้</b>   |                 |   |   |           |      |                          |
| 4.1 สารการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด              | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 4.2 สารการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระสำคัญ                                 | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 4.3 สารการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้                     | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| <b>5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน</b>                                      |                 |   |   |           |      |                          |
| 5.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้            | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 5.2 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้               | 5               | 5 | 5 | 5.00      | 0.00 | มากที่สุด                |
| <b>6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์</b>                                       |                 |   |   |           |      |                          |
| 6.1 คุณลักษณะอันพึงประสงค์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้             | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 6.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้                | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| <b>7. สมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์</b>                           |                 |   |   |           |      |                          |
| 7.1 สมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 7.2 สมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้    | 5               | 5 | 5 | 5.00      | 0.00 | มากที่สุด                |

ตาราง 21 (ต่อ)

| รายการประเมิน  | ความคิดเห็น     |   |   | ค่าเฉลี่ย | S.D. | ระดับ<br>ความ<br>เหมาะสม |
|--|-----------------|---|---|-----------|------|--------------------------|
|  | ของผู้เชี่ยวชาญ |   |   |           |      |                          |
|  | 1               | 2 | 3 |           |      |                          |
| <b>8. กิจกรรมการเรียนรู้</b>   |                 |   |   |           |      |                          |
| 8.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ<br>มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด                  | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 8.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้                         | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 8.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหา<br>และเวลาเรียน                           | 4               | 4 | 5 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 8.4 กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนมีส่วน<br>ร่วมในกิจกรรม                       | 5               | 4 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 8.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมสมรรถนะ<br>ด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์               | 4               | 4 | 4 | 4.00      | 0.00 | มาก                      |
| 8.6 ชั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิม<br>(Elicitation)                                  |                 |   |   |           |      |                          |
| 1) กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม  | 5               | 4 | 4 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 2) วางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่าง<br>เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของ<br>ผู้เรียน | 4               | 4 | 5 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 3) ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไป<br>ยังประสบการณ์ที่ตนมีได้                 | 5               | 5 | 5 | 5.00      | 0.00 | มากที่สุด                |
| 8.7 ชั้นที่ 2 เร้าความสนใจ<br>(Engagement)   |                 |   |   |           |      |                          |
| 1) ยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยาก<br>เห็น                                    | 4               | 5 | 4 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 2) กำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่ผู้เรียน   | 4               | 5 | 4 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |



ตาราง 21 (ต่อ)

| รายการประเมิน   | ความคิดเห็น     |   |   | ค่าเฉลี่ย | S.D. | ระดับ<br>ความ<br>เหมาะสม |
|---|-----------------|---|---|-----------|------|--------------------------|
|   | ของผู้เชี่ยวชาญ |   |   |           |      |                          |
|   | 1               | 2 | 3 |           |      |                          |
| 8.8 ชั้นที่ 3 สำรวจค้นหา (Exploration)  |                 |   |   |           |      |                          |
| 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหาและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง                                     | 5               | 5 | 5 | 5.00      | 0.00 | มากที่สุด                |
| 2) ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง   | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | 4               | 4 | 5 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 8.9 ชั้นที่ 4 อธิบาย (Explanation)  |                 |   |   |           |      |                          |
| 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ แปลผล และสรุปผล                                   | 5               | 5 | 5 | 5.00      | 0.00 | มากที่สุด                |
| 2) นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่หลากหลาย  | 4               | 4 | 5 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 3) ได้สร้างองค์ความรู้ใหม่  | 4               | 4 | 5 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 4) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์                       | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 8.10 ชั้นที่ 5 ขยายความรู้ (Elaboration)  |                 |   |   |           |      |                          |
| 1) นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม              | 4               | 4 | 5 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม                        | 4               | 4 | 5 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |

ตาราง 21 (ต่อ)

| รายการประเมิน   | ความคิดเห็น     |   |   | ค่าเฉลี่ย | S.D. | ระดับ<br>ความ<br>เหมาะสม |
|---|-----------------|---|---|-----------|------|--------------------------|
|   | ของผู้เชี่ยวชาญ |   |   |           |      |                          |
|   | 1               | 2 | 3 |           |      |                          |
| 8.11 ชั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation)   |                 |   |   |           |      |                          |
| 1) ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มา<br>ประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ<br>ได้   | 4               | 4 | 5 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไป<br>เชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์<br>ความรู้ใหม่                       | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 8.12 ชั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extension)   |                 |   |   |           |      |                          |
| 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไป<br>ปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิด<br>ประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน                    | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 2) กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมไป<br>เชื่อมโยงเพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่ช่วยให้<br>ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้ | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| <b>9. สื่อการเรียนรู้</b>   |                 |   |   |           |      |                          |
| 9.1 สื่อการเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการ<br>เรียนรู้  | 4               | 4 | 5 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 9.2 สื่อการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการ<br>เรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้  | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |
| 9.3 สื่อการเรียนรู้เหมาะสมความสามารถ<br>และวัยของผู้เรียน   | 4               | 5 | 5 | 4.67      | 0.58 | มากที่สุด                |

## ตาราง 21 (ต่อ)

| รายการประเมิน  | ความคิดเห็น     |   |   | ค่าเฉลี่ย | S.D. | ระดับ<br>ความ<br>เหมาะสม |
|--|-----------------|---|---|-----------|------|--------------------------|
|  | ของผู้เชี่ยวชาญ |   |   |           |      |                          |
|  | 1               | 2 | 3 |           |      |                          |
| <b>10. การวัดและประเมินผล</b>  |                 |   |   |           |      |                          |
| 10.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับ<br>จุดประสงค์การเรียนรู้                              | 5               | 5 | 5 | 5.00      | 0.00 | มากที่สุด                |
| 10.2 วัดและประเมินผลโดยใช้เครื่องมือที่<br>หลากหลาย                                      | 4               | 4 | 5 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| 10.3 เกณฑ์การประเมินผลมีความชัดเจน<br>สามารถวัดสมรรถนะด้านการรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์ได้ | 4               | 4 | 5 | 4.33      | 0.58 | มาก                      |
| เฉลี่ยรวม  |                 |   |   | 4.60      | 0.37 | มากที่สุด                |



ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตาม  
วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

|   |                     |                        |
|---|---------------------|------------------------|
| กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์                 | รายวิชา วิทยาศาสตร์ | รหัสวิชา ว23102        |
| ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3                           | ภาคเรียนที่ 2       | ปีการศึกษา 2561        |
| เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม |                     | เวลา 3 ชั่วโมง         |
| ผู้พัฒนา นางดุขฎิ เจริญสุข                      |                     | โรงเรียนบ้านหนองหูช้าง |

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.3/1 สืบเสาะระบบนิเวศต่าง ๆ ในท้องถิ่นและอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 8.1 ม.3/3 เลือกเทคนิควิธีการสำรวจตรวจสอบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม

ว 8.1 ม.3/8 บันทึกและอธิบายผลการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

### สาระสำคัญ

ในแต่ละท้องถิ่นมีความหลากหลายของสภาพแวดล้อม ซึ่งมีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันไป โดยแต่ละบริเวณเป็นแหล่งที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกัน เรียกว่า กลุ่มสิ่งมีชีวิต เราเรียกหน่วยของธรรมชาติที่ประกอบด้วยกลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตที่มีความสัมพันธ์กันว่า ระบบนิเวศ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบแผนนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารถ

1. สำรวจสภาพทั่วไปของระบบนิเวศในท้องถิ่นได้ (P)
2. อธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีชีวิตกับองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตในระบบ

นิเวศได้ (K)

3. อธิบายความหมายของแหล่งที่อยู่ กลุ่มสิ่งมีชีวิต และระบบนิเวศได้ (K)
4. อธิบายบทบาทและความสำคัญของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ได้

(K)

5. ตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม (A)

### สาระการเรียนรู้

ระบบนิเวศในแต่ละท้องถิ่นประกอบด้วย องค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพเฉพาะถิ่น ซึ่งมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

เมื่อเรียนจบแผนนี้แล้วนักเรียนควรจะเกิดสมรรถนะสำคัญ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

เมื่อเรียนจบแผนนี้แล้วนักเรียนควรจะเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

## สมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

เมื่อเรียนจบแผนนี้แล้วนักเรียนควรจะมีสมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
2. การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

## กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) (5 นาที)

1. ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน โดยการถามว่า ถ้าพูดถึงสิ่งแวดล้อม นักเรียนจะนึกถึงอะไร ครูเขียนคำตอบของนักเรียนบนกระดาน
2. ให้นักเรียนดูคำตอบของเพื่อน ๆ บนกระดานแล้วตอบว่า สิ่งแวดล้อมที่นักเรียนเข้าใจคืออะไร
3. นักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของสิ่งแวดล้อมตามความเข้าใจ โดยครูเขียนความหมายนั้นบนกระดาน (สิ่งแวดล้อม หมายถึง ทุก ๆ สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา ประกอบด้วย สิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต เช่น ต้นไม้ สุนัข ดิน อากาศ ความชื้น อุณหภูมิ และตัวเราเองอาจเป็นสิ่งแวดล้อมของสิ่งอื่น ๆ ด้วย)

### ขั้นที่ 2 ไร่ความสนใจ (Engagement) (5 นาที)

4. ครูไร่ความสนใจของนักเรียน โดยการเปิดฝาคลุมใต้ที่เต็มไปด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์ เซลคิติสก์ แวนชยาย เทอร์โมมิเตอร์ และกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ เป็นต้น ออก แล้วถามนักเรียนว่า วัสดุอุปกรณ์เหล่านี้มีไว้ทำอะไร
5. ครูถามต่ออีกว่านักเรียนจะรู้ได้อย่างไรว่าสิ่งแวดล้อมที่เราอยู่เป็นอย่างไร จนนักเรียนตอบว่าสำรวจหรือคำที่มีความหมายใกล้เคียงกัน

### ขั้นที่ 3 ส้ารวจค้นหา (Exploration) (50 นาที)

6. ให้นักเรียนชมวิดีโอทัศน์แนะนำการทำกิจกรรม เรื่อง ส้ารวจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
7. จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรม 4.1 ส้ารวจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ในหนังสือเรียนให้เข้าใจ แล้วร่วมกันวางแผนการสำรวจ ออกแบบตารางบันทึกผลการสำรวจ เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมให้พร้อม ตลอดจนแบ่งงานและความรับผิดชอบในกลุ่ม



8. ออกภาคสนามสำรวจสภาพทั่วไปของระบบนิเวศในท้องถิ่นอาจเป็นบนบกหรือในน้ำก็ได้ แล้วบันทึกผลการสำรวจลงในแบบบันทึกกิจกรรม 4.1 โดยมีข้อควรพิจารณา ดังนี้

8.1 ควรเลือกสถานที่ใกล้กับโรงเรียนเพื่อสะดวกในการเดินทางและไม่เสียเวลามากนัก เช่น ใต้ร่มไม้ สวนพฤกษศาสตร์ สนามหญ้า บ่อน้ำ หนอง บึง บนต้นไม้ หรือบริเวณขอนไม้ผุ เป็นต้น

8.2 ให้นักเรียนระมัดระวังในกรณีที่เลือกศึกษาบริเวณใกล้แหล่งน้ำ ซึ่งควรสำรวจบริเวณริมฝั่ง

8.3 ควรระมัดระวังสัตว์ที่เป็นอันตราย

8.4 ถ้ามีการเคลื่อนย้ายสิ่งใดในบริเวณที่ทำการสำรวจ เมื่อศึกษาเสร็จแล้วต้องนำกลับคืนให้อยู่ในสภาพเดิม

8.5 การระบุจำนวนสิ่งมีชีวิต สำหรับสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนไม่มากและสามารถนับได้ให้นักเรียนนับจำนวนสิ่งมีชีวิตทีละตัว แต่ถ้ามีสิ่งมีชีวิตจำนวนมากไม่สามารถนับได้ให้นักเรียนตั้งเกณฑ์สำหรับระบุจำนวนโดยประมาณ เช่น จำนวนมาก ปานกลาง น้อย เป็นต้น

8.6 ในกรณีที่พบสิ่งมีชีวิตที่ไม่รู้จักชื่อ ให้นักเรียนถ่ายภาพหรือวาดรูปบันทึกลักษณะสำคัญ แล้วศึกษาเพิ่มเติมหรือสอบถามจากผู้รู้

#### ขั้นที่ 4 อธิบาย (Explanation) (45 นาที)

9. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อมูลที่สำรวจได้ และร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามท้ายกิจกรรม 4.1 ดังนี้

9.1 ในบริเวณที่สำรวจ นักเรียนพบสิ่งมีชีวิตชนิดใดมากที่สุด และชนิดใดน้อยที่สุด นักเรียนคิดว่าที่เป็นเช่นนี้เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ นักเรียนควรตอบตามข้อมูลที่สำรวจ การที่พบสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมากกว่าสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เนื่องจากสภาพแวดล้อมบริเวณนั้นมีความเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น เช่น มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ อุณหภูมิ แสงสว่าง เหมาะกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ๆ

9.2 ชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตที่พบในแต่ละบริเวณที่ศึกษา เหมือนหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

แนวคำตอบ นักเรียนควรตอบตามข้อมูลที่สำรวจ เช่นบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันจะพบชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกัน เช่น บริเวณที่เป็นทุ่งหญ้า มักพบชนิดของสิ่งมีชีวิตแตกต่างจากบริเวณชายฝั่งทะเล และถึงแม้ว่าบริเวณที่ศึกษาจะมี

ลักษณะคล้ายกัน เช่น เป็นบริเวณทุ่งนา ก็อาจจะพบสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันแต่มีปริมาณแตกต่างกันก็ได้ เพราะชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมที่มีต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ

### 9.3 ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ในบริเวณที่สำรวจได้

แนวคำตอบ แสง ความชื้น อุณหภูมิ และอื่น ๆ เช่น ถ้าความเข้มของแสงเหมาะสม ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี แต่ถ้าความเข้มของแสงเปลี่ยนแปลงไป จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้พืชเจริญเติบโตช้าหรือไม่เจริญเติบโต นอกจากนั้นแสงสว่าง ความชื้น อุณหภูมิ ยังมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิต เช่น พฤติกรรมการหาอาหารของสัตว์ การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เป็นต้น

### 9.4 สิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

แนวคำตอบ สิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจมีความสัมพันธ์กัน เช่น สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งอาจเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง หรืออาจต้องพึ่งพาส่งสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เช่น ดอกไม้ต้องอาศัยแมลงช่วยผสมเกสร หรือ นกอาศัยต้นไม้เป็นแหล่งที่อยู่

9.5 สิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ดิน น้ำ แสงสว่าง อย่างไร

แนวคำตอบ สิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิต พืชใช้แสง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ ในการสังเคราะห์ด้วยแสง และใช้แร่ธาตุในดิน เป็นองค์ประกอบในการสร้างสารต่าง ๆ ส่วนสัตว์ใช้น้ำในการบริโภค สิ่งมีชีวิตทุกชนิดในแก๊สออกซิเจนในการหายใจ

9.6 ความแตกต่างของอุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส และแสงสว่าง ในแต่ละบริเวณที่สำรวจขึ้นอยู่กับสิ่งใดบ้าง

แนวคำตอบ ความแตกต่างของอุณหภูมิขึ้นอยู่กับโอกาสที่แต่ละบริเวณได้รับแสงในแต่ละวัน เช่น ใต้ร่มไม้ จะมีอุณหภูมิต่ำกว่ากลางแจ้ง ช่วงเวลาที่แต่ละบริเวณได้รับแสงในแต่ละวัน ความเป็นกรด-เบสขึ้นอยู่กับสารที่ละลายหรือแขวนลอยอยู่ในน้ำ ความสว่างในแต่ละบริเวณขึ้นอยู่กับร่มเงาของต้นไม้ หรือสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิต

10. หลังจากอภิปรายตามแนวคำถามท้ายกิจกรรม 4.1 แล้ว นักเรียนควรสรุปความหมายของกลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ และระบบนิเวศ ผลจากการอภิปรายควรสรุปได้ว่า

กลุ่มสิ่งมีชีวิต หมายถึง สิ่งมีชีวิตหลาย ๆ ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกันและมีความสัมพันธ์กันในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง

แหล่งที่อยู่ หมายถึง สถานที่หรือบริเวณที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่

11. ให้นักเรียนยกตัวอย่างแหล่งที่อยู่ และระบุสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตต่าง ๆ ในแหล่งที่อยู่ พร้อมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่นั้น ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

แนวคำตอบ นักเรียนอาจยกตัวอย่างแหล่งที่อยู่ต่าง ๆ เช่น นาข้าว ทุ่งหญ้า หนองน้ำ และระบุสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งที่อยู่นั้น ๆ ตัวอย่างเช่น

นาข้าว ประกอบด้วย

สิ่งมีชีวิต เช่น ต้นข้าว เพลี้ย เต่าทอง หนอน หอยเชอรี่ นกกระยาง งู หนู

นา ปลา เป็นต้น

สิ่งไม่มีชีวิต เช่น อากาศ แสง ดิน น้ำ แร่ธาตุ เป็นต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ เช่น ใบข้าวเป็นอาหารของหนอน เพลี้ยดูดน้ำเลี้ยงจากต้นข้าว เต่าทองกินเพลี้ย นกกินหนอน หนูนาและหอยเชอรี่กินต้นข้าว งูกินหนู นกกระยางกินปลา เป็นต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ต้นข้าวใช้แสง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ แร่ธาตุต่าง ๆ ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการเจริญเติบโต พืชและสัตว์ทั้งหลายหายใจโดยใช้แก๊สออกซิเจนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของต้นข้าว และพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณนั้น และหายใจออกโดยปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเพื่อให้พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

12. จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาความหมายขององค์ประกอบที่มีชีวิตและองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตในหนังสือเรียน แล้วร่วมกันวิเคราะห์ว่าสิ่งใดในกิจกรรม 4.1 จัดเป็นองค์ประกอบที่มีชีวิตและองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต และสรุปความสัมพันธ์ของทั้งสององค์ประกอบ

13. จากนั้นร่วมกันอภิปรายความหมายของระบบนิเวศ เพื่อสรุปให้ได้ว่า

ระบบนิเวศ คือ หน่วยของธรรมชาติที่ประกอบด้วยกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กันและมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ



### ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ (Elaboration) (40 นาที)

14. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการได้มาของพลังงานของสัตว์ ซึ่งมาจากอาหารที่สัตว์กิน

15. ให้นักเรียนทำกิจกรรม 4.2 สืบหาอาหารสัตว์ โดยร่วมกันคิดและออกแบบตารางบันทึกข้อมูล และนำข้อมูลของแต่ละกลุ่มมาอภิปรายร่วมกัน ดังนี้

15.1 นักเรียนจะจำแนกสัตว์ตามชนิดของอาหารที่กินออกได้เป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง พร้อมทั้งเขียนแผนภาพเวนนีเพื่อสรุปการจัดกลุ่มสัตว์

16. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายความแตกต่างระหว่างสัตว์กินซากกับสิ่งมีชีวิตกินพืชและสิ่งมีชีวิตกินสัตว์ จากนั้นร่วมกันตอบคำถามในหนังสือเรียน ดังนี้

16.1 สัตว์กินซากมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศอย่างไร

แนวคำตอบ ทำให้จำนวนซากสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศลดลง สัตว์กินซากบางชนิดจะทำให้ซากสิ่งมีชีวิตมีขนาดเล็กลง เพื่อให้ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ย่อยสลายต่อไป

16.2 ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอื่นอย่างไร

แนวคำตอบ ทำให้สิ่งมีชีวิตที่ตายลงมีการนำเปื่อย และผลจากการย่อยสลายทำให้สารอินทรีย์มีขนาดเล็กลง และปลดปล่อยสารอนินทรีย์กลับคืนสู่สภาพแวดล้อมให้พืชนำไปใช้ได้

16.3 มนุษย์นำความรู้จากสมบัติของผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์มาใช้ประโยชน์อย่างไร

แนวคำตอบ ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก โดยหมักขยะที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น ฟางข้าว เศษอาหาร เศษใบไม้ มูลสัตว์ เป็นต้น ซึ่งแบคทีเรียจะย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นปุ๋ย

17. ครูให้นักเรียนนำข้อมูลของทุกกลุ่มที่สำรวจได้จากกิจกรรม 4.2 มาอภิปรายร่วมกันเพื่อจำแนกสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

### ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation) (10 นาที)

18. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากกิจกรรมที่ผ่านมามีส่วนใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

19. ให้นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาและอุปสรรคใดและมีวิธีแก้ไขอย่างไร

20. ครูประเมินนักเรียนใน 3 ด้าน ดังนี้

20.1 ด้านความรู้ ประเมินจากการตรวจแบบบันทึกกิจกรรม 4.1

20.2 ด้านทักษะ ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมการใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสำรวจ โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ

20.3 ด้านเจตคติ ประเมินจากพฤติกรรมด้านการรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระหว่างการสำรวจ โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม

### ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extension) (10 นาที)

21. ครูให้นักเรียนดูภาพสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมแล้วร่วมกันอภิปราย ดังนี้

21.1 นักเรียนคิดว่าสิ่งมีชีวิตชนิดใดมีความสำคัญกับระบบนิเวศมากที่สุด เพราะเหตุใด

21.2 ระบบนิเวศในภาพมีความสมดุลหรือไม่ เพราะเหตุใด

22. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปให้ได้ว่า "ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย ต่างก็มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ ถ้าขาดสิ่งใดสิ่งหนึ่งไปจะทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุล

### สื่อการเรียนรู้

#### 1. สื่อสิ่งพิมพ์

- 1.1 หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2
- 1.2 แบบบันทึกกิจกรรม 4.1 สำรวจสิ่งแวดล้อมในห้อง
- 1.3 แบบบันทึกกิจกรรม 4.2 สำรวจอาหารสัตว์

#### 2. สื่อวัสดุอุปกรณ์

- 2.1 เสียมมือ
- 2.2 ไม้เมตร
- 2.3 กระจาดช้อนไม้ขีดอินดิเคเตอร์
- 2.4 เซลลูลอส
- 2.5 แท่งแก้วคน
- 2.6 กระจกนาฬิกา
- 2.7 เทอร์โมมิเตอร์
- 2.8 ถุงพลาสติกใสหรือขวดแก้ว
- 2.9 ปีกเกอร์ ขนาด 100 cm<sup>3</sup>
- 2.10 แวนชยาย
- 2.11 กล้องจุลทรรศน์ พร้อมสไลด์และกระจกปิดสไลด์

- 2.12 กล้องถ่ายรูปหรือโทรศัพท์มือถือถ่ายภาพได้
- 3. สื่อกิจกรรม
  - 3.1 กิจกรรม 4.1 สํารวจสิ่งแวดล้อมในห้องถิน
  - 3.2 กิจกรรม 4.2 สํารวจอาหารสัตว์
- 4. สื่อใสตทศนุปรกรณํ
  - 4.1 วีดิทัศน์ เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
  - 4.2 วีดิทัศน์ เรื่อง สํารวจสิ่งแวดล้อมในห้องถิน
  - 4.3 ภาพ 4.1 สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
- 5. สื่อบริบท
  - 5.1 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
  - 5.2 บริเวณโรงเรียน
  - 5.3 ชุมชน





## การวัดและประเมินผล

| จุดประสงค์การเรียนรู้   | วิธีการวัด     | เครื่องมือวัด           | เกณฑ์การประเมิน                           |
|---|----------------|-------------------------|---|
| สำรวจสภาพทั่วไปของระบบนิเวศในท้องถิ่นได้ (P)  | สังเกตพฤติกรรม | แบบตรวจสอบรายการ        | ใช้วัสดุอุปกรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป |
| อธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีชีวิตกับองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตในระบบนิเวศได้ (K) | ตรวจสอบ        | แบบบันทึกกิจกรรม<br>4.1 | ตอบถูกร้อยละ 60 ขึ้นไป                    |
| อธิบายความหมายของแหล่งที่อยู่ กลุ่มสิ่งมีชีวิต และระบบนิเวศได้ (K)                    | ตรวจสอบ        | แบบบันทึกกิจกรรม<br>4.1 | ตอบถูกร้อยละ 60 ขึ้นไป                    |
| อธิบายบทบาทและความสำคัญของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ (K)          | ตรวจสอบ        | แบบบันทึกกิจกรรม<br>4.2 | ตอบถูกร้อยละ 60 ขึ้นไป                    |
| ตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม (A)   | สังเกตพฤติกรรม | แบบสังเกตพฤติกรรม       | มีพฤติกรรมระดับดีขึ้นไป                   |

## บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 1. ผลการเรียนรู้

---

---

---

---

---

### 2. ปัญหาและอุปสรรค

---

---

---

---

---

### 3. ข้อเสนอแนะหรือแนวทางแก้ไข

---

---

---

---

---

ลงชื่อ

(นางดุษฎี เจริญสุข)

ผู้บันทึก

## แบบบันทึกกิจกรรม 4.1 สำรวจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

### จุดประสงค์ของกิจกรรม

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้วนักเรียนควรจะสามารรถ

1. ทำกิจกรรมภาคสนามเพื่อสำรวจสภาพทั่วไปของสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่ศึกษาได้
2. สังเกตและบันทึกรายละเอียดของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในบริเวณที่ศึกษาได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

ในบริเวณที่ศึกษาได้

### วัสดุอุปกรณ์

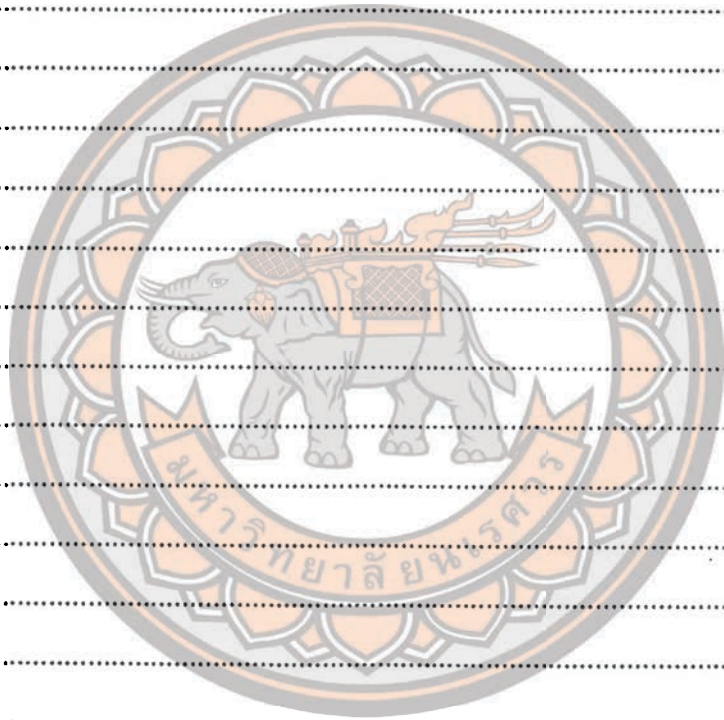
|   |   |         |
|---|---|---------|
| 1. เสียมมือ                                   | 1 | เล่ม    |
| 2. ไม้เมตร                                    | 1 | อัน     |
| 3. กระดาษยูนีเวอร์ชัลอินดิเคเตอร์             | 1 | กล่อง   |
| 4. เซคคิติดิสก์                               | 1 | อัน     |
| 5. แท่งแก้วคน                                 | 1 | อัน     |
| 6. กระจกนาฬิกา                                | 1 | อัน     |
| 7. เทอร์โมมิเตอร์                             | 1 | อัน     |
| 8. ถุงพลาสติกใสหรือขวดแก้ว                    | 1 | ใบ      |
| 9. บีกเกอร์ ขนาด 100 cm <sup>3</sup>          | 1 | ใบ      |
| 10. แวนชยาย                                   | 1 | อัน     |
| 11. กล่องจุลทรรศน์ พร้อมสไลด์และกระจกปิดสไลด์ | 1 | ชุด     |
| 12. กล้องถ่ายรูปหรือโทรศัพท์มือถือถ่ายภาพได้  | 1 | เครื่อง |

### ผลการสำรวจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรม 4.1 สำรวจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ในหนังสือเรียนให้เข้าใจ แล้วร่วมกันวางแผนการสำรวจ ออกแบบตารางบันทึกผลการสำรวจ เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมให้พร้อม ตลอดจนแบ่งงานและความรับผิดชอบในกลุ่มให้เรียบร้อยก่อนออกสำรวจ







### คำถามท้ายกิจกรรม

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามท้ายกิจกรรม ดังนี้

1. ในบริเวณที่สำรวจ นักเรียนพบสิ่งมีชีวิตชนิดใดมากที่สุด และชนิดได้น้อยที่สุด  
นักเรียนคิดว่าที่เป็นเช่นนี้เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

2. ชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตที่พบในแต่ละบริเวณที่ศึกษา เหมือนหรือต่างกัน  
อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

3. ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ในบริเวณที่สำรวจได้

.....

.....

.....

.....

.....

4. สิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....



5. สิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่สำรวจมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ดิน น้ำ แสงสว่าง  
อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

6. ความแตกต่างของอุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส และแสงสว่าง ในแต่ละบริเวณที่  
สำรวจขึ้นอยู่กับสิ่งใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

7. ให้นักเรียนยกตัวอย่างแหล่งที่อยู่ และระบุสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตต่าง ๆ ในแหล่งที่  
อยู่ พร้อมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่นั้น ๆ และ  
ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

ตัวอย่างแหล่งที่อยู่ .....

สิ่งมีชีวิต .....

.....

.....

.....

.....

สิ่งไม่มีชีวิต .....

.....

.....

.....

.....

.....

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ .....

.....

.....

.....

.....

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต .....

.....

.....

.....

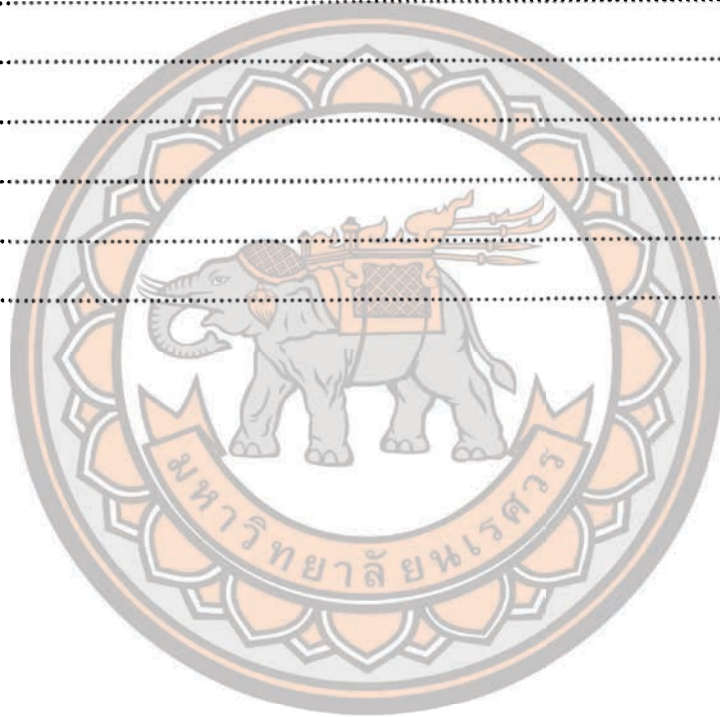
8. นักเรียนจะสรุปความหมายของกลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ และระบบนิเวศ ได้อย่างไร

.....

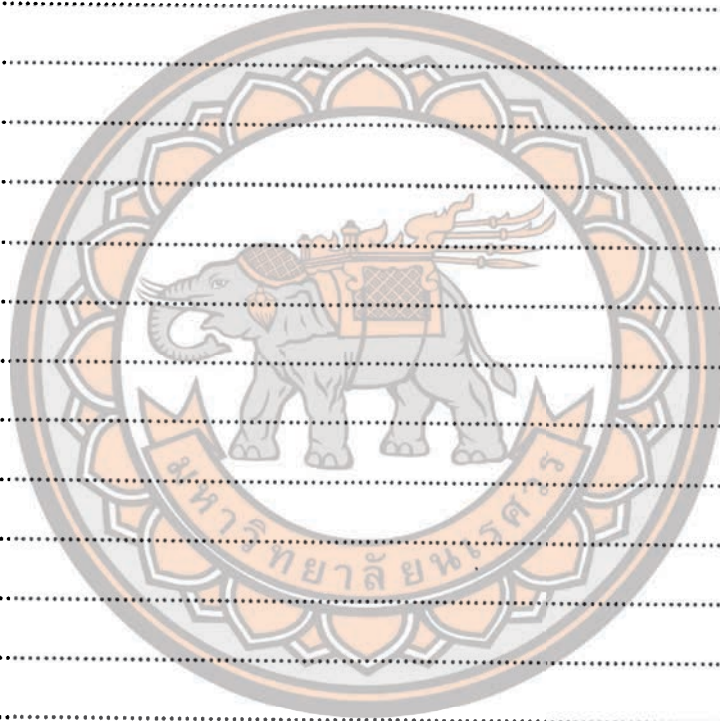
.....

.....

.....







### คำถามท้ายกิจกรรม

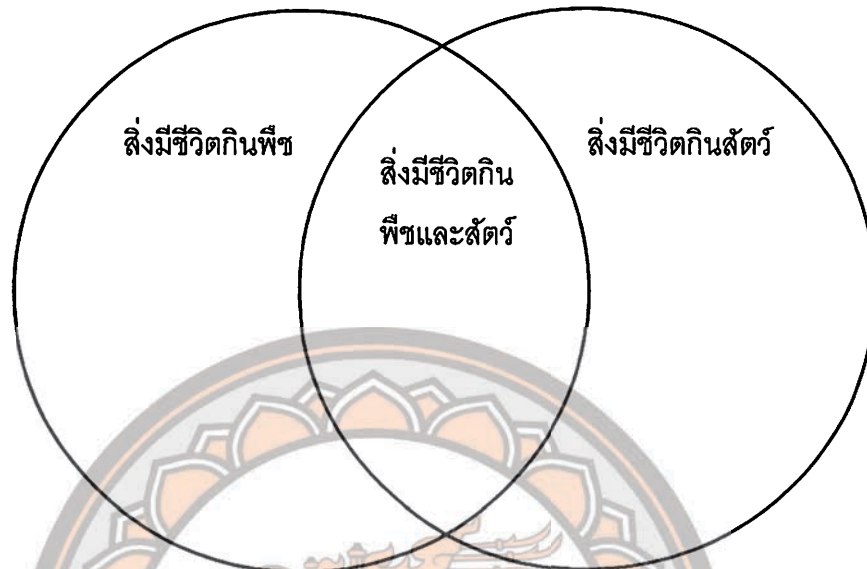
ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามท้ายกิจกรรม ดังนี้

1. นักเรียนจะจำแนกสัตว์ตามชนิดของอาหารที่กินออกได้เป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง พร้อมทั้งเขียนแผนภาพเวนนีเพื่อสรุปการจัดกลุ่มสัตว์



2. จงเขียนแผนภาพเวนนเพื่อสรุปการจัดกลุ่มสัตว์ โดยให้นักเรียนเติมชื่อสัตว์ในกิจกรรม

4.2 ลงในวงกลมด้านล่าง



3. สัตว์กินซากมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอื่นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. มนุษย์นำความรู้จากสมบัติของผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์มาใช้ประโยชน์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง  
ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์  
เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

1. แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์เป็นข้อสอบอัตนัย วัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ดังนี้  
การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับ  
ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไตร่ตรอง โดยบุคคลที่รู้  
เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) จะสื่อสารพูดคุยในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล จำเป็นต้องใช้สมรรถนะดังต่อไปนี้
  - 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการรับรู้ เสนอ และประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี
  - 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์
  - 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง มีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในแต่ละสมรรถนะ ได้กำหนดระดับการให้คะแนนเป็น 3 ระดับ คือ 3 2 และ 1 ดังนี้

| สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์                 | ระดับคะแนน  |  |  |
|--|---|--|--|
|  | 3   | 2  | 1  |
| การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์                       | สามารถรับรู้ เสนอ และ ประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง และมีใจความสำคัญครบถ้วนตามแนวการตอบ                                     | สามารถรับรู้ เสนอ และ ประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ตามแนวการตอบได้เพียงบางส่วน                                     | ไม่สามารถรับรู้ เสนอ และ ประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้  |
| การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | สามารถอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง และมีใจความสำคัญครบถ้วนตามแนวการตอบ | สามารถอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ตามแนวการตอบได้เพียงบางส่วน | ไม่สามารถอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ได้ |
| การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ | สามารถวิเคราะห์ ประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง ข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง และมีใจความสำคัญครบถ้วนตามแนวการตอบ               | สามารถวิเคราะห์ ประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง ข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ตามแนวการตอบได้เพียงบางส่วน               | ไม่สามารถวิเคราะห์ ประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง ข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และไม่สามารถลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้               |

2. โปรดพิจารณาว่าข้อคำถามในแบบวัดต่อไปนี้ สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์หรือไม่ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือ โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

ให้ +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงตามตัวชี้วัดและสมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

ให้ 0 เมื่อไม่แน่ใจ

ให้ -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ไม่ตรงตามตัวชี้วัดและสมรรถนะด้านการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์

3. ในการประเมินครั้งนี้ท่านสามารถแก้ไขข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ในข้อคำถาม และข้อเสนอนั้นอื่น ๆ ตามที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม





## สถานการณ์ที่ 1

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

ตาราง 1 แสดงผลการสำรวจและตรวจคุณภาพของแหล่งน้ำในจังหวัดทั้งหมด 5 แห่ง

| แหล่งน้ำ | ผลการสำรวจและตรวจสอบคุณภาพ   |                               |   |           |   |
|----------|------------------------------|-------------------------------|---|-----------|---|
|          | ค่า DO<br>(มิลลิกรัมต่อลิตร) | ค่า BOD<br>(มิลลิกรัมต่อลิตร) | ชนิดของสิ่งมีชีวิต<br>ที่สามารถสำรวจ<br>ด้วยตาเปล่า | ค่า<br>pH | ระดับความลึก<br>ที่แสงสามารถ<br>ส่องถึง<br>(เมตร) |
| ก        | 2                            | 200                           | A, B, D   | 7         | 0.5   |
| ข        | 59                           | 80                            | B, C, D   | 7.5       | 2.0   |
| ค        | 9                            | 10                            | C, F  | 7.2       | 1.8   |
| ง        | 7                            | 150                           | B, D, E   | 6.9       | 0.7   |
| จ        | 7                            | 35                            | B, C, D   | 6.5       | 1.2   |

หมายเหตุ

\*ค่า DO (Dissolved Oxygen) คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ถ้ามีค่าสูงกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี

\*\*ค่า BOD (Biological Oxygen Demand) คือ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ถ้ามีค่าต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำคุณภาพดี

| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด  | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์                                     | ข้อคำถาม  | การพิจารณา |   |    |
|---|--|---|------------|---|----|
|   |  |   | +1         | 0 | -1 |
| ว 1.2 ม.3/4<br>สำรวจและ<br>อธิบายความ<br>หลากหลาย<br>ทางชีวภาพ<br>ในท้องถิ่นที่<br>ทำ ให้<br>สิ่งมีชีวิต<br>ดำรงชีวิตอยู่<br>ได้ อย่าง<br>สมดุล | การแปล<br>ความหมาย<br>ข้อมูลและการใช้<br>ประจักษ์พยาน<br>ในเชิง<br>วิทยาศาสตร์ | <p>คำถาม 1</p> <p>ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 1 แล้วสรุปว่าแหล่งน้ำใดบ้างเป็นน้ำคุณภาพดี และมีแหล่งใดบ้างเป็นแหล่งน้ำเสีย พร้อมระบุเหตุผลประกอบมาอย่างน้อย 3 ข้อ</p> <p>แนวการตอบ</p> <p>1. แหล่งน้ำคุณภาพดี ได้แก่ แหล่ง ข แหล่ง ค และแหล่ง จ เนื่องจาก 1) มีค่า DO สูงกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร 2) มีค่า BOD ต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร 3) มีค่า pH ที่เหมาะสม และ 4) มีระดับความลึกที่แสงสามารถส่องถึงมากแสดงว่าน้ำค่อนข้างใส</p> <p>2. แหล่งน้ำเสีย ได้แก่ แหล่ง ก และแหล่ง ง เนื่องจาก 1) มีค่า DO ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร 2) มีค่า BOD สูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 3) มีระดับความลึกที่แสงสามารถส่องถึงน้อยแสดงว่าน้ำมีความขุ่นสูง</p> |            |   |    |

| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์                                 | ข้อคำถาม   | การพิจารณา |   |    |
|--------------------------------------|--|--|------------|---|----|
|                                      |  |  | +1         | 0 | -1 |
|                                      | การอธิบาย<br>ปรากฏการณ์ใน<br>เชิงวิทยาศาสตร์                               | <p>คำถาม 2</p> <p>หากต้องการทราบว่าแหล่งน้ำใน<br/>หมู่บ้านของนักเรียนเป็นน้ำคุณภาพดีหรือ<br/>น้ำเสีย แต่นักเรียนไม่มีเครื่องมือในการวัด<br/>นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดในตาราง 1 มาช่วย<br/>ในการตัดสินใจคุณภาพของแหล่งน้ำใน<br/>หมู่บ้านของนักเรียน เพราะเหตุใด จง<br/>อธิบาย</p> <p>แนวคำตอบ</p> <p>ใช้สิ่งมีชีวิตที่สามารถสำรวจด้วยตา<br/>เปล่ามาช่วยในการตัดสินใจคุณภาพของ<br/>แหล่งน้ำในหมู่บ้าน เนื่องจาก สิ่งมีชีวิต C<br/>และ F จะพบได้ในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี<br/>เท่านั้น ส่วนสิ่งมีชีวิต A และ E จะพบได้ใน<br/>แหล่งน้ำเสียเท่านั้น</p> |            |   |    |
|                                      | การประเมินและ<br>ออกแบบ<br>กระบวนการสืบ<br>เสาะหาความรู้<br>ทางวิทยาศาสตร์ | <p>คำถาม 3</p> <p>ให้นักเรียนเสนอวิธีการสำรวจ<br/>ตรวจสอบและตัดสินใจคุณภาพของแหล่งน้ำ<br/>ในบึงสีไฟ โดยไม่มีเครื่องมือในการวัดมา<br/>โดยละเอียด</p> <p>แนวคำตอบ</p> <p>1. การสำรวจตรวจสอบและตัดสินใจ<br/>คุณภาพของแหล่งน้ำในบึงสีไฟ โดยไม่มี<br/>เครื่องมือในการวัด มีวิธีการดังนี้</p> <p>1.1 วางแผนการสำรวจ โดย<br/>ออกแบบตารางบันทึกผลการสำรวจ<br/>เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจให้</p>  |            |   |    |

| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์ | ข้อคำถาม   | การพิจารณา |   |    |
|--------------------------------------|--|--|------------|---|----|
|                                      |  |  | +1         | 0 | -1 |
|                                      |  | <p>พร้อม</p> <p>1.2 สังเกตสิ่งมีชีวิตบนผิวน้ำ ทั้งชนิด จำนวน ลักษณะ และการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด บันทึกผล</p> <p>1.3 เก็บตัวอย่างพืชที่ลอยน้ำ มาล้างในน้ำสะอาด สังเกตชนิด ลักษณะ และจำนวนของสิ่งมีชีวิตที่ร่วงหล่นอยู่ในถาด บันทึกผล</p> <p>1.4 เก็บตัวอย่างน้ำ สังเกตสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งชนิด และจำนวน บันทึกผล</p> <p>2. การตัดสินคุณภาพน้ำในบึงสีไฟ โดยไม่มีเครื่องมือในการวัด สามารถทำได้ โดยการสำรวจสิ่งมีชีวิตที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ถ้าพบสิ่งมีชีวิต C และ F แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีคุณภาพดี แต่หากพบสิ่งมีชีวิต A และ E แสดงว่าเป็นแหล่งน้ำเสีย</p> |            |   |    |



## สถานการณ์ที่ 2

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

### หญ้าปูสนามกับสวนดอกไม้

หญ้าปูสนามจะต้องตัดให้สั้น ๆ ต้องรดน้ำบ่อย ๆ และจะต้องสูญเสียสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เพื่อหญ้าปูสนามเพียงชนิดเดียว ส่วนการปลูกสวนดอกไม้ ต้องถอนหญ้าที่ไม่ต้องการด้วยตนเอง ต้องรดน้ำบ่อย ๆ และต้องเหยียบจับแมลง หนอน ที่จะทำให้ดอกไม้เสียหาย รวมทั้งนกที่มาจับกินแมลง แต่ก็ได้ถือได้ว่าการทำสวนดอกไม้เป็นการสร้างความหลากหลายของระบบนิเวศ

| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด   | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์                                     | ข้อคำถาม  | การพิจารณา |   |    |
|--|--|---|------------|---|----|
|  |  |   | +1         | 0 | -1 |
| ว 1.2 ม.3/5<br>อธิบายผล<br>ของความ<br>หลากหลาย<br>ทางชีวภาพที่<br>มีต่อมนุษย์<br>สัตว์ พืช<br>และ<br>สิ่งแวดล้อม | การแปล<br>ความหมาย<br>ข้อมูลและการใช้<br>ประจักษ์พยาน<br>ในเชิง<br>วิทยาศาสตร์ | คำถาม 1<br>การปูหญ้าสนามส่งผลกระทบต่อ<br>สิ่งแวดล้อมอย่างไร<br>แนวการตอบ<br>การปูหญ้าสนามส่งผลกระทบต่อ<br>สิ่งแวดล้อม โดยการปูหญ้าสนามเป็น<br>การปลูกพืชเชิงเดี่ยว ซึ่งไม่มีความ<br>หลากหลายของสิ่งมีชีวิต  |            |   |    |
| ว 2.2 ม.3/2<br>อธิบาย<br>แนวทางการ<br>รักษาสมดุล<br>ของระบบ<br>นิเวศ   | การอธิบาย<br>ปรากฏการณ์ใน<br>เชิงวิทยาศาสตร์                                   | คำถาม 2<br>ให้นักเรียนยกตัวอย่างการปลูกพืชที่<br>พบเห็นทั่วไปในท้องถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อ<br>สิ่งแวดล้อมคล้ายกับการปลูกหญ้าปูสนาม<br>มา 3 ชนิด<br>แนวการตอบ<br>การปลูกพืชที่พบเห็นทั่วไปในท้องถิ่นที่<br>ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมคล้ายกับ<br>การปลูกหญ้าปูสนาม มีดังนี้ |            |   |    |

| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์                                      | ข้อคำถาม   | การพิจารณา |   |    |
|--------------------------------------|---|--|------------|---|----|
|                                      |   |  | +1         | 0 | -1 |
|                                      |   | 1. การทำนาข้าว<br>2. การทำไร่ข้าวโพด<br>3. การปลูกมันสำปะหลัง<br>4. การทำสวนมะละกอ<br>5. การทำสวนกล้วย<br>เป็นต้น  |            |   |    |
|                                      | การประเมินและ<br>อ อ ก แ บ บ<br>กระบวนการสืบ<br>เสาะหาความรู้<br>ทางวิทยาศาสตร์ | คำถาม 3<br>ถ้าผู้ปกครองของนักเรียนต้องการที่จะ<br>ทำสวนหน้าบ้าน แต่ยังตัดสินใจไม่ได้ว่าจะ<br>ปลูกหญ้าหรือจะทำสวนดอกไม้ดี จึงให้<br>นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเลือก นักเรียนจะ<br>เลือกสวนแบบใดที่มีความหลากหลายทาง<br>ชีวภาพ เพราะเหตุใด<br>แนวการตอบ<br>สวนที่มีความหลากหลายทาง<br>ชีวภาพ ได้แก่ สวนดอกไม้ ซึ่งประกอบด้วย<br>ไม้ดอกไม้ประดับนานาชนิด อีกทั้งยังเต็ม<br>ไปด้วยหนอน แมลงต่าง ๆ |            |   |    |

### สถานการณ์ที่ 3

พิจารณาบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

#### นักบุญแห่งป่า นักฆ่าแห่งพงไพร

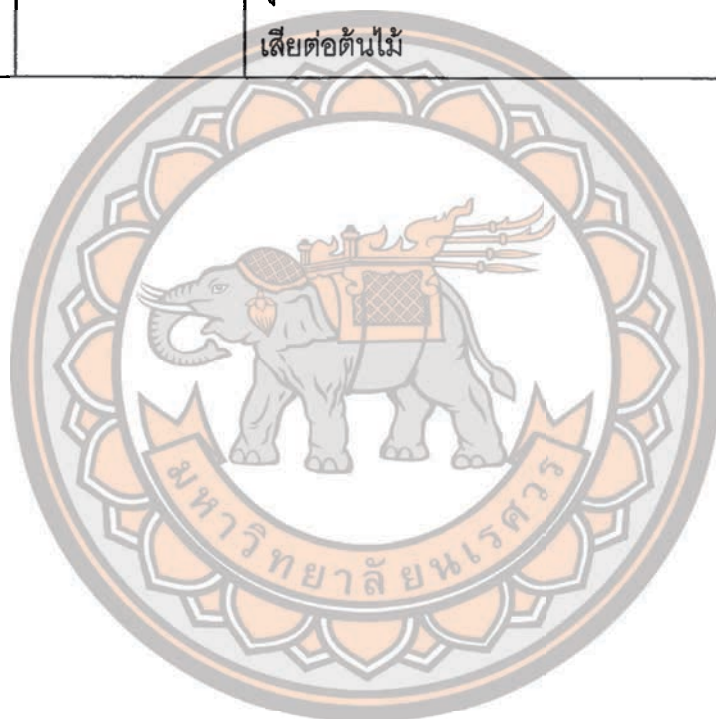
ต้นไทร เป็นต้นไม้ชนิดหนึ่งที่แปลกประหลาดที่สุดในบรรดาต้นไม้ที่ขึ้นในเขตร้อน ลักษณะเด่น มีรากอากาศ ลำต้นคดเคี้ยว ตลอดจนทรงพุ่มที่กว้างใหญ่ให้ความร่มรื่น ผลเป็นอาหารของสัตว์ป่าหลายชนิด มีการเจริญเติบโตจากข้างบนสู่พื้น สามารถหาธาตุอาหารจากเศษดิน เศษฝุ่นที่อยู่บนยอดไม้สูง และเจริญเติบโตบนต้นไม้ที่มันอาศัย ใบของมันสามารถปรับทิศทางเข้าหาแสงได้คล้าย ๆ ดอกทานตะวัน และในไม่ช้ามันจะสามารถแย่งน้ำ แสงแดด ได้อย่างเต็มที่ พร้อมกับ การถึงวาระจุดจบของต้นไม้ที่มันอาศัยอยู่ ต้นไทรจึงได้ฉายาว่า "นักบุญแห่งป่า นักฆ่าแห่งพงไพร"

| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด  | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์                                     | ข้อคำถาม  | การพิจารณา |   |    |
|---|--|---|------------|---|----|
|   |  |   | +1         | 0 | -1 |
| ว 2.1 ม.3/1<br>สำรวจระบบ<br>นิเวศต่าง ๆ<br>ในท้องถิ่น<br>และอธิบาย<br>ความสัมพันธ์<br>ของ<br>องค์ประกอบ<br>ภายในระบบ<br>นิเวศ | การแปล<br>ความหมาย<br>ข้อมูลและการใช้<br>ประจักษ์พยาน<br>ในเชิง<br>วิทยาศาสตร์ | คำถาม 1<br>จากบทความข้างต้นผู้เขียนใช้ประจักษ์<br>พยาน หรือเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ใดบ้าง<br>จึงได้ให้ฉายาแก่ต้นไทรว่า "นักบุญแห่งป่า<br>นักฆ่าแห่งพงไพร"<br>แนวคำตอบ<br>ประจักษ์พยานหรือเหตุผลทางวิทยาศาสตร์<br>ที่ผู้เขียนใช้ ได้แก่ ต้นไทรมีรากอากาศมีลำต้น<br>คดเคี้ยว เป็นทรงพุ่ม ผลเป็นอาหารของสัตว์<br>สามารถหาธาตุอาหารจากเศษดินเศษฝุ่นที่อยู่บน<br>ยอดไม้สูง และเจริญเติบโตบนต้นไม้ที่มันอาศัย<br>ใบสามารถปรับทิศทางเข้าหาแสงได้ และสามารถ<br>แย่งน้ำ แสงแดด จากต้นไม้อื่นที่มันอาศัยอยู่ได้ |            |   |    |

| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด         | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์   | ข้อคำถาม  | การพิจารณา |   |    |
|--|--|---|------------|---|----|
|  |  |   | +1         | 0 | -1 |
| การอธิบาย<br>ปรากฏการณ์ใน<br>เชิงวิทยาศาสตร์ | คำถาม 2<br>ต้นไทรกับต้นไม้ที่มันอาศัยอยู่มี<br>ความสัมพันธ์กันในรูปแบบใด ใครเป็น<br>ฝ่ายได้ประโยชน์ เสียประโยชน์ หรือไม่ได้<br>ไม่เสียประโยชน์จากความสัมพันธ์นี้ จง<br>อธิบายมาอย่างละเอียด<br>แนวการตอบ<br>ต้นไทรกับต้นไม้ที่มันอาศัยอยู่มี<br>ความสัมพันธ์กันแบบปรสิต เนื่องจาก<br>ต้นไทรคือปรสิตที่คอยแย่งน้ำและแสงแดด<br>จากต้นไม้ที่มันอาศัยอยู่ ต้นไทรจึงเป็นผู้ได้<br>ประโยชน์จากความสัมพันธ์นี้ ส่วนต้นไม้ที่<br>มันอาศัยอยู่เป็นผู้ให้อาศัย จึงเสีย<br>ประโยชน์จากความสัมพันธ์นี้ |   |            |   |    |
|  |  | คำถาม 3<br>จากการศึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์<br>เรื่อง การศึกษาหาวิธีกำจัดกาฝากบน<br>ต้นไม้พบว่า มีวิธีการกำจัดกาฝากด้วย<br>วิธีการทางกายภาพ 5 วิธี ดังนี้<br>1. การตัดกิ่งต้นไม้พร้อมกาฝาก<br>2. การตัดท่อน้ำเลี้ยงกาฝาก<br>3. การตัดท่อน้ำเลี้ยงกิ่งต้นไม้<br>4. การคลุมกาฝากด้วยถุงกระดาษ<br>5. การคลุมกาฝากด้วยถุงพลาสติก<br>นักเรียนคิดว่าวิธีกำจัดกาฝากวิธีใดดีที่สุด<br>เพราะเหตุใด จงอธิบาย |            |   |    |



| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์ | ข้อคำถาม  | การพิจารณา |   |    |
|--------------------------------------|--|---|------------|---|----|
|                                      |  |   | +1         | 0 | -1 |
|                                      |  | <p><b>แนวคำตอบ</b></p> <p>วิธีการกำจัดกาฝากที่ดีที่สุด ได้แก่ การตัดท่อน้ำเลี้ยงกาฝาก การคลุมกาฝากด้วยถุงกระดาษ หรือ การคลุมกาฝากด้วยถุงพลาสติก เพราะ วิธีดังกล่าวไม่ส่งผลเสียต่อดินไม้</p> |            |   |    |



## สถานการณ์ที่ 4

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

### เมทิลเมอร์คิวรี

ปรอทที่ใช้เป็นองค์ประกอบในสารปราบศัตรูพืช เมื่อถูกชะล้างจะลงไปสะสมในน้ำทะเลหรือน้ำจืด แบคทีเรียในน้ำจะเปลี่ยนปรอทเป็นเมทิลเมอร์คิวรีซึ่งมีพิษมากกว่าปรอท ส่งผลให้ปลาที่อาศัยในแหล่งน้ำหายใจหรือกินสัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กเป็นอาหาร มีเมทิลเมอร์คิวรีสะสมในตัวปลา และเมื่อคนกินสัตว์น้ำหรือปลาเหล่านี้เป็นอาหาร สารเมทิลเมอร์คิวรีจะสะสมในร่างกาย จากการตรวจสอบปริมาณสารเมทิลเมอร์คิวรีที่สะสมในตัวปลาชนิดต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ พบว่า มีค่าเฉลี่ยของสารเมทิลเมอร์คิวรีที่สะสมในปลาชนิดต่าง ๆ ดังตาราง

ตาราง 2 แสดงผลการตรวจสอบปริมาณเมทิลเมอร์คิวรีสะสมในตัวปลา

| ชนิดปลา       | ค่าเฉลี่ยของสารเมทิลเมอร์คิวรี (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม) |
|---------------|--|
| ปลาดุก        | ไม่พบ  |
| ปลาคอด        | 0.13   |
| ปลาทะเลตัวแบน | ไม่พบ  |
| ปลาฮาลิบัท    | 0.24   |
| ปลาแซลมอน     | ไม่พบ  |
| ปลาทูน่า      | 0.38   |
| ปลาปากแหลม    | 0.84   |
| ปลาฉลาม       | 0.88   |

\*จากตาราง ถ้าการตรวจสอบจากห้องปฏิบัติการพบปริมาณเมทิลเมอร์คิวรีสะสมในตัวปลาน้อยกว่า 0.10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม จะแสดงคำว่า “ไม่พบ”

\*\*ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (Food and Drug Administration) (กำหนดให้ปริมาณของเมทิลเมอร์คิวรีที่สะสมในปลาไม่ควรเกิน 1 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม)

\*\*\*ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ค่ามาตรฐานของประเทศไทยไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด   | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์                                     | ข้อคำถาม   | การพิจารณา |   |    |
|--|--|--|------------|---|----|
|  |  |  | +1         | 0 | -1 |
| ว 2.1 ม.3/2<br>วิเคราะห์และ<br>อธิบาย<br>ความสัมพันธ์<br>ของการ<br>ถ่ายทอด<br>พลังงานของ<br>สิ่งมีชีวิตใน<br>รูปของโซ่<br>อาหารและ<br>สายใยอาหาร | การแปล<br>ความหมาย<br>ข้อมูลและการใช้<br>ประจักษ์พยาน<br>ในเชิง<br>วิทยาศาสตร์ | <p>คำถาม 1</p> <p>จากข้อมูลในตาราง 2 แสดงผลการ<br/>ตรวจสอบปริมาณเมทิลเมอร์คิวรีสะสมใน<br/>ตัวปลา พบว่า ไม่พบเมทิลเมอร์คิวรีสะสม<br/>ในปลาดุก ปลาทะเลตัวแบน และ<br/>ปลาแซลมอน “ดังนั้นเราสามารถ<br/>รับประทานปลาดุก ปลาทะเลตัวแบน<br/>และปลาแซลมอน ได้อย่างปลอดภัย<br/>ไร้สารเคมีตกค้าง” นักเรียนเห็นด้วยกับ<br/>ข้อสรุปดังกล่าวหรือไม่ เพราะเหตุใด จง<br/>อธิบาย</p> <p>แนวการตอบ</p> <p>ไม่เห็นด้วย เนื่องจาก ข้อมูลในตาราง<br/>2 แสดงผลการตรวจสอบปริมาณเมทิล<br/>เมอร์คิวรีสะสมในตัวปลา พบว่า ไม่พบ<br/>เมทิลเมอร์คิวรีสะสมในปลาดุก ปลาทะเล<br/>ตัวแบน และปลาแซลมอน ถ้า<br/>การตรวจสอบจากห้องปฏิบัติการพบ<br/>ปริมาณเมทิลเมอร์คิวรีสะสมในตัวปลา<br/>น้อยกว่า 0.10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1<br/>กิโลกรัม จะแสดงคำว่า “ไม่พบ” แสดงว่า<br/>ในปลาดุก ปลาทะเลตัวแบน และ<br/>ปลาแซลมอน พบปริมาณเมทิลเมอร์คิวรี<br/>สะสมในตัวปลาน้อยกว่า 0.10 มิลลิกรัม<br/>ต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม และจาก</p> |            |   |    |

| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์   | ข้อคำถาม  | การพิจารณา |   |    |
|--------------------------------------|--|---|------------|---|----|
|                                      |  |   | +1         | 0 | -1 |
|                                      |  | ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มี สารปนเปื้อน ค่ามาตรฐานของประเทศ ไทยไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นการรับประทานปลาทั้ง 3 ชนิด จึง มิได้ปลอดภัย ไร้สารเคมีตกค้างดังข้อสรุป   |            |   |    |
|                                      | การอธิบาย<br>ปรากฏการณ์ใน<br>เชิงวิทยาศาสตร์ | <p>คำถาม 2</p> <p>เพราะเหตุใดปลาฉลามจึงมีสารเมทิล เมอร์คิวรีสะสมในปริมาณสูงที่สุด จง อธิบายมาอย่างละเอียด</p> <p>แนวการตอบ</p> <p>นักเรียนอธิบายเหตุผลได้ตามแนว การตอบคำถามแบบใดแบบหนึ่ง ดังนี้</p> <p>แบบที่ 1 ปลาฉลามเป็นผู้บริโภค ลำดับสุดท้ายของสายใยอาหาร เมื่อสัตว์ น้ำมีการบริโภคมาตามลำดับชั้นของ สายใยอาหาร จะทำให้มีการถ่ายทอดสาร เมทิลเมอร์คิวรีที่สะสมมากขึ้นตามลำดับ ผู้บริโภคลำดับสุดท้ายของสายใยอาหาร คือ ปลาฉลาม จึงมีการสะสมของสาร เมทิลเมอร์คิวรีมากที่สุด</p> <p>แบบที่ 2 ปลาฉลามว่ายน้ำได้เร็วและ ไม่อยู่นิ่ง จึงต้องการออกซิเจนมาก ทำให้มี อัตราการหายใจสูง เมื่อปลาฉลามหายใจ สารเมทิลเมอร์คิวรีที่ละลายอยู่ในน้ำจะเข้า สู่ตัวปลาโดยผ่าน การหายใจ และเกิด การสะสมในตัวปลาเป็นปริมาณมาก</p> |            |   |    |



| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์                                 | ข้อคำถาม   | การพิจารณา |   |    |
|--------------------------------------|--|--|------------|---|----|
|                                      |  |  | +1         | 0 | -1 |
|                                      | การประเมินและ<br>ออกแบบ<br>กระบวนการสืบ<br>เสาะหาความรู้<br>ทางวิทยาศาสตร์ | <p>คำถาม 3</p> <p>จากข้อมูลดังกล่าว นักเรียนจะมีส่วน<br/>ช่วยลดปริมาณเมทิลเมอร์คิวรีในธรรมชาติ<br/>ได้อย่างไรบ้าง (ตอบมา 3 ข้อ)</p> <p>แนวการตอบ</p> <p>นักเรียนจะมีส่วนช่วยลดปริมาณเมทิล<br/>เมอร์คิวรีในธรรมชาติได้ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. เลิกใช้สารปราบศัตรูพืช</li> <li>2. ชักชวนให้ผู้ปกครองเลิกใช้สาร<br/>ปราบศัตรูพืช</li> <li>3. ประชาสัมพันธ์ให้ชุมชนทราบถึง<br/>พิษภัยของการใช้สารปราบศัตรูพืช</li> <li>4. ติดประกาศ เติมนวนรณรงค์ หรือ<br/>ใช้สื่อโซเชียลมีเดียต่าง ๆ ในการบอกถึง<br/>พิษภัยของเมทิลเมอร์คิวรี</li> </ol> <p>เป็นต้น</p> |            |   |    |



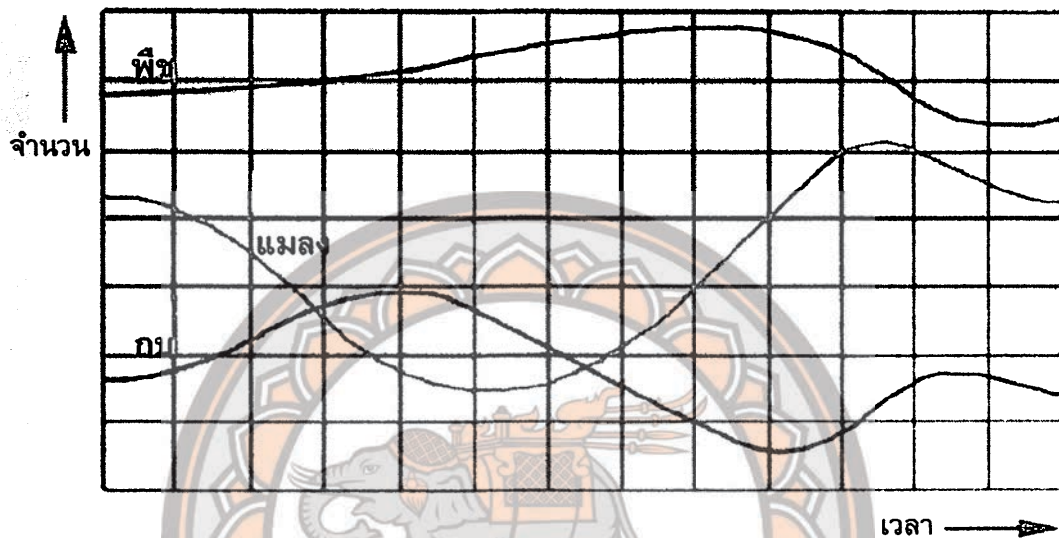
| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด                                 | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์ | ข้อคำถาม   | การพิจารณา |   |    |
|--|--|--|------------|---|----|
|  |  |  | +1         | 0 | -1 |
| ว 2.2 ม.3/2<br>อธิบาย<br>แนวทางการ<br>รักษาสมดุล<br>ของระบบ<br>นิเวศ |  | <p>คลอโรฟิลล์ ทำให้เกิดสารประกอบคาร์บอนในพืชหรือน้ำตาลกลูโคส (<math>C_6H_{12}O_6</math>) ดังภาพ</p> <p>หมายเลข 2 เป็นกระบวนการเผาไหม้เนื่องจากน้ำมัน ถ่านหิน และแก๊สธรรมชาติ เมื่อเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ จะทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (<math>CO_2</math>) ดังภาพ</p>  |            |   |    |
|  | การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์       | <p>คำถาม 2</p> <p>การเพิ่มขึ้นของประชากรโลก ทำให้ความต้องการอาหารเพิ่มขึ้นตามไปด้วย นับเป็นเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อใช้ในการเพาะปลูก การบุกรุกพื้นที่ป่าโดยการเผาป่าส่งผลอย่างไรต่อวัฏจักรคาร์บอน จงอธิบาย</p> <p>แนวคำตอบ</p> <p>การเผาป่าส่งผลให้มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (<math>CO_2</math>) ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น และยังทำให้จำนวนต้นไม้ลดลง การสังเคราะห์แสงจึงลดลงตามไปด้วย ดังนั้น ในบรรยากาศจึงมีการสะสมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลให้อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น</p> |            |   |    |

| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์                                 | ข้อคำถาม  | การพิจารณา |   |    |
|--------------------------------------|--|---|------------|---|----|
|                                      |  |   | +1         | 0 | -1 |
|                                      | การประเมินและ<br>ออกแบบ<br>กระบวนการสืบ<br>เสาะหาความรู้<br>ทางวิทยาศาสตร์ | <p>คำถาม 3</p> <p>ให้นักเรียนเสนอแนะวิธีที่ช่วย<br/>แก้ปัญหาภาวะโลกร้อน (ตอบมา 3 ข้อ)</p> <p>แนวคำตอบ</p> <p>วิธีที่ช่วยแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน มี<br/>ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ปลุกต้นไม้</li> <li>2. ใช้จักรยานหรือการเดินแทนการใช้<br/>รถยนต์ในการเดินทางใกล้ ๆ</li> <li>3. การปิดไฟเมื่อไม่ได้ใช้</li> <li>4. การใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก</li> <li>5. ใช้กระดาษทั้งสองด้านหรือลด<br/>การใช้กระดาษ</li> </ol> <p>เป็นต้น</p> |            |   |    |



## สถานการณ์ที่ 6

พิจารณากราฟต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม



ภาพ 2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนของสิ่งมีชีวิต 3 ชนิดในโซ่อาหาร

| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด   | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์                                     | ข้อคำถาม   | การพิจารณา |   |    |
|--|--|--|------------|---|----|
|  |  |  | +1         | 0 | -1 |
| ว 2.1 ม.3/2<br>วิเคราะห์และ<br>อธิบาย<br>ความสัมพันธ์<br>ของการ<br>ถ่ายทอด<br>พลังงานของ<br>สิ่งมีชีวิตใน<br>รูปของโซ่<br>อาหารและ | การแปล<br>ความหมาย<br>ข้อมูลและการใช้<br>ประจักษ์พยาน<br>ในเชิง<br>วิทยาศาสตร์ | คำถาม 1<br>จงเขียนโซ่อาหารจากกราฟที่<br>กำหนดให้<br>แนวคำตอบ<br>โซ่อาหาร ได้แก่<br>ปลา → แมลง → กบ |            |   |    |

| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด   | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์  | ข้อคำถาม  | การพิจารณา |   |    |
|--|---|---|------------|---|----|
|  |   |   | +1         | 0 | -1 |
| สายใยอาหาร<br>ว 2.1 ม.3/4<br>อธิบายปัจจัย<br>ที่มีผลต่อการ<br>เปลี่ยนแปลง<br>ขนาดของ<br>ประชากรใน<br>ระบบนิเวศ<br>ว 2.2 ม.3/2<br>อธิบาย<br>แนวทางการ<br>รักษาสมดุล<br>ของระบบ<br>นิเวศ | การอธิบาย<br>ปรากฏการณ์ใน<br>ชีววิทยาศาสตร์ | <b>คำถาม 2</b><br>ให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์<br>ระหว่างจำนวนประชากรของพืช แมลง<br>และกบ ณ เวลาต่าง ๆ พร้อมให้เหตุผล<br>ประกอบ<br><b>แนวการตอบ</b><br>นักเรียนอธิบายเหตุผลได้ตามแนว<br>การตอบคำถาม ดังนี้<br><b>ในระยะแรก</b><br>1. ประชากรกบเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อย ๆ<br>ในขณะที่ประชากรแมลงลดจำนวนลง<br>เนื่องจากกบกินแมลงเป็นอาหาร<br>2. เมื่อประชากรแมลงลดจำนวนลง<br>จึงทำให้พืชซึ่งเป็นอาหารของแมลงมี<br>จำนวนเพิ่มขึ้น<br><b>ระยะต่อมา</b><br>3. เมื่อประชากรกบเพิ่มจำนวนขึ้น<br>เรื่อย ๆ อาหารของกบซึ่งได้แก่แมลงมี<br>จำนวนไม่เพียงพอต่อการบริโภค กบจึงลด<br>จำนวนลง<br>4. เมื่อประชากรกบลดจำนวนลง ทำ<br>ให้ประชากรแมลงมีจำนวนเพิ่มขึ้น<br>5. ส่วนจำนวนของพืชไม่ค่อยมี<br>ความสัมพันธ์กับจำนวนของแมลงเท่าใด<br>นัก บางช่วงจำนวนประชากรแมลงเพิ่มขึ้น<br>และประชากรพืชก็เพิ่มตามไปด้วย ซึ่งอาจ<br>เป็นเพราะว่าพืชเจริญเติบโตได้ดีมีจำนวน |            |   |    |

| มาตรฐาน<br>การเรียนรู้/<br>ตัวชี้วัด | สมรรถนะด้าน<br>การรู้เรื่อง<br>วิทยาศาสตร์                                 | ข้อคำถาม  | การพิจารณา |   |    |
|--------------------------------------|--|---|------------|---|----|
|                                      |  |   | +1         | 0 | -1 |
|                                      |  | เพียงพอกับการบริโภคของแมลง แต่บาง<br>ช่วงประชากรแมลงเพิ่มขึ้นขณะที่<br>ประชากรพืชลดลง อาจเป็นเพราะช่วงนี้<br>อากาศแห้งแล้งพืชเจริญเติบโตไม่ดี   |            |   |    |
|                                      | การประเมินและ<br>ออกแบบ<br>กระบวนการสืบ<br>เสาะหาความรู้<br>ทางวิทยาศาสตร์ | คำถาม 3<br>ถ้าเกษตรกรใช้ยาฆ่าแมลงจะส่งผลต่อ<br>โซ่อาหาร และกราฟดังกล่าวอย่างไรบ้าง<br>เพราะเหตุใด (ตอบมา 3 ข้อ)<br>แนวการตอบ<br>ถ้าเกษตรกรใช้ยาฆ่าแมลงจะส่งผลต่อโซ่<br>อาหาร และกราฟดังกล่าว ดังนี้<br>1. จำนวนแมลงจะลดลง ทำให้กบ<br>ขาดอาหาร ดังนั้นกบจึงลดจำนวนลงด้วย<br>2. เมื่อแมลงตายหมด ทำให้กบขาด<br>อาหาร ดังนั้นกบจึงสูญพันธุ์<br>3. จำนวนแมลงจะลดลง ทำให้พืชเพิ่ม<br>จำนวนขึ้น<br>เป็นต้น |            |   |    |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงนาม ..... ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

...../...../.....

ภาคผนวก ฉ ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง  
ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 22 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่อง  
ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

| สถานการณ์<br>ที่ | คำถาม<br>ที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ<br>(คนที่) |    |    | IOC  | แปลผล    |
|------------------|--------------|---------------------------------------|----|----|------|----------|
|                  |              | 1                                     | 2  | 3  |      |          |
|                  |              |                                       |    |    |      |          |
| 1                | 1            | +1                                    | +1 | +1 | 1.00 | สอดคล้อง |
|                  | 2            | 0                                     | +1 | +1 | 0.67 | สอดคล้อง |
|                  | 3            | +1                                    | +1 | +1 | 1.00 | สอดคล้อง |
| 2                | 1            | +1                                    | +1 | +1 | 1.00 | สอดคล้อง |
|                  | 2            | 0                                     | +1 | +1 | 0.67 | สอดคล้อง |
|                  | 3            | 0                                     | +1 | +1 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 3                | 1            | +1                                    | +1 | +1 | 1.00 | สอดคล้อง |
|                  | 2            | +1                                    | +1 | +1 | 1.00 | สอดคล้อง |
|                  | 3            | 0                                     | +1 | +1 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 4                | 1            | +1                                    | +1 | +1 | 1.00 | สอดคล้อง |
|                  | 2            | +1                                    | +1 | +1 | 1.00 | สอดคล้อง |
|                  | 3            | 0                                     | +1 | +1 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 5                | 1            | 0                                     | +1 | +1 | 0.67 | สอดคล้อง |
|                  | 2            | 0                                     | +1 | +1 | 0.67 | สอดคล้อง |
|                  | 3            | 0                                     | +1 | +1 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 6                | 1            | 0                                     | +1 | +1 | 0.67 | สอดคล้อง |
|                  | 2            | +1                                    | +1 | +1 | 1.00 | สอดคล้อง |
|                  | 3            | 0                                     | +1 | +1 | 0.67 | สอดคล้อง |



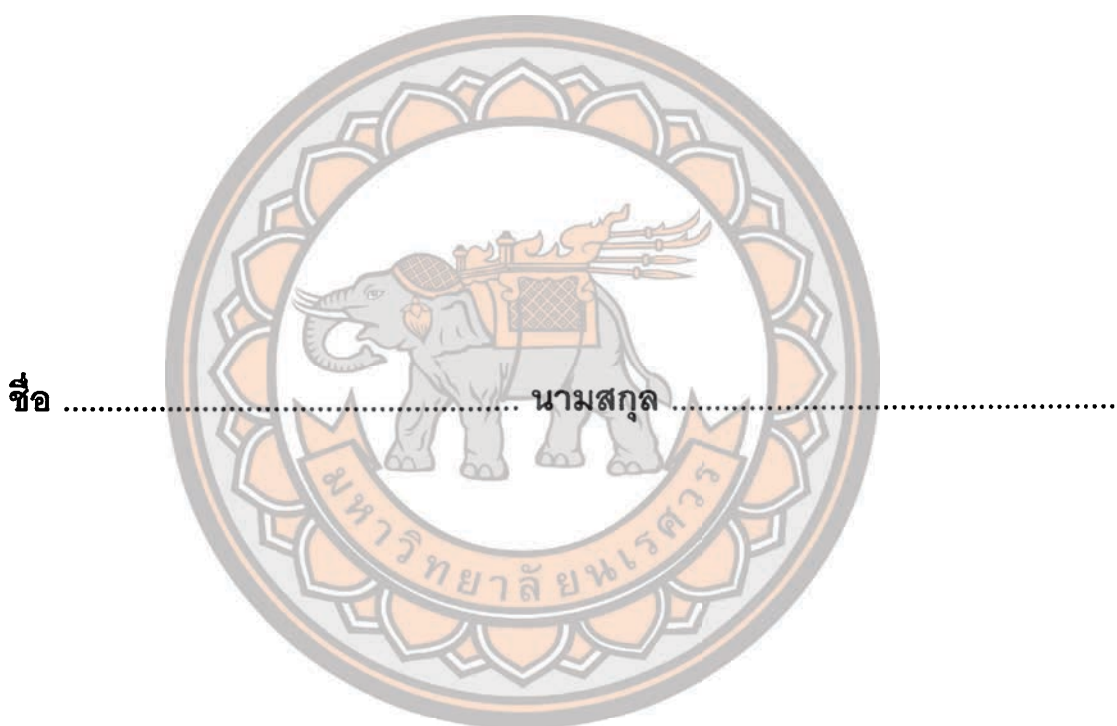
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์หาดัชนีค่าความง่ายและดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด  
การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 23 แสดงผลการวิเคราะห์หาดัชนีค่าความง่ายและดัชนีค่าอำนาจจำแนกของ  
แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 3

| สถานการณ์ที่ | คำถามที่ | ค่าความง่าย | แปลผล   | ค่าอำนาจจำแนก | แปลผล       |
|--------------|----------|-------------|---------|---------------|-------------|
| 1            | 1        | 0.47        | ปานกลาง | 0.80          | จำแนกได้    |
|              | 2        | 0.60        | ปานกลาง | 0.60          | จำแนกได้    |
|              | 3        | 0.47        | ปานกลาง | 0.67          | จำแนกได้    |
| 2            | 1        | 0.43        | ปานกลาง | 0.87          | จำแนกได้    |
|              | 2        | 0.60        | ปานกลาง | 0.53          | จำแนกได้    |
|              | 3        | 0.60        | ปานกลาง | 0.53          | จำแนกได้    |
| 3            | 1        | 0.60        | ปานกลาง | 0.60          | จำแนกได้    |
|              | 2        | 0.60        | ปานกลาง | 0.47          | จำแนกได้    |
|              | 3        | 0.60        | ปานกลาง | 0.60          | จำแนกได้    |
| 4            | 1        | 0.42        | ปานกลาง | 0.83          | จำแนกได้    |
|              | 2        | 0.50        | ปานกลาง | 0.60          | จำแนกได้    |
|              | 3        | 0.40        | ยาก     | 0.67          | จำแนกได้    |
| 5            | 1        | 0.68        | ง่าย    | 0.37          | จำแนกได้    |
|              | 2        | 0.67        | ง่าย    | 0.13          | จำแนกไม่ได้ |
|              | 3        | 0.62        | ง่าย    | 0.57          | จำแนกได้    |
| 6            | 1        | 0.42        | ปานกลาง | 0.83          | จำแนกได้    |
|              | 2        | 0.50        | ปานกลาง | 0.60          | จำแนกได้    |
|              | 3        | 0.52        | ปานกลาง | 0.17          | จำแนกไม่ได้ |

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach alpha coefficient) มี  
ค่าเท่ากับ 0.9664

แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์  
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ระบบนิเวศ  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ประกอบด้วยข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 สถานการณ์ รวม 12 ข้อ  
ให้ผู้สอบเขียนคำตอบลงในแบบวัดนี้ด้วยปากกา  
ใช้เวลาในการทำแบบวัด 1 ชั่วโมง

## คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้มีประกอบด้วยข้อสอบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 สถานการณ์ รวม 12 ข้อ คะแนนเต็ม 36 คะแนน
2. เขียนคำตอบลงในแบบวัดด้วยปากกาสีน้ำเงินหรือสีน้ำเงินเท่านั้น
3. ใช้เวลาในการทำแบบวัด 1 ชั่วโมง
4. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบอัตนัย ให้เขียนคำตอบในที่ว่างที่เตรียมไว้ในแบบวัด ถ้าที่ว่างที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ สามารถเขียนคำตอบในที่ว่างอื่นที่อยู่ในหน้านั้นได้
5. ห้ามใช้เครื่องคำนวณในการสอบ ถ้าต้องการทศเลขสามารถเขียนลงในด้านหลังของแบบวัดนี้ได้
6. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ลบคำตอบเดิมให้สะอาดหรือขีดฆ่าแล้วจึงเขียนใหม่



## สถานการณ์ที่ 1

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

ตาราง 1 แสดงผลการสำรวจและตรวจคุณภาพของแหล่งน้ำในจังหวัดทั้งหมด 5 แห่ง

| แหล่งน้ำ | ค่า DO<br>(มิลลิกรัมต่อลิตร) | ค่า BOD<br>(มิลลิกรัมต่อลิตร) | ชนิดของสิ่งมีชีวิต<br>ที่สามารถสำรวจ<br>ด้วยตาเปล่า | ค่า<br>pH | ระดับความลึก<br>ที่แสงสามารถ<br>ส่องถึง<br>(เมตร) |
|----------|------------------------------|-------------------------------|---|-----------|---|
| ก        | 2                            | 200                           | A, B, D   | 7         | 0.5   |
| ข        | 59                           | 80                            | B, C, D   | 7.5       | 2.0   |
| ค        | 9                            | 10                            | C, F  | 7.2       | 1.8   |
| ง        | 7                            | 150                           | B, D, E   | 6.9       | 0.7   |
| จ        | 7                            | 35                            | B, C, D   | 6.5       | 1.2   |

หมายเหตุ

\*ค่า DO (Dissolved Oxygen) คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ถ้ามีค่าสูงกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี

\*\*ค่า BOD (Biological Oxygen Demand) คือ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ถ้ามีค่าต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำคุณภาพดี





**คำถาม 2** วัดสมรณะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

หากต้องการทราบว่าแหล่งน้ำในหมู่บ้านของนักเรียนเป็นน้ำคุณภาพดีหรือน้ำเสีย แต่นักเรียนไม่มีเครื่องมือในการวัด นักเรียนจะใช้ข้อมูลใดในตาราง 1 มาช่วยในการตัดสินคุณภาพของแหล่งน้ำในหมู่บ้านของนักเรียน เพราะเหตุใด จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

**คำถาม 3** วัดสมรณะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนจะมีวิธีการสำรวจตรวจสอบและตัดสินคุณภาพของแหล่งน้ำในบึงสีไฟได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

## สถานการณ์ที่ 2

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

### หญ้าปฐนามกับสวนดอกไม้

หญ้าปฐนามจะต้องตัดให้สั้น ๆ ต้องรดน้ำบ่อย ๆ และจะต้องสูญเสียสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เพื่อหญ้าปฐนามเพียงชนิดเดียว ส่วนการปลูกสวนดอกไม้ ต้องถอนหญ้าที่ไม่ต้องการด้วยตนเอง ต้องรดน้ำบ่อย ๆ และต้องเหนื่อยจับแมลง หนอน ที่จะทำให้ดอกไม้เสียหาย รวมทั้งนกที่มาจับกินแมลง แต่ก็ถือได้ว่าการทำสวนดอกไม้เป็นการสร้างความหลากหลายของระบบนิเวศ

คำถาม 1 วัดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

การปลูกหญ้าปฐนามส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม 2 วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

ให้นักเรียนยกตัวอย่างการปลูกพืชที่พบเห็นทั่วไปในท้องถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมคล้ายกับการปลูกหญ้าปฐนามมา 5 ชนิด

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม 3 วัดสมรรถนะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง  
วิทยาศาสตร์

ถ้าผู้ปกครองของนักเรียนต้องการที่จะทำสวนหน้าบ้าน แต่ยังไม่ตัดสินใจไม่ได้ว่าจะปลูก  
หญ้าหรือจะทำสวนดอกไม้ดี จึงให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเลือก นักเรียนจะเลือกสวนแบบใดที่มี  
ความหลากหลายทางชีวภาพ เพราะเหตุใด

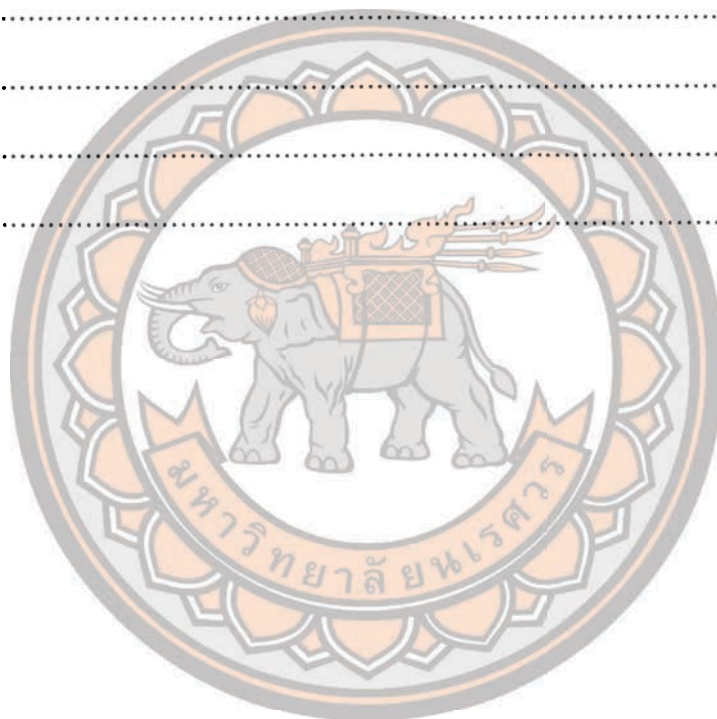
.....

.....

.....

.....

.....





### สถานการณ์ที่ 3

พิจารณาบทความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

#### นักบุญแห่งป่า นักฆ่าแห่งพงไพร

ต้นไทร เป็นต้นไม้ชนิดหนึ่งที่แปลกประหลาดที่สุดในบรรดาต้นไม้ที่ขึ้นในเขตร้อน ลักษณะเด่น มีรากอากาศ ลำต้นคดเคี้ยว ตลอดจนทรงพุ่มที่กว้างใหญ่ให้ความร่มรื่น ผลเป็นอาหารของสัตว์ป่าหลายชนิด มีการเจริญเติบโตจากข้างบนสู่พื้น สามารถหาธาตุอาหารจากเศษดิน เศษฝุ่นที่อยู่บนยอดไม้สูง และเจริญเติบโตบนต้นไม้ที่มันอาศัย ใบของมันสามารถปรับทิศทางเข้าหาแสงได้คล้าย ๆ ดอกทานตะวัน และในไม้ของมันจะสามารถแย่งน้ำ แสงแดด ได้อย่างเต็มที่ พร้อมกับการถึงวาระจุดจบของต้นไม้ที่มันอาศัยอยู่ ต้นไทรจึงได้ฉายาว่า "นักบุญแห่งป่า นักฆ่าแห่งพงไพร"

คำถาม 1 วัดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

จากบทความข้างต้นผู้เขียนใช้ประจักษ์พยาน หรือเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ใดบ้าง จึงได้ให้ฉายาแก่ต้นไทรว่า "นักบุญแห่งป่า นักฆ่าแห่งพงไพร"

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**คำถาม 2** วัดสมรณะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

ต้นไทรกับต้นไม้ที่มันอาศัยอยู่มีความสัมพันธ์กันในรูปแบบใด ใครเป็นฝ่ายได้ประโยชน์ เสียประโยชน์ หรือไม่ได้ไม่เสียประโยชน์จากความสัมพันธ์นี้ จงอธิบายมาอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

**คำถาม 3** วัดสมรณะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์ เรื่อง การศึกษาหาวิธีกำจัดกาฝากบนต้นไม้ พบว่า มีวิธีการกำจัดกาฝากด้วยวิธีการทางกายภาพ 5 วิธี ดังนี้

1. การตัดกิ่งต้นไม้พร้อมกาฝาก
2. การตัดท่อน้ำเลี้ยงกาฝาก
3. การตัดท่อน้ำเลี้ยงกิ่งต้นไม้
4. การคลุมกาฝากด้วยถุงกระดาษ
5. การคลุมกาฝากด้วยถุงพลาสติก

นักเรียนคิดว่าวิธีกำจัดกาฝากวิธีใดดีที่สุด เพราะเหตุใด จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

## สถานการณ์ที่ 4

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

### เมทิลเมอร์คิวรี

ปรอทที่ใช้เป็นองค์ประกอบในสารปราบศัตรูพืช เมื่อถูกชะล้างจะลงไปสะสมในน้ำทะเลหรือน้ำจืด แบคทีเรียในน้ำจะเปลี่ยนปรอทเป็นเมทิลเมอร์คิวรีซึ่งมีพิษมากกว่าปรอท ส่งผลให้ปลาที่อาศัยในแหล่งน้ำหายใจหรือกินสัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กเป็นอาหาร มีเมทิลเมอร์คิวรีสะสมในตัวปลา และเมื่อคนกินสัตว์น้ำหรือปลาเหล่านี้เป็นอาหาร สารเมทิลเมอร์คิวรีจะสะสมในร่างกาย จากการตรวจสอบปริมาณสารเมทิลเมอร์คิวรีที่สะสมในตัวปลาชนิดต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ พบว่า มีค่าเฉลี่ยของสารเมทิลเมอร์คิวรีที่สะสมในปลาชนิดต่าง ๆ ดังตาราง

ตาราง 2 แสดงผลการตรวจสอบปริมาณเมทิลเมอร์คิวรีสะสมในตัวปลา

| ชนิดปลา       | ค่าเฉลี่ยของสารเมทิลเมอร์คิวรี (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม) |
|---------------|--|
| ปลาดุก        | ไม่พบ  |
| ปลาคอด        | 0.13   |
| ปลาทะเลตัวแบน | ไม่พบ  |
| ปลาฮาลิบัท    | 0.24   |
| ปลาแซลมอน     | ไม่พบ  |
| ปลาทูน่า      | 0.38   |
| ปลาปากแหลม    | 0.84   |
| ปลาฉลาม       | 0.88   |

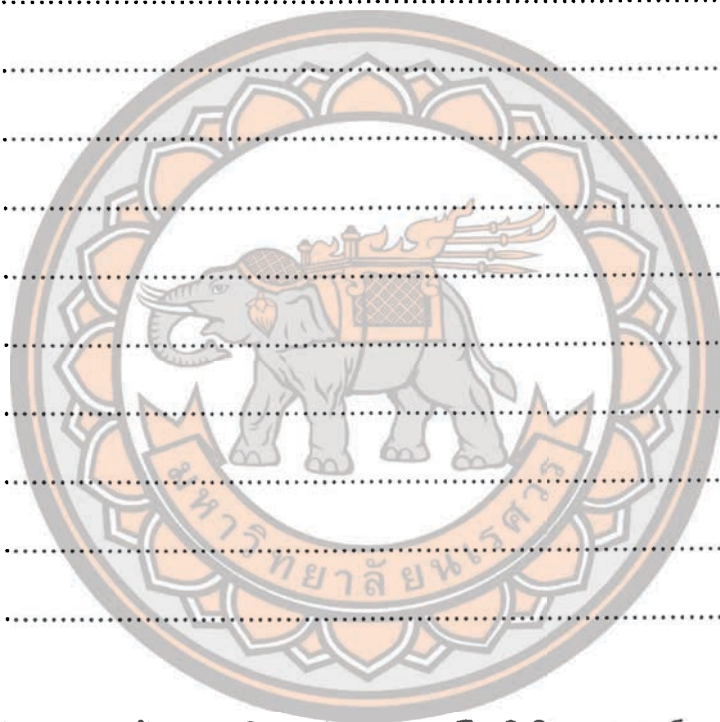
\*จากตาราง ถ้าการตรวจสอบจากห้องปฏิบัติการพบปริมาณเมทิลเมอร์คิวรีสะสมในตัวปลาน้อยกว่า 0.10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม จะแสดงคำว่า “ไม่พบ”

\*\*ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (Food and Drug Administration) (กำหนดให้ปริมาณของเมทิลเมอร์คิวรีที่สะสมในปลาไม่ควรเกิน 1 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม)

\*\*\*ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ค่ามาตรฐานของประเทศไทยไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

**คำถาม 1** วัดสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลในตาราง 2 แสดงผลการตรวจสอบปริมาณเมทิลเมอร์คิวรีสะสมในตัวปลา พบว่า ไม่พบเมทิลเมอร์คิวรีสะสมในปลาดุก ปลาทะเลตัวแบน และปลาแซลมอน “ดังนั้นเราสามารถรับประทานปลาดุก ปลาทะเลตัวแบน และปลาแซลมอน ได้อย่างปลอดภัยไร้สารเคมีตกค้าง” นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปดังกล่าวหรือไม่ เพราะเหตุใด จงอธิบาย



**คำถาม 2** วัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

เพราะเหตุใดปลาฉลามจึงมีสารเมทิลเมอร์คิวรีสะสมในปริมาณสูงที่สุด จงอธิบายมาอย่างละเอียด



คำถาม 3 วัดสมรณะด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง  
วิทยาศาสตร์

จากข้อมูลดังกล่าว นักเรียนจะมีส่วนช่วยลดปริมาณเมทิลเมอร์คิวรีในธรรมชาติได้  
อย่างไรบ้าง (ตอบมากให้ได้มากที่สุด)

.....

.....

.....

.....

.....

