



การศึกษาศักยภาพในการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้นรูปแบบการเรียนรู้แบบ 5E
ดัดแปลง

STUDY OF ANALYTICAL THINKING ABILITY AND SCIENTIFIC ATTITUDE OF THE
SIXTH GRADE STUDENTS USING A BLENDED LEARNING APPROACH EMPHASIZING

ดนยา ชัยเวชสกุล

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้นรูปแบบการเรียนรู้
แบบ 5E ดัดแปลง



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

STUDY OF ANALYTICAL THINKING ABILITY AND SCIENTIFIC ATTITUDE OF
THE SIXTH GRADE STUDENTS USING A BLENDED LEARNING APPROACH
EMPHASIZING ON 5E MODIFIED LEARNING MODEL



DANAYA CHAIVETSAKUL

A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF EDUCATION (Educational Science & Learning Management)

Faculty of Education Srinakharinwirot University

2018

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่
ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้นรูปแบบการเรียนรู้แบบ 5E ดัดแปลง

ของ

ดนยา ชัยเวชสกุล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์จักรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุณีย์ เหมาะประสิทธิ์)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ)

..... ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง)

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ ผสมผสานที่เน้นรูปแบบการเรียนรู้แบบ 5E ดัดแปลง
ผู้วิจัย	ดนยา ชัยเวชสกุล
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สุณีย์ เหมาะประสิทธิ์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง 2) ศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 เลือกกลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้แบบแผนการทดลอง One-Group pretest posttest design เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ t-test for Dependent Sample และ t-test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : ความสามารถในการคิดวิเคราะห์, เจตคติทางวิทยาศาสตร์, พลังงานทดแทน, การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5e

Title	STUDY OF ANALYTICAL THINKING ABILITY AND SCIENTIFIC ATTITUDE OF THE SIXTH GRADE STUDENTS USING A BLENDED LEARNING APPROACH EMPHASIZING ON 5E MODIFIED LEARNING MODEL
Author	DANAYA CHAIVETSAKUL
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2018
Thesis Advisor	Associate Professor Sunee Haemaprasith , Ph.D.

This research aimed 1) to study the analytical thinking ability of the students to blended learning emphasizing 5E modified learning Model 2) to study the scientific attitude of the students to blended learning emphasizing 5E modified learning model. The sample consisted of 40 sixth grade students of Munlanithi Wat Si Ubolratanaram School in the first semester of the 2017 academic year and were selected by Cluster Random Sampling. This research design was a one-group pretest-posttest design. The statistical hypothesis testing were a t-test for dependent sample and a t-test for one sample.

The research findings indicated the following: 1) the students, who learned with a blended learning approach emphasizing 5E modified learning model, had increased analytical thinking ability than before and higher than the criteria (60%) at a .05 level of statistical significance. 2) the students, who learned using blended learning emphasizing 5E modified learning model, had scientific attitude higher than before and higher than the criteria (3.51) at a level of .05 statistical significance.

Keyword : analytical thinking, scientific attitude, renewable energy, blended learning, emphasizing 5E modified learning model

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. สุณีย์ เหมะประสิทธิ์ ที่ปรึกษาหลัก และอาจารย์ ดร. แจ่มจันทร์

ศรีอรุณรัศมี ที่ปรึกษาร่วมที่ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์ทุกขั้นตอนจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ ที่ให้ความกรุณามาเป็นประธานในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. วันเพ็ญ ประทุมทอง ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำเพิ่มเติม ที่เป็นประโยชน์และทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

กราบขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน คือ อาจารย์เรืองวิทย์ แก้วพรหม อาจารย์ ศราวุธ ชินะโคตรพงษ์ อาจารย์เบญจพร ไพโรศรี อาจารย์ศิริินภา ไพโรศรี อาจารย์ภัทรพงศ์ บุญห่อ และอาจารย์ วาที่ ร.ต. ทรงพล สีหะวงษ์ ที่กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์

กราบขอบพระคุณอาจารย์ทวีชัย อินทะแสง และคณะครูอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคอมพิวเตอร์ โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม ที่ให้ความเมตตาและความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ทุกๆ คน ที่คอยช่วยเหลือและคอยให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณนักเรียนทุกๆ คน ที่ให้ความร่วมมือและตั้งใจในการทำวิจัยในครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้องและทุกๆ ท่าน ที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนและเป็นที่กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ดนยา ชัยเวชสกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
สมมุติฐานในการวิจัย	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
1. เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)	12
1.1 ความหมายและความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน	12
1.2 แนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน	12
1.3 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน	18
1.4 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน	19
1.5 ระดับและสัดส่วนของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน.....	21

1.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน	24
1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน.....	26
2. เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E	27
2.1 การจัดการเรียนรู้แบบทฤษฎีสุวรรคนิยม	27
2.2 การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E.....	30
2.3 การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ดัดแปลง.....	32
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E	37
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทบาทครูผู้สอนและนักเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง	39
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	42
4.1 ความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analytical Ability)	42
4.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์	42
4.3 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	45
4.4 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	45
4.5 แบบวัดความสามารถทางการคิด	50
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	54
5.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	54
5.2 องค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	54
5.3 การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	54
5.4 การวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์	55
5.5 การสังเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัย	57
6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์.....	60
6.1 เนื้อหาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์.....	60

6.2 วิเคราะห์เนื้อหาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์.....	65
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	69
ระยะที่ 1 การเตรียมการ.....	69
ระยะที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	70
ระยะที่ 3 การดำเนินการวิจัย	78
ระยะที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล	80
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	85
สรุปผลการวิจัย	86
อภิปรายผลการวิจัย.....	87
ข้อเสนอแนะ	91
บรรณานุกรม	92
ภาคผนวก.....	102
ประวัติผู้เขียน.....	166

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 การสรุปแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)	17
ตาราง 2 ระดับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน	22
ตาราง 3 การเรียนรู้แบบผสมผสานแนวตั้ง สัดส่วน 50/50	23
ตาราง 4 การเรียนรู้แบบผสมผสานแนวนอน สัดส่วน 50/50.....	24
ตาราง 5 รูปแบบการสอนตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยมแบบ 5E ที่ดัดแปลง.....	33
ตาราง 6 บทบาทครูผู้สอนและบทบาทนักเรียนของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ดัดแปลง..	35
ตาราง 7 บทบาทครูผู้สอนและนักเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง	40
ตาราง 8 การสังเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	58
ตาราง 9 วิเคราะห์เนื้อหาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์.....	65
ตาราง 10 การกำหนดขอบเขตของการจัดการเรียนรู้	70
ตาราง 11 การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง	72
ตาราง 12 จำนวนข้อสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และพฤติกรรมที่ต้องการวัด	74
ตาราง 13 องค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์	76
ตาราง 14 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับคำถามแบบมาตราประเมินค่าระดับ 5 ระดับ	76
ตาราง 15 เกณฑ์แปลความหมายข้อคำถามสำหรับมาตราประเมินค่า 5 ระดับ.....	77
ตาราง 16 แบบแผนการวิจัย	79
ตาราง 17 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนทั้ง ภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง...	82
ตาราง 18 ผลการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งภาพรวมและราย ด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง	82

ตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงกับเกณฑ์ที่กำหนด	83
ตาราง 20 ผลการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงกับเกณฑ์ที่กำหนด	84
ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์	107
ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์	107



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
ภาพประกอบ 2 หลักการสร้างแบบวัดความสามารถทางการคิด.....	51
ภาพประกอบ 3 วัฏจักรของน้ำ (Water Cycle)	61
ภาพประกอบ 4 การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ	62
ภาพประกอบ 5 ส่วนประกอบของกังหันลม	63



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาไปในทุกๆ ด้าน นับตั้งแต่เริ่มต้นยุคเกษตรกรรมที่คนไทยปลูกข้าว พืชสวน พืชไร่ ทำปศุสัตว์เพื่อนำไปขายเลี้ยงชีพ และเข้ามาสู่ยุคอุตสาหกรรมเบาซึ่งผลิตเครื่องนุ่งห่ม เครื่องดื่ม เครื่องเขียน อัญมณี จานดินเผาและก้าวเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรมหนักหรือ 3.0 ในปัจจุบันประเทศไทยเริ่มมีการส่งออกสินค้า อาทิ รถยนต์ ปูนซีเมนต์ ก๊าซธรรมชาติและเทคโนโลยีจากต่างประเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งออกและหวังว่าจะเป็นรายได้หลักของประเทศในอนาคต ในช่วงแรกของยุคอุตสาหกรรมหนักประเทศไทยเติบโตอย่างต่อเนื่อง แต่ในปัจจุบันกลับเติบโตเพียงร้อยละ 3-4 ต่อปีเท่านั้น (ปานระพี รพีพันธุ์, 2560, ออนไลน์) เพื่อให้การแข่งขันทางเศรษฐกิจของไทยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพบนเวทีโลก เราจึงต้องก้าวเข้าสู่การเปลี่ยนแปลงครั้งใหม่คือการเข้าสู่ยุค Thailand 4.0 และกำลังจะก้าวสู่ Thailand 5.0 หรือ “Digital 5.0” อีกไม่นาน เพื่อให้ประเทศไทยอยู่ในกลุ่มสมาชิกประเทศที่มีรายได้สูง ประเทศไทยยังติดอยู่กับแนวทางการดำเนินการทางเศรษฐกิจแบบทำน้อยได้มากจึงต้องมีการกำหนดนโยบายปรับเปลี่ยนแนวทางการดำเนินทางเศรษฐกิจไปสู่การผลิตสินค้าเชิงนวัตกรรมเพื่อเปลี่ยนการทำได้มากและสามารถขับเคลื่อนประเทศภายใต้นโยบาย Thailand 4.0 ที่ว่า “มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน” เพื่อขานรับนโยบายขับเคลื่อนเศรษฐกิจดังกล่าว คนในศตวรรษที่ 21 จะต้องมีแนวคิดและวิธีปฏิบัติที่สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆ ให้เกิดขึ้นในการผลิตสินค้าโภคภัณฑ์เพื่อการส่งออกโดยใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์สูงสุด (เนืองวงศ์ ทวยเจริญ, 2560, ออนไลน์)

การใช้เทคโนโลยีและการเข้าถึงข้อมูลเครือข่ายบนอินเทอร์เน็ตของคนในศตวรรษที่ 21 เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงยุคสมัยที่เปลี่ยนไป ซึ่งหลักสูตรการศึกษาในปัจจุบันต้องปรับเปลี่ยนให้เข้ากับยุคสมัยและสนองต่อนโยบาย Thailand 4.0 ดังกล่าว การเรียนการสอนในยุคสังคมออนไลน์ครูผู้สอนและนักเรียนต้องปรับตัวให้เข้ากับความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกออนไลน์ที่กำลังแทรกซึมเข้าสู่ชีวิตประจำวันอย่างทั่วถึง ซึ่งคนในศตวรรษที่ 21 ต้องพัฒนาทักษะโดยใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21 (21st century skill) ให้มีความรู้ความสามารถ (วิจารณ์ พานิช, 2555, น. 3-5) ได้แก่ 1) ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) 2) ทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) 3) ทักษะความเข้าใจความต่างวัฒนธรรมและต่างกระบวนทัศน์ (Cross-cultural Understanding) 4) ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ (Collaboration,

Teamwork and Leadership) 5) ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ (Communication, Information, and Media Literacy) 6) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Computing and ICT Literacy) และ 7) ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ (Career and Learning Skills) ซึ่งแนวคิดสมัยใหม่นี้เป็นแนวคิดที่เน้นทักษะความเชี่ยวชาญและองค์ความรู้เพื่อให้เกิดสมรรถนะกับนักเรียนในชั้นเรียนทุกๆ กลุ่มสาระวิชาเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตในสังคมแห่งการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันได้อย่างราบรื่นและเป็นผู้ที่มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์สูงสุดในทุกๆ ด้าน โดยเครือข่ายองค์กรความร่วมมือเพื่อทักษะแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (จิราพร ปรากฏณ์, 2557, ออนไลน์) โดยศาสตราจารย์ นายแพทย์วิจารณ์ พานิช ได้พัฒนากรอบแนวคิดเพื่อพัฒนาทักษะเฉพาะด้าน ดึงศักยภาพความชำนาญและความรู้ทันต่างๆ ไว้ในกรอบเดียวกันเพื่อให้นักเรียนสามารถประสบผลสำเร็จทั้งการทำงานและการดำรงชีวิต (คลังความรู้วิทยาลัยพยาบาลราชชนนี นครศรีธรรมราช, 2556, ออนไลน์)

แนวทางที่จะนำประเทศไทยก้าวไปสู่ไทย 4.0 ได้นั้น ต้องเริ่มจากการเรียนการสอนโดยการใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาที่เรียกว่า Education 2.0 ซึ่งเป็นการเน้นให้นักเรียนคำนึงถึงความเป็นตัวตน พรสวรรค์ บรรยาทางจิตจักรวาล การสร้างประโยชน์จากการเรียนรู้ (ยีน ภูวรรณ, 2550, ออนไลน์) ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นการสร้างนวัตกรรมการศึกษาใหม่ที่ต้องลงทุนและที่สำคัญต้องพัฒนามนุษย์และความคิดสร้างสรรค์ในเวลาเดียวกันเพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนก้าวไปสู่เทคโนโลยีทางการศึกษา Education 3.0 อย่างต่อเนื่อง โดยเป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อรองรับให้นักเรียนได้เรียนรู้ทุกเมื่อที่ต้องการ และทั่วโลกได้ผลักดันการใช้เทคโนโลยีนี้กับทุกสถาบันการศึกษา ซึ่งเป็นผลดีต่อตัวนักเรียนที่ไม่ต้องเรียนรู้ในกรอบเวลาที่ถูกกำหนดในตารางและสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา (ราณี ดวงเฮา, 2552, ออนไลน์) การพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ เหล่านี้ถ้าใช้กับนักเรียนจะนำพาความสามารถ กระบวนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนให้ก้าวไปสู่ยุค Thailand 4.0 ตามนโยบายของรัฐบาลอย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยมีจุดมุ่งหมายอยู่ที่การให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้เป็นสำคัญและสอดคล้องกับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (วิจารณ์ พานิช, 2555, น. 17) ทั้งนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ผสมผสานการเรียนด้วยแนวคิดทฤษฎีสรคณนิยม (Constructivism) กับการจัดการเรียนแบบออนไลน์ ที่เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น ที่ตอบสนองของความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนทั้งด้านรูปแบบการเรียนรู้

รูปแบบการคิด ความสนใจ และความสามารถของนักเรียนแต่ละคน (อภิชาติ อนุกุลเวช, 2555, ออนไลน์) และมีผลงานวิจัยหลากหลายวิชาที่นำการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมาใช้ในการเรียนการสอน ได้แก่ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเรียนแบบผสมผสาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (สุธาวัลย์ สมานหมู่, 2554, น. 63) การเปรียบเทียบวิธีการสอนภาษาอังกฤษแบบอีเลิร์นนิ่งแบบผสมผสานและแบบดั้งเดิม กรณีวิทยาลัยการอาชีพบ้านไธสง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนที่ใช้วิธีการสอนภาษาอังกฤษแบบผสมผสานทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าทุกกลุ่ม (สยมพร พรหมสุรินทร์, 2558, น. 36) ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานเรื่องพลเมืองดีของสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ปนัดดา สุกเยี่ยม, 2555, น. 78-79) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เปรียบเทียบการเรียนรู้แบบผสมผสานกับการเรียนรู้แบบดั้งเดิมในโรงเรียนวิทยาศาสตร์เอกชน หอถือนลาฮอร์ ประเทศปากีสถาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 150 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ (Aslam. n.d.) และ ศึกษาเจตคติและความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบผสมผสานในวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ของนักศึกษามหาวิทยาลัยคิงคูซ จำนวน 51 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีเจตคติและความพึงพอใจมากที่สุดต่อการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เนื่องจากนักศึกษามีความสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่คำนึงถึงสถานที่และเวลา นอกจากนี้ยังมีปฏิสัมพันธ์ในการทำงานเป็นทีม และมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่สนุกสนาน (Alabdulkarim, 2015, น. 423-434) ซึ่งผู้วิจัยอยากพิสูจน์ว่า ถ้านำการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมาใช้กับวิชาวิทยาศาสตร์ จะทำให้เด็กไทยมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

จากปัญหาที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) มาปรับใช้ร่วมกับแนวคิดทฤษฎีสรคนิยม (Constructivist) ที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ให้ตนเองและหากมีการใช้เทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องจะทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นไปในทางที่ดีและจะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่าง

ถูกวิธี สามารถใช้นวัตกรรมที่สร้างสรรค์ในการแก้ไขอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งเป็นไปตามกรอบแนวคิด เพื่อการพัฒนาทักษะแห่งการเรียนรู้ของคนในศตวรรษที่ 21 ตามนโยบาย Thailand 4.0

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ ผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง โดยมีความมุ่งหมายเฉพาะ ดังนี้

1.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงกับก่อนเรียน

1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

2. เพื่อศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ ผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง โดยมีความมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงกับก่อนเรียน

2.2 เพื่อเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงกับเกณฑ์ที่กำหนดอยู่ในระดับดี (3.51)

ความสำคัญของการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ทราบผลของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ อาจใช้เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำการจัดการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่นและในระดับชั้นอื่น ได้

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมูลนิธิวัดศรี อุบลรัตนาราม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวนทั้งหมด 8 ห้อง จำนวนทั้งสิ้น 365 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน
มูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี เลือกกลุ่ม
ตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560
จำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที (ไม่รวมทดสอบก่อนและหลังเรียน)

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ตามหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สาระที่ 5 พลังงาน หน่วย
การเรียนรู้เรื่องพลังงานทดแทน (พลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่
 - 1.1 การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 - 2.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง (Blended Learning Emphasizing 5E Modified Learning Model) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนในรายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้เรื่องพลังงานทดแทน (พลังงาน น้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์) โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีสรรรค นิยม (Constructivism) ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ดัดแปลงร้อยละ 50 ร่วมกับการจัดการ เรียนการสอนแบบออนไลน์ใช้เวลาเรียนร้อยละ 50 โดยปรับเปลี่ยนบทบาทครูผู้สอนให้เป็นผู้ อำนวยความสะดวก ชี้แนะแนวทาง ให้คำปรึกษา ปรับเนื้อหาให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียน ทำความเข้าใจและข้อตกลงในการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ด้านนักเรียนมีบทบาทที่จะต้อง เรียนรู้เนื้อหาบนเว็บไซต์ที่ครูผู้สอนได้จัดทำขึ้นทั้งในเวลาเรียนแบบปกติและแบบออนไลน์ เพื่อนำ ความรู้ที่ได้มาใช้ทำกิจกรรมที่พัฒนาความสามารถในการคิด การมีส่วนร่วมในการเรียนและการมี ปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อเพื่อนร่วมงาน ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.1) ขั้นก่อนเริ่มสอน ครูสนทนากับนักเรียนเพื่ออธิบาย แก่ไขข้อบกพร่อง การ เข้าใจผิดในการทำการบ้านบนเว็บไซต์

1.2) ขั้นการสอนในห้องเรียน ครูใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 5E ดัดแปลง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.2.1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement phase) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนนำวิดีโอ หรือรูปภาพที่ได้ปรับเนื้อหาให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนไปไว้บนเว็บไซต์ที่ครูผู้สอนได้สร้างขึ้น โดยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อฝึกกระบวนการคิด ส่วนนักเรียนจะต้องให้ความสนใจ และตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น

1.2.2) ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration phase) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตหรือทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นคู่ หรือเดี่ยว ด้านนักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมกัน ช่วยกันแก้ไขปัญหา แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

1.2.3) ขั้นอธิบายในทศน์ (Explanation phase) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนนำเนื้อหาไปไว้บนเว็บไซต์ที่ครูผู้สอนได้สร้างขึ้น โดยเนื้อหานั้นจะต้องเชื่อมโยงเนื้อหาเก่ากับเนื้อหาใหม่เข้าด้วยกัน พร้อมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น

1.2.4) ขั้นขยายและการประยุกต์ใช้ทศน์ (Elaboration phase) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาบนเว็บไซต์ หรือทำกิจกรรม พร้อมทั้งใช้คำถามใหม่ๆ มากระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ตามความเข้าใจของตน และทำให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน

1.2.5) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exhibition phase) เป็นขั้นที่หลังจากนักเรียนศึกษาเนื้อหาบนเว็บไซต์หรือทำกิจกรรมหรือทบทวนความรู้ เพื่อร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนการเรียนรู้กับเพื่อนและครูผู้สอน ทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้และมีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งครูผู้สอนจะให้ข้อมูลสะท้อนกลับด้วยการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น

1.3) ขั้นหลังสอน ครูสร้างข้อมูลไว้บนเว็บไซต์ที่สร้างขึ้น และมอบหมายงานให้นักเรียนไปทำการบ้านในรูปแบบ online หรือ offline พร้อมประเมินผลการเรียนรู้ด้วยวิธีการบันทึกผลหรือการทำแบบทดสอบ หรือผลงานของนักเรียน ด้านนักเรียนจะต้องมีความตรงต่อเวลา มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analytic Thinking Ability) หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณา แยกแยะออกเป็นส่วนๆ บนพื้นฐานความรู้เดิม ทฤษฎี และข้อเท็จจริงอย่างเป็นเหตุเป็นผลและความสัมพันธ์กันเพื่อใช้ในการตัดสินใจเรื่องต่างๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1) วิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Element) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะหน่วยย่อยต่างๆ ออกจากข้อมูล ซึ่งหน่วยย่อยนั้นอาจมีการกล่าวถึงในข้อมูลอย่างชัดเจนหรือไม่ได้กล่าวถึงอย่างชัดเจน

2.2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ค้นหาความสัมพันธ์ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ว่ามีความสัมพันธ์สอดคล้อง หรือขัดแย้งกันอย่างไร

2.3) วิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) หมายถึง การคิดวิเคราะห์การจัดระบบ รวบรวมโครงสร้าง เพื่อให้เข้าใจหลักการ จุดมุ่งหมาย แนวคิดสำคัญของการเชื่อมโยงที่เกี่ยวข้องกัน

โดยแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์มีลักษณะเป็นสถานการณ์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือจากบทความต่างๆ จำนวน 10 ข้อ และไม่เป็นสถานการณ์จำนวน 10 ข้อ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก รวมทั้งหมด 20 ข้อ โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่ได้จากการคิด การเรียนรู้จากประสบการณ์ และการตัดสินใจเป็นตัวกระตุ้นที่จะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยความเต็มใจ โดยแสดงออกมาให้เห็นเป็นพฤติกรรมต่อสิ่งต่างๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ประกอบด้วย 4 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.1) ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความพึงพอใจในการเผชิญหน้ากับสถานการณ์แปลกใหม่ ที่ตนสนใจ มีความพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา ชอบซักถาม ชอบอ่าน มีความคิดริเริ่ม ความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และชอบการทดลองค้นคว้า

3.2) ความซื่อสัตย์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกในการนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ และข้อมูลนั้นสามารถพิสูจน์ตรวจสอบได้

3.3) ความมีระเบียบรอบคอบ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอน มีการวางแผน หลีกเลี่ยงการตัดสินใจเร็วเกินไปโดยขาดการไตร่ตรอง

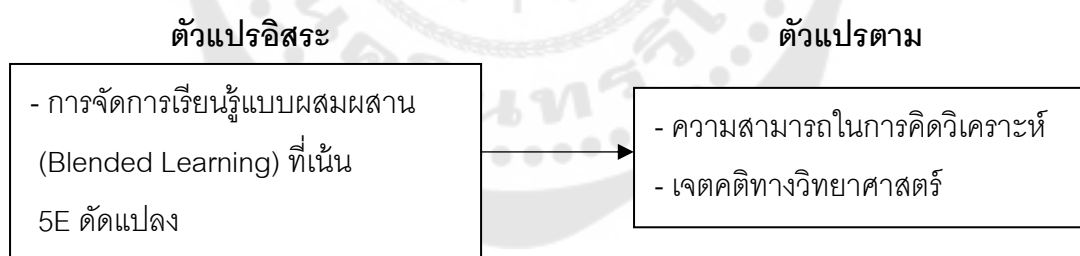
3.4) ความใจกว้าง หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกในการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ มีความยินดีที่จะรับข้อมูลในสิ่งใหม่ๆ มีความคิดว่าความจริงในวันนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต

โดยแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้ข้อคำถามเป็นข้อความที่วัดได้เป็นส่วนตัวมากกว่าข้อความทั่วไปโดยการให้น้ำหนักคะแนนมี 5 ระดับ ซึ่งผู้ตอบสามารถแสดงความ

คิดเห็นได้ทั้งทางบวก (นิมาน) และทางลบ (นิเสถ) ในลักษณะเทียบเป็นมาตราส่วนประมาณค่าได้จำนวนทั้งหมด 20 ข้อ โดยแต่ละตัวเลือกรจะมีการกำหนดน้ำหนักคะแนนตามระดับขั้นความรู้สึกมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามวิธีการวัดของลิเคิร์ต (Likert)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเป็นกลยุทธ์ในการสอนที่ผสมระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ ส่งผลให้นักเรียนรู้จักเชื่อมโยงความรู้และทำให้เกิดการพัฒนาความคิดและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ฉัตรรัตน์ รุ่งเจริญเกียรติ, 2558, น. 1704; สมใจ จันทร์เต็ม, 2553, น. 136; อนรรฆ สาสุข, 2556, ก) สอดคล้องกับทฤษฎีของเพียเจท์ว่า การจัดการศึกษาของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาจะมีพัฒนาการทางความคิดและสติปัญญาอย่างต่อเนื่องในระดับสูง ประกอบกับการใช้วิธีการสอนแบบ 5E ดัดแปลง ประยุกต์มาจากทฤษฎีสรคินิยม ที่บูรณาการระหว่างเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับการพัฒนาความคิด การสำรวจตรวจสอบเพื่อค้นพบ แก้ปัญหา เป็นการปลูกฝังคุณลักษณะที่ดีของนักวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550, online) ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมุติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี (3.51)



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นสำคัญของการวิจัย ดังหัวข้อวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)

- 1.1 ความหมายและความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน
- 1.2 แนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน
- 1.3 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน
- 1.4 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน
- 1.5 ระดับและสัดส่วนของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน
- 1.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน
- 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

2. เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบทฤษฎีสรวนิยม

- 2.1.1 ความหมายของทฤษฎีสรวนิยม
- 2.1.2 หลักการของทฤษฎีสรวนิยม
- 2.1.3 คุณลักษณะของทฤษฎีสรวนิยม
- 2.1.4 องค์ประกอบของการสอนตามทฤษฎีสรวนิยม
- 2.1.5 แนวทางการสอนตามทฤษฎีสรวนิยม

2.2 การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

- 2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E
- 2.2.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E
- 2.2.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

2.3 การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ดัดแปลง

- 2.3.1 ที่มาและความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ดัดแปลง
- 2.3.2 บทบาทครูผู้สอนและนักเรียนของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

ดัดแปลง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทบาทครูผู้สอนและนักเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบ
ผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.1 ความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.3 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.4 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.5 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.2 องค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.3 การพัฒนาของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.4 การวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.5 การสังเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

6.1 เนื้อหาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

6.2 วิเคราะห์เนื้อหาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

1. เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)

1.1 ความหมายและความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) หมายถึง การเรียนการสอน โดยใช้เทคนิควิธีการที่หลากหลาย ผสมผสานระหว่างการสอนแบบปกติกับการสอนแบบออนไลน์ ทำให้นักเรียนมีอิสระทางด้านการเรียน ได้เรียนรู้วิธีการคิด การแก้ปัญหา สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) หรือผู้ให้คำปรึกษาเพื่อเสนอแนะแนวทาง ส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า และการใช้เทคโนโลยี (Graham, 2005, pp. 5-7; ประหยัด จิระวรพงศ์, 2552, น. 5; ปรัชญนันท์ นิลสุข; และปณิตา วรรณพิรุณ, 2556, น. 31; รุ่งโรจน์ แก้วอุไร, 2550, ออนไลน์; สุรศักดิ์ ปาเฮ, 2555, น. 3; อนุธรรม สาสุข, 2556, น. 8)

1.2 แนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

1.2.1 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานของ ดริสคอลล์ (Driscoll, M, 2002 อ้างถึงใน ภาสกร เรืองรอง และคณะ, 2557, ออนไลน์)

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมี 4 แนวคิด คือ

แนวคิดที่ 1 การรวมหรือการผสมเทคโนโลยีการเรียนการสอนของเว็บ (web-based technology) เช่น การเรียนเสมือนจริงแบบประสานเวลา (live virtual classroom) การเรียนรู้ด้วยตนเอง (self-paced instruction) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (collaborative learning) วิดีโอสตรีมมิ่ง (streaming video)

แนวคิดที่ 2 การรวมวิธีการสอนที่หลากหลายเข้าด้วยกัน (Combine various pedagogical approaches) เช่น ทฤษฎีสุวรรคนิยม การเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม หรือกลุ่มพุทธิปัญญา เป็นต้น เพื่อการสร้างผลการเรียนรู้ที่ดีที่สุด โดยการใช้หรือไม่ใช้เทคโนโลยีการเรียนการสอนก็ได้

แนวคิดที่ 3 การรวมเทคโนโลยีการเรียนการสอนทุกรูปแบบ (Combine any form of instructional technology with face to face instruction) เช่น วีดิทัศน์ ซีดีรอม การเรียนผ่านเว็บไซต์ หรือ ภาพยนตร์ โดยผสมผสานกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนโดยอาจารย์ ครูผู้สอน ซึ่งแนวคิดนี้ได้รับการยอมรับและแพร่หลายมากที่สุด

แนวคิดที่ 4 การรวมเทคโนโลยีการสอนกับการทำงานจริง (Combine instructional technology with actual job tasks) เพื่อสร้างความสอดคล้องกันระหว่างการเรียนรู้และสภาพการทำงานจริง

1.2.2 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานของ นิค แวน ดัม (Nick Van Dam, 2003 อ้างถึงใน ภาสกร เรืองรอง; และคณะ, 2557, ออนไลน์)

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมี 3 แนวคิด คือ

แนวคิดที่ 1 การเรียนการสอนแบบเผชิญหน้า (face-to-face) เป็นการเรียนรู้การสอนที่ครูผู้สอนและนักเรียนอยู่ในสถานที่เดียวกัน มีการใช้วัสดุอุปกรณ์เทคโนโลยีการเรียนการสอนเข้ามาผสมผสานกับกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษา

แนวคิดที่ 2 การเรียนด้วยตนเองบนเว็บ (self-paced E-Learning) การเรียนการสอนชนิดนี้เป็นการเรียนการสอนแบบไม่ประสานเวลา หรืออาจเป็นการเรียนแบบร่วมมือโดยที่นักเรียนใช้เทคโนโลยีการเรียนการสอนเป็นเครื่องมือสำคัญในการเรียนรู้ แต่ไม่ได้เชื่อมต่อกับเครื่องมืออื่นกับนักเรียนคนอื่นหรือครูผู้สอนในเวลาเดียวกัน

แนวคิดที่ 3 การเรียนบนเว็บแบบถ่ายทอดสด (live E-Learning) เป็นการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน โดยที่นักเรียนและครูผู้สอนร่วมกันทำกิจกรรมในเวลาเดียวกัน แต่ต่างสถานที่ การเรียนการสอนในลักษณะนี้เป็นการเรียนการสอนแบบประสานเวลา

1.2.3 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานของเพอร์นิมา วาเลียธาน (Valiathan, Pernima, 2002, pp. 1)

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมี 3 แนวคิด คือ

แนวคิดที่ 1 การพัฒนาด้านทักษะ (Skill-Driven Model) คือ การผสมผสานระหว่างการเรียนด้วยตนเอง (self-paced learning) กับการสอนที่ครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้การสนับสนุนทางการเรียนเพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ

แนวคิดที่ 2 การพัฒนาด้านเจตคติ (Attitude-Driven Model) คือ การผสมผสานสื่อที่หลากหลายในแต่ละเหตุการณ์เพื่อใช้เป็นสื่อกลางในการส่งผ่านความรู้เพื่อพัฒนาพฤติกรรมเฉพาะด้านของนักเรียน

แนวคิดที่ 3 การพัฒนาด้านความสามารถ (Competency-Driven Model) คือ การผสมผสานเครื่องมือที่ใช้ในการสนับสนุน การจัดการความรู้ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำคำปรึกษาในการพัฒนาความสามารถของนักเรียน

1.2.4 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานของโอลิเวอร์และทริกเวล (Oliver; & Trigwell, 2005, pp. 18)

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมี 4 แนวคิด คือ

แนวคิดที่ 1 การผสมผสานเทคโนโลยีการเรียนการสอนจากการเรียนผ่านเว็บ (Web-Based Intruction) ให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

แนวคิดที่ 2 การผสมผสานในรูปแบบหรือวิธีการ เน้นเชิงวิชาการในการสร้างผลผลิตทางการเรียนรู้ให้สูงขึ้นโดยปราศจากเทคโนโลยีเพื่อการสอนอื่นๆ เข้ามาช่วย

แนวคิดที่ 3 การผสมผสานรูปแบบวิธีทางเทคโนโลยีทางการสอนผ่านหลักสูตรเฉพาะหรือการฝึกอบรม

แนวคิดที่ 4 การผสมผสานเทคโนโลยีการสอนเข้ากับงานปกติ หรือการเรียนตามปกติที่กระทำอยู่

1.2.5 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานของสิง (Singh, 2003, pp. 51-54)

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมี 5 แนวคิด คือ

แนวคิดที่ 1 การผสมผสานการเรียนแบบออฟไลน์และออนไลน์ คือ การเรียนแบบออนไลน์ หมายถึง การเรียนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ส่วนการเรียนแบบออฟไลน์ หมายถึง การเรียนในชั้นเรียนปกติ ครูผู้สอนจะใช้ช่องทางทั้งสองอย่างนี้ร่วมกันในการจัดการเรียนการสอน

แนวคิดที่ 2 การผสมผสานการเรียนด้วยตนเองและการเรียนแบบร่วมมือ คือ การเรียนด้วยตนเองจะเป็นการเรียนด้วยความต้องการและความพร้อมของนักเรียนเอง ส่วนการเรียนแบบร่วมมือนั้นจะอาศัยการสื่อสารระหว่างนักเรียนในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

แนวคิดที่ 3 การผสมผสานระหว่างการเรียนแบบโครงสร้างและแบบไม่มีโครงสร้าง คือ การเรียนแบบมีโครงสร้างจะพบในการจัดเนื้อหาสาระในหนังสือ ตำรา ส่วนการเรียนแบบไม่มีโครงสร้างนั้นพบได้ในการทำงาน ซึ่งอาจได้จากการติดต่อสื่อสาร การพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

แนวคิดที่ 4 การผสมผสานเนื้อหาทั่วไปและเนื้อหาเฉพาะ คือ เนื้อหาแบบทั่วไปนั้นสามารถนำมาเป็นเนื้อหาเฉพาะได้โดยใช้ประสบการณ์ทั้งในห้องเรียนและออนไลน์ ซึ่งปัจจุบันเนื้อหาทั้งหลายจะทำให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน SCROM ที่สามารถนำเนื้อหานั้นไปใช้ร่วมกันได้

แนวคิดที่ 5 การผสมผสานการเรียนแบบฝึกปฏิบัติและการลงมือทำ คือ ความพอดีของการเรียนแบบผสมผสานเป็นการเติมเต็มการเรียนรู้ด้วยการฝึกฝนปฏิบัติและการช่วยเหลือ สนับสนุนนักเรียน รวมทั้งการสร้างสภาพแวดล้อมในการเรียนที่เหมาะสมแก่นักเรียน

1.2.6 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานของ ประหยัด จีระวรพงศ์ (2552, น. 6-7) สรุปคุณลักษณะของการเรียนรู้แบบผสมผสาน ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมี 6 แนวคิด คือ

แนวคิดที่ 1 การรวมวิธีการเรียนต่างๆ เข้าด้วยกัน เป็นการบูรณาการระหว่างการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประยุกต์และองค์ความรู้ ศาสตร์การจัดการเรียนการสอนรูปแบบต่างๆ

แนวคิดที่ 2 การเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดกับผลการเรียน ครูผู้สอนที่มีความชำนาญจะสามารถรับรู้ วิเคราะห์ความถนัดหรือรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนได้ ครูผู้สอนจะต้องเลือกหรือสนับสนุนรูปแบบ วิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมให้นักเรียนแต่ละคนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพโดยอาศัยเอกสาร สื่อเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม

แนวคิดที่ 3 การเลือกวิธีที่ตรงกับความหลากหลายของวิธีการเรียนต่างๆ คือ การสอนเนื้อหาบางอย่างต้องอาศัยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสอนจริยธรรมในวิชาชีพครู นอกจากจะต้องเรียนรู้การปฏิบัติตนตามกฎหมายและกฎของวิชาชีพ (อาศัยการเข้าใจและท่องจำ) แล้ว ครูผู้สอนยังต้องปฏิบัติตนให้ดูเป็นแบบอย่าง (role model) และมีการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ในการปฏิบัติงานหรือฝึกงานตามกรอบของวิชาชีพครู (อาศัยทักษะพิสัยและเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพและประสบการณ์ตรง) จึงจะสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ ความดีความงามในจริยธรรมของวิชาชีพครูให้แก่ นักเรียนยึดถือปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

แนวคิดที่ 4 การเลือกวิธีที่ตอบสนองต่อลักษณะของนักเรียน ยกตัวอย่างเช่น ครูผู้สอนต้องการจัดการเรียนการสอนเรื่องการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยวิเคราะห์นักเรียนแล้วพบว่า ร้อยละ 40 มีความถนัดในการท่องจำ ร้อยละ 37 มีความถนัดในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ และที่เหลืออีกร้อยละ 33 มีความถนัดการจัดตกแต่งภาพและการใช้สีเส้นทางศิลปะ ครูผู้สอนจึงตัดสินใจจัดการเรียนการสอนเรื่องนี้เป็น 3 รูปแบบ โดยเริ่มต้นด้วยการสอนเชิงบรรยาย (lecture) สรุปสาระสำคัญเป็นประเด็นและข้อควรจำต่างๆ ประมาณ 45 นาที (ตอบสนองนักเรียนอีกสองกลุ่ม) ต่อมาใช้เวลาอีก 1 ชั่วโมงโดยปล่อยให้ นักเรียนทบทวนความรู้ สร้างสรรค์และประดิษฐ์บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามที่ตนเองถนัดและนำเสนอหรือนำเสนอหน้าชั้นเรียนในวันถัดไป (เป็นการตอบสนองความถนัดและกระตุ้นการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนทุกคนในภาพรวม)

แนวคิดที่ 5 การออกแบบผสมผสานอย่างเป็นระบบไม่ใช่ผสมเล่นๆ หมายถึง ครูผู้สอนจะต้องมีการดำเนินการวางแผนเตรียมการสอน อย่างมีระบบเป็นลำดับขั้นตอนและ

วิเคราะห์นักเรียนอย่างจริงจังด้วยความมั่นใจว่าเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนจริงๆ และจะช่วยพัฒนาศักยภาพนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยแท้ ไม่ได้ทำแต่เพียงผิวเผิน

แนวคิดที่ 6 เตรียมเครื่องมือวัดและประเมินผล เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเป็นการจัดการเรียนการสอนหลายๆ รูปแบบผสมผสานกัน การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องมีหลากหลายรูปแบบและแต่ละรูปแบบจะต้องเหมาะสมและเป็นธรรมชาติด้วย กล่าวคือ หากครูผู้สอนจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายหรือท่องจำ (recall) มาโดยตลอด แต่เมื่อถึงเวลาทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนรู้ ครูผู้สอนเลือกข้อสอบหรือแบบวัดประเมินผลการเรียนรู้แบบนำไปใช้ (application) แสดงให้เห็นว่าครูผู้สอนคนดังกล่าวเลือกเครื่องมือวัดและประเมินผลที่ไม่เหมาะสม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่ได้ย่อมไม่น่าเชื่อถือและไม่ได้บ่งบอกถึงความรู้ความสามารถของนักเรียนในเนื้อหาสาระหรือประเด็นนั้นๆ อย่างแท้จริง นอกจากนี้แล้ว ข้อมูลดังกล่าวยังไม่สามารถนำไปเป็นข้อมูลสะท้อนกลับ (feedback and reflection) เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้นและยังแสดงถึงความล้มเหลวในการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนอีกด้วย

จากการศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานดังกล่าวสามารถสรุปได้
ปรากฏดังตาราง 1

ตาราง 1 การสรุปแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)

Driscoll, M (2002)	Nick Van Dam (2003)	Pernima Valiathan (2005)	Singh (2003)	ประหยัด จิระวรพงศ์ (2552)
(ภาสกร เรืองรอง; และ คณะ 2557)	(ภาสกร เรืองรอง; และ คณะ 2557)	(2002)		
1. การรวมหรือการผสม เทคโนโลยีการเรียนการ สอนของเว็บ	1. การเรียนการสอนแบบ เผชิญหน้า	1. การพัฒนาด้าน ทักษะ	1. การผสมผสานการเรียนแบบ ออฟไลน์และออนไลน์	1. การรวมวิธีการเรียนต่างๆ เข้า ด้วยกัน
2. การรวมวิธีการสอนที่ หลากหลายเข้าด้วยกัน	2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง บนเว็บ	2. การพัฒนาด้าน เจตคติ	2. การผสมผสานการเรียนด้วย ตนเองและการเรียนแบบร่วมมือ	2. การเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด กับผลการเรียน
3. การรวมเทคโนโลยีการ เรียนการสอนทุกรูปแบบ	3. การเรียนบนเว็บแบบ ถ่ายทอดสด	3. การพัฒนาด้าน ความสามารถ	3. การผสมผสานระหว่างการ เรียนแบบโครงสร้างและแบบไม่มี โครงสร้าง	3. การเลือกวิธีที่ตรงกับความต้องการ หลากหลายของวิธีการเรียนต่างๆ
4. การรวมเทคโนโลยีการ สอนกับการทำงานจริง		ผ่านหลักสูตรเฉพาะหรือการ ฝึกอบรม	4. การผสมผสานเนื้อหาทั่วไป และเนื้อหาเฉพาะ	4. การเลือกวิธีที่ตอบสนองต่อ ลักษณะของนักเรียน
		4. การผสมผสานเทคโนโลยี การสอนเข้ากับการปฏิบัติ	5. การผสมผสานการเรียนแบบ ฝึกปฏิบัติและการลงมือทำ	5. การออกแบบผสมผสานอย่าง เป็นระบบไม่ใช่ผสมผสาน
				6. เตรียมเครื่องมือวัดและ ประเมินผล

จากการศึกษาแนวคิดสามารถสรุปแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานว่าเป็น การรวมเทคโนโลยีการเรียนการสอน (Online) ไม่ว่าจะเป็น วิดีทัศน์ หรือการเรียนผ่านเว็บไซต์ หรือ ภาพยนตร์ โดยผสมผสานกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน (Offline) ตามแนวคิดทฤษฎีสรคณนิยม (Constructivism) ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนากทางด้านทักษะ ด้านเจตคติ ด้านความสามารถ เกิดการเรียนรู้ได้อย่างเท่าเทียมกันและเต็มตามศักยภาพ

1.3 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีเหตุผลและความจำเป็นหลายประการที่ ก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบผสมผสานในเชิงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทางการเรียนรู้ใน 3 มิติ ดังนี้ (Graham, 2012, Online อ้างถึงใน สุรศักดิ์ ปาเฮ, 2555, น. 5-6)

1.3.1 เกิดการปรับปรุงพัฒนาในเชิงวิชาการ (Improved Pedagogy) เป็นเหตุผล สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานทั้งนี้เนื่องจากปัจจุบันการจัดสภาพการณ์ทางการ เรียนรู้ทางการรวมทั้งการฝึกอบรมให้ความรู้ ครูผู้สอน (Instructors) มักจะมุ่งเน้นเฉพาะ ยุทธศาสตร์ของการสอนหรือฝึกอบรมเพื่อให้เกิดความรู้ในลักษณะการถ่ายทอดเนื้อหาแบบส่งผ่าน (Transmission) มากกว่าการสร้างปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนร่วมกัน (Interaction) ครูผู้สอนมักจะ มุ่งเน้นการสอนแบบบรรยายมากกว่าการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ หลังจากระบบการเรียนรู้ แบบทางไกลได้เกิดขึ้นมาพร้อมกับการพัฒนาระบบข้อมูลสารสนเทศได้ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว นั้น ทำให้รูปแบบการเรียนรู้แบบ Blended Learning ได้ถูกนำมาใช้และเกิดประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ เพิ่มขึ้นส่งผลต่อยุทธศาสตร์ของการเรียนการสอนในหลากหลายรูปแบบทั้งการเรียนรู้แบบ ร่วมมือ การเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนและการเรียนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

1.3.2 เพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูลการเรียนรู้และมีความยืดหยุ่น (Increased Access and Flexibility) การเรียนในรูปแบบผสมผสานหรือ Blended Learning ช่วย ในการสร้างประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีโอกาสในการสร้างองค์ความรู้และเข้าถึง แหล่งข้อมูลได้อย่างกว้างขวางและยืดหยุ่นตามสภาพการณ์หรือความพร้อมของนักเรียนได้ในทุก ระดับ ประสิทธิภาพของการเข้าถึงนั้นจำแนกได้ใน 3 ลักษณะตามที่ Graham and Dziuban กล่าวไว้คือ ประสิทธิภาพการเข้าถึงในระดับองค์กรหรือสถาบัน (Institutions) ประสิทธิภาพการ เข้าถึงในระดับโปรแกรมหรือโครงการ (Programs) และประสิทธิภาพการเข้าถึงในระดับเนื้อหา รายวิชา (Courses)

1.3.3 ประสิทธิภาพในเชิงงบประมาณหรือการลงทุน (Cost Effectiveness) การ จัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเป็นยุทธศาสตร์สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของการลงทุนในด้าน

การจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับการเรียนอุดมศึกษาหรือในมหาวิทยาลัย ซึ่งการเรียนรู้ในรูปแบบผสมผสานดังกล่าวนี้จะก่อให้เกิดการสร้างระบบการเรียนรู้ที่ลุ่มลึกและกว้างไกลในหลากหลายรูปแบบและตอบสนองต่อนักเรียนได้ตามอัตภาพและตามสถานการณ์ เกิดความคุ้มค่าและคุ้มค่าในการใช้งบประมาณเพื่อการศึกษาของหน่วยงานหรือสถาบันการศึกษานั้นๆ

ดังนั้นความสำคัญของการเรียนรู้แบบผสมผสานเป็นการนำเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทเพื่อประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ของนักเรียน สามารถทำให้นักเรียนเข้าถึงเนื้อหาบทเรียนได้แม้ว่าจะอยู่ภายนอกชั้นเรียน

1.4 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

คลาร์ค (Clark 2003, pp. 12-22) ได้แบ่งองค์ประกอบของการเรียนการสอนแบบผสมผสานเป็น 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านออฟไลน์ (offline) 6 ด้าน และองค์ประกอบด้านออนไลน์ (online) 6 ด้าน ซึ่งมีสาระดังต่อไปนี้

องค์ประกอบที่ 1 ด้านออฟไลน์ (offline) มีคุณลักษณะ 6 ด้าน คือ

1.1 การเรียนในที่ทำงาน เป็นสถานที่จัดการเรียนรู้เพื่อให้เข้าใจธรรมชาติของการเรียนซึ่งสามารถนำมาต่อยอดในการทำงาน ประกอบด้วย ครูผู้สอนเป็นผู้พัฒนาการเรียนการสอน การเรียนรู้ในขณะปฏิบัติงาน การเรียนแบบโครงการ การฝึกงาน การติดตามผล การมอบหมายงาน และการตรวจงานที่ได้รับมอบหมาย

1.2 การเผชิญหน้าระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะแนวทางให้กับนักเรียน ประกอบด้วย การสอน การชี้แนะ การให้คำปรึกษา และการให้ผลสะท้อนกลับ

1.3 การเรียนในห้องเรียน เป็นการผสมระหว่างการเรียนรู้กับการแสดงบทบาทสมมติ เพื่อยกระดับการผสมผสานให้มีความหมายมากขึ้น เป็นการตอบโต้ในการแก้ไขปัญหาโดยการเรียน-ตอบ ประกอบด้วย การบรรยายหรือการนำเสนอ การนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน การฝึกปฏิบัติงาน การสนทนา การแสดงบทบาทสมมติ การจำลองสถานการณ์ และการประชุม

1.4 สื่อสิ่งพิมพ์ เป็นสื่อที่เราพบเห็นโดยทั่วไป ใช้เป็นแหล่งข้อมูลในการเรียนรู้พื้นฐาน ประกอบด้วย หนังสือ นิตยสาร หนังสือพิมพ์ แบบฝึกหัด วารสาร และบทความเกี่ยวกับการศึกษา

1.5 สื่อการสอนทางอิเล็กทรอนิกส์ สามารถศึกษาเรียนรู้ได้ในสถานที่ต่างๆ และมีราคาถูก ประกอบด้วย เทป ซีดี วีดิทัศน์ ซีดีรอม และดีวีดี

1.6 สื่อการสอนแบบออกอากาศ เป็นสื่อที่เข้าถึงได้ง่ายและทุกเพศและวัย มีผู้คนชมเป็นจำนวนมาก ประกอบด้วย โทรทัศน์ วิทยุกระจายเสียง และวิทยุโทรทัศน์แบบปฏิสัมพันธ์

องค์ประกอบที่ 2 ด้านออนไลน์ (online) มีคุณลักษณะ 6 ด้าน คือ

2.1 บทเรียนออนไลน์ บทเรียนที่จัดทำขึ้นเป็นสื่อการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้สนใจศึกษาหาความรู้ในสิ่งที่ตนเองสนใจ ประกอบด้วย แหล่งข้อมูลการเรียนรู้อย่างง่าย การแลกเปลี่ยนข้อมูลทั่วไป การแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน ภาพเคลื่อนไหว และการจำลองสถานการณ์

2.2 แบบทดสอบออนไลน์ เป็นแบบทดสอบความสามารถหรือทักษะต่างๆ สามารถฝึกฝนได้ด้วยตนเองโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อ ประกอบด้วย เครื่องมือที่ช่วยในการสอน เครื่องมือที่ช่วยในการชี้แนะ เครื่องมือที่ช่วยในการให้คำปรึกษา และเครื่องมือที่ช่วยวัดระดับความสามารถ

2.3 การเรียนรู้ร่วมกันแบบออนไลน์ เป็นการทิ้งข้อความหรือบันทึกข้อความไว้ โดยที่ผู้ส่งไม่ต้องเสียเวลารอคำตอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.3.1 การเรียนแบบไม่ประสานเวลา เป็นการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นต่างเวลากัน เนื่องจากครูผู้สอนและนักเรียนมีเวลาว่างไม่ตรงกัน ประกอบด้วย อีเมลล์ และกระดานข่าว

2.3.2 การเรียนแบบประสานเวลา เป็นการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ถึงแม้ว่าครูผู้สอนและนักเรียนจะอยู่ต่างสถานที่กันก็ตาม ประกอบด้วย การพูดคุยโดยการพิมพ์เป็นตัวอักษร การประชุมโดยใช้เสียง การประชุมผ่านวิดีโอ และห้องเรียนเสมือนจริง

2.4 การจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ เป็นการสืบค้นข้อมูลโดยใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อค้นหาความรู้ ประกอบด้วย ระบบสืบค้นข้อมูลความรู้ ฐานข้อมูล แหล่งที่เก็บเอกสาร และผู้เชี่ยวชาญในการตอบคำถาม

2.5 เว็บไซต์ เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ดี สามารถใช้ได้ตั้งแต่ความรู้พื้นฐานถึงความรู้ขั้นสูง และยังสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลการเรียนรู้ ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลเว็บไซต์ กลุ่มผู้ใช้งาน และการค้าขายด้านธุรกิจ

2.6 การเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านทางโทรศัพท์มือถือ ประกอบด้วย แลปทอป คอมพิวเตอร์ขนาดพกพา และโทรศัพท์มือถือ

จากการศึกษาองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานของนักศึกษานั้นจะเห็นได้ว่า องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบต้องคำนึงถึงความพร้อมและความเป็นไปได้หลายประการที่จะเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาในการปรับใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ บริบทในแต่ละด้านเพื่อให้เกิดผลและประสิทธิภาพสูงสุดของการนำมาประยุกต์ใช้

1.5 ระดับและสัดส่วนของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

การแบ่งระดับและสัดส่วนของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning Level) ระหว่างการเรียนรู้ปกติกับการเรียนออนไลน์ แบ่งได้ดังนี้ (ปรัชญนันท์ นิลสุข และปณิศา วรณพิรุณ, 2556, น. 31-34)

1.5.1 ระดับของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ระหว่างการเรียนรู้ปกติกับการเรียนออนไลน์ ควรมีสัดส่วนระดับเท่าใด ต้องพิจารณาใน 2 ลักษณะของรายวิชากับลักษณะของสื่อออนไลน์ ซึ่งลักษณะของรายวิชาต้องพิจารณาว่าเป็นวิชาทฤษฎีอย่างเดียว ทฤษฎีร่วมกับปฏิบัติ หรือ วิชาปฏิบัติอย่างเดียว และลักษณะของสื่อออนไลน์จะใช้เป็นสื่อหลักหรือสื่อเสริม การนำบทเรียนออนไลน์มาใช้ปริมาณแตกต่างกันเราเรียกวิธีการจัดการเรียนการสอนไม่เหมือนกัน โดยสมาคมสโลน (Sloan Consortium) เสนอแนะแนวทางในการจัดกลุ่มและแบ่งประเภทการเรียนรู้แบบผสมผสานตามระดับการนำเสนอเนื้อหาผ่านอินเทอร์เน็ต ดังปรากฏตาราง 2

ตาราง 2 ระดับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

การนำเสนอ เนื้อหาผ่าน อินเทอร์เน็ต	ระดับการผสมผสาน (Meaning)	ลักษณะของการเรียนการสอน
80-100%	การเรียนการสอนออนไลน์ (Online Learning)	เป็นการเรียนการสอนที่มีเนื้อหาทั้งหมดอยู่บนเว็บ ไม่มีการพบปะกันแบบเผชิญหน้าระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน
30-79%	การเรียนแบบผสมผสาน (Blended Learning)	การเรียนแบบผสมผสานระหว่างการเรียนแบบออนไลน์กับการเรียนแบบปกติ มีสัดส่วนของเนื้อหาบนเว็บหรือมีการอภิปรายทางออนไลน์ และมีการประชุมแบบเผชิญหน้าในห้องเรียนบ้างตามความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรม
1-29%	การใช้เว็บช่วยสอน (Web Facilitation)	เป็นการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีเว็บหรือออนไลน์เป็นตัวช่วยเสริมการเรียนการสอนแบบปกติ
0%	การเรียนการสอนแบบปกติ (Tradition)	เป็นการเรียนการสอนที่ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีออนไลน์ เรียนรู้เนื้อหาด้วยการฟังและการพูด

ที่มา: ปรัชญนันท์ นิลสุข และปณิตา วรรณพิรุณ (2556).

1.5.2 สัดส่วนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน มีวิธีการจัดการอยู่ 2 วิธีคือ การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานแนวตั้งกับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานแนวนอน โดยมีเงื่อนไขการจัดการอยู่ที่เวลาและเนื้อหาการสอน โดยมีวิธีการจัดการดังนี้

1.5.2.1 การผสมผสานแบบ 50:50 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบออนไลน์ร้อยละ 50 และแบบปกติร้อยละ 50 โดยแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1) การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานแนวตั้ง (Vertical Blended Learning) หมายถึง การเรียนรู้ที่ประกอบด้วย การเรียนปกติกับการเรียนออนไลน์ ที่จัดในช่วงเวลาเดียวกันแต่จัดการเรียนรู้ที่ผสมกันทั้งสองแบบ เช่น วิชาเรียน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ ในการสอนหนึ่งครั้ง ครูผู้สอนจะเจอนักเรียนก่อนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบปกติ 2 ชั่วโมง เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ บรรยาย ทำความเข้าใจในการเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียน เรียนด้วยตนเองบนเว็บ อีก 2 ชั่วโมง โดยนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ทำแบบฝึกหัด ส่งงาน และเรียนรู้เพิ่มเติมจากเว็บไซต์ที่ครูผู้สอนจัดให้ หรือในสถาบันการศึกษาที่จัดการศึกษานอกที่ตั้งในศูนย์การเรียนต่างจังหวัดที่ครูผู้สอนและนักเรียนห่างไกลกัน ซึ่งครูผู้สอนใช้กิจกรรมการเรียนแบบเผชิญหน้าใน

ช่วงแรก หลังจากนั้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและทำกิจกรรมต่างๆ ตามที่ครูผู้สอนกำหนดไว้ ถือว่ามีสัดส่วนการผสมผสานร้อยละ 50:50 ซึ่งรวมถึงเนื้อหารายวิชาแบ่งออกในสัดส่วนที่เท่ากันระหว่างเรียนปกติกับเนื้อหาออนไลน์ หรือการจัดการเรียนแบบปกติ 2 ชั่วโมง และเป็นการเรียนจากกิจกรรมออนไลน์ 2 ชั่วโมง เป็นต้น ดังปรากฏตาราง 3

ตาราง 3 การเรียนรู้แบบผสมผสานแนวตั้ง สัดส่วน 50/50

สัปดาห์	ชม.	1 ครั้ง 4 ชั่วโมง	
		การเรียนแบบปกติ 2 ชั่วโมง	การเรียนแบบออนไลน์ 2 ชั่วโมง
1		50%	50%
2		50%	50%
3		50%	50%
4		50%	50%
5		50%	50%
6		50%	50%
7		50%	50%
8		50%	50%
9		50%	50%
10		50%	50%

ที่มา: ปรัทญนันท์ นิลสุข และปณิตา วรรณพิรุณ (2556).

2) การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานแนวนอน (Horizontal Blended Learning) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยการเรียนปกติกับการเรียนแบบออนไลน์ โดยการจัดช่วงเวลาในการเรียนรู้แตกต่างกันโดยใช้ทั้ง 2 วิธีการ แต่คนละช่วงเวลากัน เช่น การจัดการเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง 10 สัปดาห์ จัดให้มีการเรียนปกติ 5 สัปดาห์ ถือว่าเป็นการเรียนแบบผสมผสานร้อยละ 50:50 โดยเนื้อหาการสอนปกติกับการสอนออนไลน์จะเป็นเนื้อหาคนละส่วนกัน ดังปรากฏตาราง 4

ตาราง 4 การเรียนรู้แบบผสมผสานแนวนอน สัดส่วน 50/50

จำนวนสัปดาห์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
วิธีการเรียนรู้	การเรียนรู้แบบปกติ ร้อยละ 50										การเรียนรู้แบบออนไลน์ ร้อยละ 50									

ที่มา: ปรัชญนันท์ นิลสุข; และปณิตา วรณพิรุณ (2556).

1.5.2.2 การผสมผสานแบบ 70:30 เป็นการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ร้อยละ 70 และปกติร้อยละ 30 คือ จัดกิจกรรมในห้องเรียนแบบเผชิญหน้าก่อน เช่น การปฐมนิเทศ การฝึกใช้เครื่องมือ ประมาณร้อยละ 10 จากนั้นเรียนด้วยตนเองบนเว็บประมาณร้อยละ 40 จากนั้นจึงมีสอนกลางภาคเพื่อทบทวนเนื้อหาบทเรียนที่ได้เรียนมาแล้วประมาณร้อยละ 10 และให้นักเรียน เรียนด้วยตนเองต่ออีกร้อยละ 30 จากนั้นจึงให้นักเรียนมาสรุปผล นำเสนอผลงาน หรือทำแบบทดสอบหลังเรียน อีกประมาณร้อยละ 10

1.5.2.3 การผสมผสานแบบ 80:20 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนออนไลน์ร้อยละ 80 และปกติร้อยละ 20 คือ กิจกรรมในห้องเรียนแบบเผชิญหน้าก่อน เช่น การปฐมนิเทศ การฝึกใช้เครื่องมือ ประมาณร้อยละ 10 จากนั้นให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองแบบออนไลน์ประมาณร้อยละ 80 เมื่อสิ้นสุดการเรียนจะให้นักเรียนมาสรุปผล นำเสนอผลงาน หรือทำแบบทดสอบหลังเรียน อีกประมาณร้อยละ 10

1.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) เป็นนวัตกรรมการเรียนรูปแบบใหม่ และนำมาปรับใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจากการวิจัยพบว่ามีทั้งข้อดี-ข้อจำกัดบางประการที่ควรคำนึงถึงในประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้ (อภิชาติ อนุกุลเวช, 2555, ออนไลน์)

1.6.1 ข้อดีของการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)

- 1) สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้ดี
- 2) นักเรียนสามารถสื่อสารได้อย่างใกล้ชิดกับครูผู้สอน
- 3) สามารถแบ่งเวลาเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้เนื้อหา
- 4) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner Center)
- 5) เป็นการเรียนรู้ที่เน้นด้วยสื่อผสม (Multimedia) หลากหลายรูปแบบ
- 6) เลือกสถานที่เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในชั้นเรียนปกติหรือนอกชั้นเรียน

7) นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตามระดับและอัตราการเรียนรู้ (Self-paced)

8) สามารถสร้างแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ดี

9) สามารถทบทวนความรู้เดิม และสืบค้นความรู้ใหม่ได้ตลอดเวลา

10) เป็นรูปแบบการผสมผสานระหว่างการเรียนรู้แบบเดิมกับการเรียนเชิงอนาคต

11) นักเรียนมีเวลาค้นคว้าข้อมูลได้อย่างอิสระ สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลได้ดี

12) สามารถส่งเสริมความแม่นยำ การถ่ายโอนความรู้ของนักเรียน และทราบผลการปฏิบัติได้รวดเร็ว

13) สามารถหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางภายในชั้นเรียนได้ ทำให้นักเรียนมีสมาธิในการเรียน

14) นักเรียนมีช่องทางในการเรียนรู้ได้หลากหลาย สามารถเข้าถึงครูผู้สอนหรือแหล่งข้อมูลได้ดี

15) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่ค่อนข้างขาดความมั่นใจในตนเอง

16) รูปแบบการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมในบริษัทหรือองค์กรต่างๆ และช่วยลดต้นทุนในการฝึกอบรมสัมมนาได้

1.6.2 ข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)

1) นักเรียนไม่สามารถแสดงความเห็น หรือถ่ายทอดความเห็นได้อย่างรวดเร็ว

2) ความไม่พร้อมในด้าน Software บางอย่างที่อาจมีราคาแพง

3) นักเรียนบางคนคิดว่าไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน เพราะราคาอุปกรณ์ค่อนข้างสูง

4) การมีส่วนร่วมในการเรียนค่อนข้างมีน้อยโดยนักเรียนไม่สามารถมีส่วนร่วมได้

ทุกคน

5) เป็นรูปแบบที่อาจใช้งานค่อนข้างยาก โดยเฉพาะผู้ที่ขาดทักษะความรู้ด้าน

Software

6) เป็นรูปแบบที่อาจมีความล่าช้าในการปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างนักเรียน-ครูผู้สอน

7) นักเรียนต้องมีทักษะ ความรู้ความเข้าใจในด้านการคอมพิวเตอร์เพื่อการเข้าถึงข้อมูลแหล่งโลก Internet

8) นักเรียนต้องมีความรับผิดชอบต่อตนเองค่อนข้างสูงในการเรียนการสอนรูปแบบนี้

9) ความแตกต่างของนักเรียนแต่ละคนเป็นอุปสรรคต่อการเรียนการสอนแบบผสมผสาน

10) สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการใช้เครือข่ายหรือระบบ Internet Network เกิดปัญหาหรือเป็นจุดบอดในด้านการรับส่งสัญญาณ

11) เกิดการขาดปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า (Face to face) ระหว่างนักเรียนกับครูผู้สอน (Real Time)

หากพิจารณาแล้วเมื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานนั้น ควรนำข้อเสียต่างๆ ไปปรับปรุงพัฒนา ปิดช่องว่างให้เกิดผลกระทบให้น้อยที่สุด เพื่อที่จะพัฒนาขีดความสามารถการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

1.7.1 ผลของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ประพจน์ พลชะวีระ (2550, น. 113) ได้นำรูปแบบการเรียนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันในโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับการฝึกแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันในโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัสลัม (Aslam. n.d., unpaged) ได้เปรียบเทียบการเรียนรู้อย่างผสมผสานกับการเรียนรู้แบบดั้งเดิมในโรงเรียนวิทยาศาสตร์เอกชนท้องถิ่นลาฮอร์ ประเทศปากีสถาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 150 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

1.7.1 ผลของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์

อัลมาซาอิด (Almasaeid, 2014, pp. 133-144) ได้พัฒนาการมีส่วนร่วมและเปลี่ยนแปลงเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชา ง31101 เทคโนโลยีสารสนเทศ ผ่านการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานและเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานเป็นอย่างดี

และครูผู้สอนช่วยสร้างให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศมากยิ่งขึ้น

อรัญญ์คาริม (Alabdulkarim, 2015, pp. 423-434) ได้ศึกษาเจตคติและความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบผสมผสานในวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ของนักศึกษามหาวิทยาลัยคิงคูซ จำนวน 51 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีเจตคติและความพึงพอใจมากที่สุดต่อการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เนื่องจากนักศึกษสามารถเรียนได้โดยไม่คำนึงถึงสถานที่และเวลานอกจากนี้ยังมีปฏิสัมพันธ์ในการทำงานเป็นทีม และมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่สนุกสนาน

จากการศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน เป็นการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิควิธีการที่หลากหลาย ผสมผสานระหว่างการสอนปกติกับการสอนออนไลน์ ทำให้นักเรียนมีอิสระทางด้านการเรียน ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ได้เรียนรู้วิธีการคิด การแก้ปัญหาสามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย

2. เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบทฤษฎีสรคณิยม

2.1.1 ความหมายของทฤษฎีสรคณิยม

ทฤษฎีสรคณิยม หมายถึง ทฤษฎีที่นำกระบวนการทางจิตวิทยาและปรัชญาทางการศึกษามาประยุกต์ใช้จากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้ ความคิดเห็นเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่จากการปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น (สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์, 2543, น. 91; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 82; ดุษฎี มัชฌิมภาวิโร, 2553, น. 3)

2.1.2 หลักการของทฤษฎีสรคณิยม

ทฤษฎีสรคณิยมมีหลักการที่สำคัญอยู่ 3 ประการ ดังนี้ (สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์, 2551, น. 2)

2.1.2.1 มนุษย์จะไม่มีทางรู้เลยว่าโลกที่แท้จริงเป็นอย่างไร มนุษย์แต่ละคนจะพยายามสร้างความเชื่อเกี่ยวกับโลกหรือสิ่งต่างๆ ขึ้นจนเชื่อว่า สิ่งนั้นเป็นความจริง (reality)

2.1.2.2 มนุษย์จะมีความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งอยู่แล้ว หากได้รับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เพิ่มเติม อาจจะเปลี่ยนแปลงความเชื่อที่มีอยู่เดิมได้

2.1.2.3 มนุษย์สามารถสร้างความจริงได้บนพื้นฐานของ ความเชื่อที่มีอยู่ก่อนแล้ว ความสามารถในการมีเหตุผล และความปรารถนาที่จะประสานความเชื่อกับสิ่งที่ตนได้สังเกตได้ในเชิงประจักษ์

จากหลักการพื้นฐานทางทฤษฎี 3 ประการ ถือว่า ทฤษฎีสรณนิยมนเป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับรู้ โดยมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมของแต่ละบุคคล และสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญในการเกิดการเรียนรู้

2.1.3 คุณลักษณะของทฤษฎีสรณนิยมน

นักทฤษฎีสรณนิยมนได้กล่าวเกี่ยวกับคุณลักษณะของทฤษฎีสรณนิยมน ซึ่งมีสาระสำคัญ ดังนี้ (สูนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2551, น. 2)

2.1.3.1 นักเรียนเป็นผู้สร้างและค้นพบหรือแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนต้องอาศัยสัมผัสทั้งห้า คือ การดู ฟัง อ่าน เขียน และปฏิบัติ/ทำ

2.1.3.2 การเรียนรู้ใหม่จะเกิดขึ้นมักขึ้นอยู่กับความเข้าใจในบทเรียนปัจจุบัน โดยนักเรียนอาจมีความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมที่ช่วยส่งเสริม สนับสนุน หรือขัดขวาง ก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการเรียนรู้ใหม่ ดังนั้นครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ และสร้างความเข้าใจในบทเรียน

2.1.3.3 การเรียนรู้จะเกิดได้เมื่อมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม โดยนักเรียนต้องร่วมกันคิด ปฏิบัติและสื่อสารซึ่งกันและกัน ดังนั้นต้องอาศัยกระบวนการกลุ่ม (group process) หรือการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning)

2.1.3.4 การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (meaningful learning) จะต้องดำเนินการภายใต้การปฏิบัติในสภาพจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด โดยการจัดการเรียนการสอนภายใต้สภาพจริงหรือใกล้เคียง จะส่งผลให้นักเรียนค้นพบความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจอย่างแท้จริง มากกว่าความรู้ที่เกิดจากความจำ คือให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติและการคิดทางจิต (hands-on and minds-on experience) ซึ่งสอดคล้องกับ กิฟเฟอร์ มาไซ (2555, 19) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการจัดโครงสร้างความรู้ทางความคิด เพื่อรับรู้ และสร้างความหมายให้กับประสบการณ์ใหม่ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ซึ่งในสถานการณ์จริงของแต่ละคนแตกต่างกัน

จากคุณลักษณะของทฤษฎีสรณนิยมนข้างต้น สรุปได้ว่า นักเรียนจะเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะต้องมีประสบการณ์ ความรู้ความเข้าใจ และความเชื่อด้วยตนเอง และครูผู้สอนต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์โดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม ร่วมกันคิด ร่วมกันปฏิบัติ เพื่อเกิดความรู้ใหม่

2.1.4 องค์ประกอบของการสอนตามทฤษฎีสรคณนิย

องค์ประกอบที่สำคัญของการสอนตามทฤษฎีสรคณนิยเพื่อการออกแบบการเรียนการสอนที่เป็นระบบ ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญนั้นมีดังนี้ (อมลวรรณ วีระธรรมโม, 2548, น. 12)

2.1.4.1 จุดมุ่งหมายหรือความต้องการของนักเรียน

2.1.4.2 ความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน

2.1.4.3 ข้อมูลเฉพาะที่เป็นสิ่งใหม่ เพื่อให้นักเรียนค้นหาวินินำไปประยุกต์ใช้กับความรู้เดิม

2.1.4.4 ประสบการณ์ที่เพิ่มขยายความคิด เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้เดิมและความรู้ใหม่นำมาขยายความรู้ที่มีอยู่

2.1.4.5 กระบวนการสร้างความเข้าใจที่นักเรียนต้องตั้งคำถาม อภิปรายโต้แย้ง แล้วจึงนำมาสรุปผล

จากองค์ประกอบของการสอนตามทฤษฎีสรคณนิย สรุปได้ว่า ครูผู้สอนจะต้องทราบถึงความต้องการของนักเรียน มีการประเมินความรู้เดิมของนักเรียนก่อนจะเกิดการเรียนการสอน โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม อภิปราย แล้วจึงนำมาสรุปผล จากนั้นครูผู้สอนต้องเป็นผู้ประเมินนักเรียนว่าได้รับความรู้และประสบการณ์เพิ่มขึ้นหรือไม่

2.1.5 แนวทางการสอนตามทฤษฎีสรคณนิย

จากการศึกษาแนวทางการสอนตามทฤษฎีสรคณนิยมีแนวทางการสอนดังนี้ (เชิดศักดิ์ ชุมนุม, 2540, น. 101-103; ชัยวัฒน์ บวรวัฒนเศรษฐ์, 2559, น. 162-163)

2.1.5.1 ครูผู้สอนต้องเริ่มต้นจากการค้นหาหรือประเมินความรู้เดิมของนักเรียนก่อน แล้วจึงเริ่มให้ความรู้ใหม่

2.1.5.2 ครูผู้สอนต้องมีเทคนิคที่ทำให้นักเรียนแสดงความรู้เดิมออกมา และหากพบว่าประเด็นนั้นเป็นจุดอ่อน ครูผู้สอนควรหาแนวทางกระตุ้นให้นักเรียนหันมาสนใจ เพื่อให้นักเรียนแก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง

2.1.5.3 ครูผู้สอนควรจัดให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด การใช้เหตุผล

2.1.5.4 ครูผู้สอนควรจัดให้มีปฏิสัมพันธ์ในการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดและเกิดทักษะในกระบวนการเรียนรู้

2.1.5.5 ครูผู้สอนควรใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายที่นอกเหนือจากห้องเรียน เพื่อเปิดโลกทัศน์ของนักเรียนให้กว้างขึ้น

2.1.5.6 ครูผู้สอนควรตั้งคำถามให้นักเรียนเกิดความคิดริเริ่มและควรเป็นคำถามปลายเปิด และให้โอกาสนักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

2.1.5.7 ครูผู้สอนควรจัดการสอนที่สามารถให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน ไม่ใช่เพียงแค่เรียนรู้เพื่อสอบเท่านั้น

2.1.5.8 ครูผู้สอนควรมีการประเมินผลการเรียนรู้ที่หลากหลาย และเหมาะสมกับบริบทของนักเรียน มีการแนะนำ ให้ผลสะท้อนกลับ เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนา และปรับปรุงตนเอง

จากแนวทางการสอนตามทฤษฎีสมรรถนิยม สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านประสบการณ์จริง โดยครูผู้สอนควรมีเทคนิคในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น มีการใช้แหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งครูผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินแล้วให้ผลสะท้อนกลับ

2.2 การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

กระบวนการที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิด การปฏิบัติ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการตั้งคำถาม การวางแผน การใช้วิธีการเทคนิคต่างๆ ที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ สรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม และมีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันจนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, น. 123; มนมนัส สุดสั้น, 2543, น. 39; อุดมลักษณ์ นกพิงพุ่ม, 2545, น. 49; ประถมพร โคตา, 2554, น. 29)

2.2.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

ขั้นตอนและรายละเอียดของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E พอสรุปได้ ดังนี้ (Bybee et al., 2006, pp. 1; ประสาท เนืองเฉลิม, 2558, น. 147-148; สสวท, 2550, ออนไลน์)

1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) เป็นการแนะนำบทเรียน โดยการซักถาม ทบทวนความรู้เดิม กำหนดกิจกรรม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น

2) ขั้นสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่มาอภิปรายร่วมกัน ครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความรู้ใหม่จากการอภิปรายร่วมกัน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกแบบและศึกษาด้วยตนเอง

3) **ชั้นอธิบาย (Explanation)** เป็นการนำความรู้และประสบการณ์เดิมมา นำเสนอและอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายตามความเข้าใจได้ด้วยตนเอง

4) **การลงข้อสรุป (Elaboration)** เป็นการอธิบายเพิ่มเพื่อให้เกิดความรู้ใหม่ โดยนำความรู้ที่นำมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ นักเรียนต้องศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมมา นำเสนอและอภิปรายและเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น

5) **การประเมินผล (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนว่ามี สิ่งใดที่ควรปรับแก้ โดยการทดสอบความรู้ เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2.2.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ดังนี้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544, น. 60-61; ลพ เลหาไพบูลย์, 2542, น. 156; สาโรช ไศภักษ์, 2546, น. 79; สุคนธ์ สิ้นพานนท์และคณะ, 2545, น. 200)

2.3.3.1 ข้อดีของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

1) นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนากระบวนการคิดและการกระทำ โดยการตั้งคำถาม ทำให้นักเรียนรู้จักจัดการระบบความคิดและวิธีเสาะหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนช่วยให้จดจำได้นานและสามารถถ่ายโยงความรู้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2) นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน ทำให้การเรียนรู้มีความหมายมากยิ่งขึ้น

3) นักเรียนสามารถเรียนรู้ในมิติ ผูกทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการใช้เครื่องมือตามหลักของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

4) นักเรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

5) ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์

6) ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตลอดเวลา กล้าคิด กล้าแสดงออก และมีความเป็นประชาธิปไตย

2.3.3.2 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

1) ครูผู้สอนต้องใช้ระยะเวลาเตรียมการสอนนานกว่าการสอนปกติ

2) แต่ละครั้งใช้เวลาในการสอนมาก

3) ถ้าในสถานการณ์ที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสนใจหรือไม่ชวนให้สงสัย จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน

4) ถ้านักเรียนมีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนจะไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้

5) ถ้าครูผู้สอนขาดทักษะในการตั้งคำถาม จะทำให้การสอนขาดประสิทธิภาพไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์

จากรายละเอียดข้างต้นเกี่ยวกับข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E สรุปได้ว่า ข้อดีของวิธีการสอนนี้นักเรียนได้ฝึกพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ การปฏิบัติ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ส่วนข้อจำกัดนั้น ใช้เวลาในการเตรียมแผนการสอนนาน และใช้เวลาในการทำกิจกรรมมาก ถ้าสถานการณ์ที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสนใจ หรือไม่น่าสงสัยจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน

2.3 การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ดัดแปลง

2.3.1 ที่มาและความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ดัดแปลง

สุนีย์ เหมาะะประสิทธิ์ (2551, น. 5) ได้ดัดแปลงการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ในปี พ.ศ. 2544 จากการฝึกอบรมครูผู้สอนและการสอนนิสิตครู พบว่า ครูผู้สอนและนิสิตครูมักเขียนขั้นที่ 5 ขึ้นประเมินผล เป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น การสังเกต ใช้แบบทดสอบ เป็นต้น จึงได้ปรับขั้นตอนที่ 5 จากการประเมินผล (Evaluation phase) เป็นขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exhibition phase) ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสนำเสนอผลงานของตน และได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนๆ และครูผู้สอน ดังนั้นวัฏจักรการเรียนรู้แบบการสอนตามแนวทฤษฎีธรรมชาติแบบ 5E ที่ดัดแปลงปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 รูปแบบการสอนตามแนวทฤษฎีสมรรถนิยแบบ 5E ที่ดัดแปลง

กิจกรรมการเรียนรู้	หลักการเรียนรู้/ ร่องรอยการเรียนรู้
ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement phase) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจและความอยากรู้ อยากเห็นแก่นักเรียน หรือเพื่อตรวจสอบ/ทบทวนมโนทัศน์และประสบการณ์ เดิมของนักเรียนที่เอื้อต่อการเรียนมโนทัศน์ใหม่ซึ่งเป็นการนำเข้าสู่การเรียนรู้ บทเรียนใหม่ ครูผู้สอนอาจใช้การสนทนาตั้งคำถามและ/หรือใช้เทคนิควิธี และสื่อประกอบ เช่น รูปภาพ นิทาน เพลง บทกลอน และเกม เป็นต้น	• การตอบคำถาม • การตั้งคำถาม • การแสดงความคิดเห็น • ความรู้ความเข้าใจเดิม ฯลฯ
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อค้นพบ (Exploration phase) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดหรือ ค้นพบมโนทัศน์ด้วยตนเองโดยการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่ม คู่หรือรายบุคคล ที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิชาการและทักษะ ข้ามกลุ่มสาระ และใช้ความรู้ประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับ ความรู้ใหม่ที่ได้จากการปฏิบัติ พร้อมทั้งเป็นการฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะการ ทำงานกลุ่ม ทักษะทางสังคม และฝึกจินตสยในการทำงานด้วยความ กระตือรือร้น รอบคอบ รับผิดชอบ เชื่อสตัย รักษาเวลา และใช้เหตุผล ครูผู้สอนจึงทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ คือ เป็นผู้ กระตุ้นส่งเสริมและชี้แนะแนวทางให้แก่นักเรียน	• ทักษะการคิด • ทักษะการทำงานกลุ่ม • ทักษะการสืบค้น • ทักษะการสื่อสาร • ความรับผิดชอบ • ความซื่อสัตย์ • ความมุ่งมั่น • การรับฟังความเห็นของผู้อื่น ฯลฯ
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายมโนทัศน์ (Explanation phase) เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกัน/ร่วมกันอธิบายมโน ทัศน์ที่ค้นพบด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนตั้งคำถามชักจูง/กระตุ้น เพื่อให้ นักเรียนอ้างอิงถึงสิ่งที่เป็นพยานหลักฐานความคิดและความเชื่อเกี่ยวกับ มโนทัศน์นั้นๆ หรือให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐานของ การอธิบายมโนทัศน์ นอกจากนี้ครูผู้สอนสามารถช่วยอธิบายขยายความ เข้าใจของนักเรียนมากยิ่งขึ้น อนึ่งครูผู้สอนจะเป็นผู้ให้คำสำคัญ (keyword) / นิยามศัพท์	• ทักษะการสื่อสาร/การอธิบาย • ทักษะการนำเสนอ • ทักษะการคิด • การรับฟัง ยอมรับความเห็น ของผู้อื่น ฯลฯ • การตรงต่อเวลา ฯลฯ

ตาราง 5 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้	หลักฐานการเรียนรู้/ ร่องรอยการเรียนรู้
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายและประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Elaboration phase) เป็นขั้นที่นักเรียนใช้ทักษะการคิดขั้นสูง เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหามีวิจารณญาณ หรือการแก้ปัญหอย่าง สร้างสรรค์ เพื่อสืบค้นหรือปฏิบัติกิจกรรมที่ตนสนใจ ซึ่งอาจเป็นการขยาย มโนทัศน์ให้กว้างและลึกขึ้น จนก่อให้เกิดความรู้ที่ลึกซึ้ง (deep knowledge) หรือการปฏิบัติกิจกรรมที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์ ใหม่หรือในสภาพจริง ดังนั้นครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้กระตุ้นโดยการตั้ง คำถามใหม่หรือเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเพื่อยืนยัน ความคิดและความเชื่อหรือความอยากรู้ของตน หรือให้นักเรียนปฏิบัติ กิจกรรมใหม่ตามความสนใจของตน	• ทักษะการคิด • ทักษะการทำงานกลุ่ม • ทักษะการสืบค้น • ความมุ่งมั่น ความใฝ่รู้ ฯลฯ
ขั้นที่ 5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exhibition phase) เป็นขั้นที่นักเรียนได้แสดงผลจากการศึกษาหรือผลจากการ ปฏิบัติกิจกรรมในขั้นที่ 4 ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ ตรวจสอบและสะท้อนกลับโดยอาจใช้เทคนิคการสังเกตพฤติกรรมหรือตั้ง คำถามปลายเปิดหรือใช้แบบวัดหรือแบบฝึกเพื่อหาตรวจสอบว่านักเรียนเกิด การพัฒนาในทัศน/ทักษะทางวิชาการและข้ามกลุ่มสาระ หรืออาจให้ นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะการทำงานกลุ่มของตนเองและเพื่อนๆ	• ทักษะการสื่อสาร/การอธิบาย • ทักษะการนำเสนอผลงาน • ทักษะการคิด • ความตรงต่อเวลา • การรับฟัง/ยอมรับความเห็น ของผู้อื่น • การชื่นชมผลงานของผู้อื่น • ฯลฯ

2.3.2 บทบาทครูผู้สอนและนักเรียนของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

ดัดแปลง

บทบาทครูผู้สอนและบทบาทนักเรียนของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ดัดแปลง แสดงปรากฏดังตาราง 6 (วิชาญ เลิศหล, 2543, น. 307-308; ประสาท เนืองเฉลิม, 2558, น. 150-153; สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2551, น. 3-4)

ตาราง 6 บทบาทครูผู้สอนและบทบาทนักเรียนของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ดัดแปลง

ลำดับขั้น	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement phase)	1. สร้างความสนใจในบทเรียน 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด 4. กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักร่วมกันคิด 5. จัดสถานการณ์ที่น่าสนใจ 6. ตั้งคำถามตอบหรือความคิดที่ไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์มาให้ให้นักเรียนคิดและอภิปรายร่วมกัน 7. ให้นักเรียนคิดในการตอบคำถาม 8. ชักถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้	1. ถามคำถามตามประเด็น 2. ตอบคำถาม 3. แสดงความสนใจ 4. แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด 5. นำเสนอประเด็น/เหตุการณ์ที่น่าสนใจ
2. ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อค้นพบ (Exploration phase)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเพื่อวิเคราะห์กระบวนการสำรวจตรวจสอบ 2. ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ 3. สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน 4. ให้คำปรึกษา/ข้อเสนอแนะแก่นักเรียน 5. ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ 6. สังเกตการทำงานของนักเรียน 7. ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม 2. ตั้งสมมติฐาน 3. พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้ 4. ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบ 5. บันทึกผลการสังเกตอย่างละเอียดรอบคอบและให้ข้อคิดเห็น 6. เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 7. มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์

ตาราง 6 (ต่อ)

ลำดับขั้น	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
3. ขั้นอธิบายมโนทัศน์ (Explanation phase)	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็น - กระตุ้นให้นักเรียนได้อธิบายโดยมีเหตุผล หลักการ หรือหลักฐานประกอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่ตนได้สังเกต - ให้นักเรียนได้ใช้ประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน - ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน - ส่งเสริมให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้ อย่างถูกต้องชัดเจน	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - รับฟังคำอธิบายของผู้อื่นเพื่อนำไปวิเคราะห์ประมวลความรู้ - คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำมาเสนอ - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์ - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตมาใช้อธิบาย
4. ขั้นขยายและ ประยุกต์ใช้ มโนทัศน์ (Elaboration phase)	- ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ทักษะและกระบวนการที่หลากหลายมาปรับใช้ให้เหมาะสมตามบริบท - ให้นักเรียนถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย ความรู้ตามความเข้าใจของตนเอง	- นำข้อมูลไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลในการถามคำถามกำหนดจุดประสงค์ของการ ทดลอง - บันทึกผลการสังเกตและอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจด้วยการอธิบายร่วมกับเพื่อนๆ
5. ขั้นแลกเปลี่ยน เรียนรู้ (Exhibition phase)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ถามคำถามปลายเปิด - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับ การเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม	- แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด - ตอบคำถามปลายเปิดโดยการใช้การสังเกตหลักฐาน และ คำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - ประเมินความก้าวหน้าด้วยตนเอง - ถามคำถามเพื่อให้มีการตรวจสอบ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E

2.4.1 ผลการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ดัดแปลง

นิรชา อ่ำประเวทย์ (2560, น. 87-88) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ดัดแปลงร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.4.2 ผลการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์

นิติกร อ่อนโยน (2551, น. 80) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E โดยใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E โดยใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประถมพร โคตา (2554, น. 97) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E และการเขียนแผนผังโนมตี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณฤดี นามโนรินทร์ (2556, น. 119) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องบรรยากาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพร เชื้อวงศ์คำ (2557, น. 100) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E เพื่อเน้นการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้การดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.4.3 ผลการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ที่ส่งเสริมเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ศิริภรณ์ เม่นม่น (2543, น. 87) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามทฤษฎีสรณนิคม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามทฤษฎีสรณนิคม มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รุ่งรัตน์ พึ่งเรียน (2548, น. 69-70) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดย การใช้สื่อภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการสอนตามปกติ ซึ่งจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ผลการวิจัยพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อภูมิปัญญา ท้องถิ่นสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประยงค์ ประจงไสย (2551, น. 79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมพหุปัญญาด้านความเข้าใจในธรรมชาติ ซึ่งจัดการเรียนการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ 5E ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมพหุปัญญาด้านความ เข้าใจธรรมชาติมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แขนภา อำขา (2556, น. 93-98) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจต คติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโน ทัศน์ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโน ทัศน์ ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E และมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ใช้การ จัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลูคัส (Lucas, 1975, pp. 6530-6531) ได้ศึกษาผลการอบรมในโปรแกรมการ สอนอุตุนิยวิทยาแก่นักเรียนวิทยาศาสตร์ที่ศูนย์วิทยาศาสตร์เฟิร์นแบงค์ (Fernbank Science Center) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เดวิส (Davis, 1979, pp. 4164) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ 5E โดยการชี้แนะแนวทางการค้นพบกับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำราที่ส่งผล ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน

แบบสืบเสาะหาความรู้โดยการชี้แนะแนวทางการค้นพบมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา

ไคลเดียนส์ (Klindienst, 1993, pp. 1748) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5E วิชาวิทยาศาสตร์ต่อโครงสร้างความรู้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

จากการศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E หลังการสอน (ประยงค์ ประจงไสย, 2551, น. 79; ศิริภรณ์ เม่นมั่น, 2543, น. 87; แชนภา อำชำ, 2556, น. 93-98; รุ่งรัตน์ พิงเรียน, 2548, น. 69-70; Davis, 1979, pp. 4164; Lucas, 1975, pp. 6530-6531; Klindienst, 1993, pp. 1748) ในภาพรวมพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (นฤดี นามโนรินทร์, 2556, น. 119; ศิริพร เชื้อวงศ์, 2557, น. 100; ประถมพร โคตา, 2554, น. 97; นิติกร อ่อนโยน, 2551, น. 80; Klienman, 1963)

ดังนั้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E เป็นกระบวนการที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิด การปฏิบัติ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วย สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และมักยึดแนวคิดของบลูมเป็นพื้นฐานในการปฏิบัติเพื่อเชื่อมความสำคัญของประเด็นต่างๆ เข้าด้วยกันจนสามารถสรุปออกมาซึ่งมีเหตุผลรองรับ ทั้งนี้การจัดการสอนแบบ 5E ยังส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกใช้ การจัดการเรียนรู้แบบ 5E ดัดแปลง เนื่องจากในขั้นสุดท้าย เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยมีครูผู้สอนและนักเรียนร่วมให้ผลสะท้อนกลับอันจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง ผู้วิจัยจึงอยากทราบว่า ถ้านำการจัดการเรียนรู้มาจัดการเรียนการสอน จะทำให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นเพียงใด

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทบาทครูผู้สอนและนักเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง

การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงนั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ (Online) ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนด้วยแนวคิดทฤษฎีสรคนิยม (Constructivism) โดยมีบทบาทครูผู้สอนและนักเรียน ปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 บทบาทครูผู้สอนและนักเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง

การปฏิบัติ	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ก่อนเริ่มสอน	- สนทนากับนักเรียนเพื่ออธิบาย และแก้ไขข้อบกพร่อง การเข้าใจผิดใน การทำการบ้านบนเว็บไซต์	- ถามปัญหาหรือข้อสงสัย
ขั้นการสอน	- สร้างความสนใจในบทเรียน - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ชักถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ - ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด	- แสดงความสนใจ - ตอบคำถาม - แสดงความคิดเห็น
สำรวจข้อมูลเพื่อ การค้นพบ (Exploration phase)	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเพื่อวิเคราะห์ในการทำกิจกรรม - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้คำปรึกษา/ข้อเสนอแนะ	- แก้ไขหรือร่วมมือกัน ทำงานร่วมกัน และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน
อธิบายในทัศน์ (Explanation phase)	- ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน - ส่งเสริมให้นักเรียนคิดและแสดงความคิดเห็น - ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน	- คิดวิเคราะห์วิจารณ์ประเด็นต่างๆ - รับฟังคำอธิบายของผู้อื่น

ตาราง 7 (ต่อ)

การปฏิบัติ		บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
ขยายและการประยุกต์ใช้ มินิทัศน์ (Elaboration phase)		- ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่มีมาประยุกต์ใช้	- นำความรู้ไปประยุกต์ใช้
		- เปิดโอกาสให้นักเรียนขยายความรู้ความเข้าใจของตน	- มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน
แลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exhibition phase)		- ให้อธิบายสะท้อนกลับนักเรียน (ตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น)	- สะท้อนความคิดในบทเรียนและผลการจัดกิจกรรม
	หลังสอน	- มอบหมายงาน (ทำการบ้านในรูปแบบ online หรือ offline) - สร้างและใช้ข้อมูลเพื่อการสอนไปไว้บนเว็บไซต์ใน ส่วนกลางเพื่อให้นักเรียนเข้าถึงแหล่งข้อมูล - ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านการสังเกตการ บันทึกข้อมูล แบบทดสอบ และผลงานนักเรียน	- มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย - มีความตรงต่อเวลาในการส่งงาน

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.1 ความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analytical Ability)

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณา แยกแยะออกเป็นส่วนๆ บนพื้นฐานความรู้เดิม ทฤษฎี และข้อเท็จจริงอย่างเป็นเหตุเป็นผลและความสัมพันธ์กันเพื่อใช้ในการตัดสินใจเรื่องต่างๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (ปรีดาวรรณ อ่อนนางใย, 2555, น. 4; สุกัญญา ลีธีระ, 2549, น. 5; สุภัทตรา กุลยะ, 2551, น. 5-6; สุพชยา ปาทา, 2554, น. 7-8)

4.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การคิดเป็นกระบวนการทางสมองของมนุษย์ซึ่งมีศักยภาพสูงจึงทำให้มนุษย์แตกต่างจากสัตว์โลกชนิดอื่น การศึกษาแนวคิดในอดีตนอกจากจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญสามารถช่วยให้ความเข้าใจในแนวคิดใหม่ๆ แล้ว ยังเป็นการทบทวนแนวคิดสำคัญของนักคิดที่ทรงคุณค่าต่อการเรียนรู้ของมนุษย์ ดังนี้

4.2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของบลูม (Bloom, 1956, pp. 6-9, 201-207 อ้างถึงใน ปรีดาวรรณ อ่อนนางใย, 2555, น. 10.)

บลูม (Bloom's Taxonomy) กำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการรู้คิด ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ทำให้ส่งผลต่อความสามารถทางการคิดโดยจำแนกออกเป็น 6 ระดับ ซึ่งคำถามในแต่ละระดับมีความซับซ้อนแตกต่างกัน ได้แก่

1. ระดับความรู้ความจำ เป็นความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา เช่น ความรู้ในศัพท์ที่ใช้ความรู้ในข้อเท็จจริง ความรู้ในวิธีดำเนินการ ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ความรู้ตามแนวโน้มลำดับชั้น ความรู้การจัดจำแนกประเภท ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ เป็นต้น

2. ระดับความเข้าใจ เป็นการแปลความ ตีความ และขยายความ

3. ระดับการนำไปใช้ เป็นการประยุกต์ใช้

4. ระดับการวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

5. ระดับการสังเคราะห์ เป็นการสังเคราะห์ในการสื่อความ สังเคราะห์แผนงาน และสังเคราะห์ความสัมพันธ์

6. ระดับการประเมินค่า เป็นการประเมินค่าที่อาศัยข้อเท็จจริงภายในและภายนอก

บุคคลจะมีทักษะในการแก้ปัญหาและตัดสินใจได้นั้นจะต้องมีความสามารถวิเคราะห์และเข้าใจสถานการณ์ ดังนั้นการจะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระที่เป็นองค์ประกอบความรู้ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในข้อมูลอาจต้องผสมผสานข้อมูลความรู้ในลักษณะต่างๆ เช่น การจัดพวก การแปล การตีความ การประยุกต์ การวิเคราะห์ส่วนย่อยและความสัมพันธ์ที่สร้างความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ สู่การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ตามจุดมุ่งหมายของบลูม โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันกับสถานการณ์ใหม่ๆ ในเชิงสร้างสรรค์เพราะเป็นการพัฒนาความสามารถในการมีเหตุผลและเป็นการเรียนรู้ที่คงทนของแต่ละบุคคล

4.2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget, 1972 อ้างถึงในสุวัฒน์ วิวัฒนานนท์, 2550, น. 52-53)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและการคิดของเพียเจต์ เชื่อว่า การพัฒนาสติปัญญาของมนุษย์ช่วงอายุเท่ากันจะมีลักษณะเดียวกัน แต่จะแตกต่างกันในช่วงอายุต่างกัน เนื่องจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสิ่งแวดล้อม เริ่มต้นจากการสัมผัส การคิดอย่างเป็นรูปธรรม ไปสู่การคิดอย่างเป็นนามธรรม โดยผู้เรียนพยายามปรับตัวให้เกิดภาวะสมดุลด้วยกระบวนการดูดซึมภาพและเหตุการณ์ต่างๆ เข้าไว้ภายในความคิดของตน และสามารถปรับกระบวนการทางความคิดเดิมให้สอดคล้องกับความคิดใหม่ เพียเจต์จึงจัดกระบวนการทางสติปัญญาและการคิด ออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นใช้ประสาทรับรู้ (Sensory-motor Stage) เป็นระยะพัฒนาการของเด็ก ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 2 ปี เริ่มจากพัฒนาการรับรู้การเคลื่อนไหวอวัยวะต่างๆ เป็นส่วนใหญ่ ในวัยนี้เด็กจะแสดงออกเพื่อให้เห็นว่ามีความรู้สติปัญญาด้วยการกระทำ โดยที่เด็กสามารถแก้ปัญหาเองได้ แม้ว่าจะไม่ต้องอธิบายด้วยคำพูด ซึ่งเด็กจะต้องได้อยู่กับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาสติปัญญาและการคิด และเด็กในวัยนี้มักจะทำอะไรซ้ำๆ บ่อยๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามเปลี่ยนใช้วิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุสิ่งที่ต้องการ แต่กิจกรรมของเด็กในวัยนี้ส่วนใหญ่จะใช้การสัมผัสเท่านั้น

2. ขั้นควบคุมอวัยวะต่างๆ (Proportional Stage) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็ก 2 ช่วง คือ ตั้งแต่อายุ 2-4 ปี เริ่มจากเด็กมีพัฒนาการทางภาษามากขึ้น มีเหตุผลเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน แต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ไม่มีขอบเขต เพราะเด็กจะยึดความคิดตัวเองเป็นใหญ่ นอกจากนี้ความเข้าใจต่อสิ่งต่างๆ จะอยู่ในระดับเบื้องต้น ซึ่งความคิดรวบยอดของเด็กวัยนี้ยังไม่พัฒนาเต็มที่ และช่วงอายุตั้งแต่ 5-7 ปี เป็นช่วงของการคิดที่เกิดจากการรับรู้สิ่งต่างๆ รอบตัวดีขึ้น รู้จักแยกประเภท

เข้าใจความหมายของจำนวนเลข สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ และก้าวไปสู่การคิดอย่างมีเหตุผลมากขึ้น

3. ขั้นคิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete Operation Stage) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 7-12 ปี จะมีการพัฒนาทางด้านสมองและสติปัญญาทางความคิดมากขึ้น สามารถเข้าใจถึงกฎเกณฑ์ เข้าใจเหตุ รู้จักแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรม เข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ความสามารถในการคิดย้อนกลับ มีประสิทธิภาพในความจำมากขึ้น และสามารถจัดกลุ่มหรือจัดการได้อย่างสมบูรณ์

4. ขั้นคิดอย่างเป็นนามธรรม (Formal-operations Stage) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กตั้งแต่อายุ 12-15 ปี เป็นขั้นที่ความคิดและสติปัญญาเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ สามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ คิดเป็นขั้นตอน และมีความสามารถคิดพิจารณาในสิ่งที่ เป็นนามธรรมได้ แต่เด็กก็ต้องแสวงหาความรู้และประสบการณ์ต่างๆ เพิ่มขึ้น และจะมีพัฒนาความคิดที่เป็นผู้ใหญ่เต็มตัวเมื่ออายุ 20 ปีขึ้นไป

การพัฒนาของเด็กในแต่ละขั้นเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากระดับต่ำสู่ระดับสูงขึ้น โดยเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยหลักที่จะส่งผลต่อการพัฒนาของเด็ก โดยเฉพาะช่วงอายุ 11-12 ปี นักเรียนสามารถคิดได้ซับซ้อนยิ่งขึ้น ถ้ากิจกรรมการเรียนรู้สามารถสร้างประสบการณ์ใหม่ต่อจากประสบการณ์เดิมจะส่งเสริมให้ความคิดของนักเรียนมีพัฒนาการมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ทฤษฎีของเพียเจต์ อธิบายพัฒนาการของการคิดจากขั้นหนึ่งไปสู่ขั้นหนึ่ง อาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ องค์ประกอบของร่างกายแล้ววุฒิภาวะ ประสบการณ์ทางกายภาพและทางสมอง ประสบการณ์ทางสังคม และภาวะสมดุล ซึ่งเป็นกระบวนการที่แต่ละคนใช้ในการปรับตัว เพียเจต์มีความเชื่อว่า เป้าหมายของการพัฒนาการคือ

1. ความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งที่ เป็นนามธรรม
2. ความสามารถที่จะคิดตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล
3. ความสามารถที่จะตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา

ทฤษฎีเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ สรุปได้ว่า ในช่วงอายุ 11-12 ปี เด็กจะมีพัฒนาการทางความคิดและสติปัญญาอย่างต่อเนื่องในระดับสูงขึ้นจากการอาศัยประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมทางสังคม

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาและการคิดของเพียเจต์มาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ กับกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีอายุระหว่าง 11-12 ปี

โดยเพียเจต์เชื่อว่านักเรียนในช่วงชั้นนี้สามารถเข้าใจถึงกฎเกณฑ์ เข้าใจเหตุ รู้จักแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรม เข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย มีความสามารถในการคิดย้อนกลับ และนำทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของบลูมมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในครั้งนี้ เพื่อสร้างสมรรถภาพทางการคิดวิเคราะห์ในการหาเหตุและผลมาเชื่อมโยงกัน

4.3 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การวิเคราะห์มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ดังนี้ (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2546, น. 26-30; สุวิทย์ คำมูล, 2548, น. 17; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2548, น. 52)

1. ความสามารถในการตีความ หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจ และจะต้องวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล เพื่อแปลความหมาย สร้างความเข้าใจต่อสิ่งเหล่านั้น โดยเกณฑ์ที่แต่ละคนใช้จะมีมาตรฐานแตกต่างกัน ตามความเหมาะสม ความรู้ ประสบการณ์ และความสามารถในการเชื่อมโยงกับเหตุผล

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์ที่ดี เพราะความรู้จะช่วยกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ จำแนก แจกแจง

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัย และช่างถาม หมายถึง การนำองค์ประกอบทั้ง 3 นี้ร่วมกัน เพื่อจะนำไปสู่การวิเคราะห์สืบค้นหาความจริงของคำถามจะต้องยึดหลัก 4W1H คือ ใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไหร่ (When) เพราะเหตุใด (How)

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หมายถึง การจำแนก แยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นความเท็จด้วยการใช้เหตุผล

จากองค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์จะสมบูรณ์นั้นต้องอาศัยองค์ประกอบหลายๆ ส่วนเพื่อที่จะใช้เทคนิคในการตั้งคำถามอย่างมีเหตุผลและถูกต้อง

4.4 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.4.1 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของสุวิทย์ คำมูล (2547, น. 23-24) ได้จำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่างๆ ว่ามีสาระสำคัญอะไร มีปัจจัยอะไรบ้าง มีเหตุมีผลอย่างไร เช่น การวิเคราะห์ข่าว บทความ เรื่องสั้น สารคดี ตัวอย่างคำถามการวิเคราะห์ส่วนประกอบ เช่น

- อะไรเป็นสาเหตุของความสำคัญของความยากจน
- อะไรเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

- องค์ประกอบเรื่องสั้นมีอะไรบ้าง
- สาระสำคัญของบทความเรื่องนี้คืออะไร

การวิเคราะห์ส่วนประกอบไม่ใช่เรื่องยาก แม้แต่นักเรียนระดับปฐมวัยก็สามารถวิเคราะห์ส่วนประกอบได้

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่างๆ โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลหรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างคำถามการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เช่น

- ครอบครัวมีปัญหาส่งผลกระทบต่อสังคมอย่างไร
- พ่อแม่ทะเลาะกันส่งผลกระทบต่อลูกอย่างไร
- พืชและสัตว์มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
- ชุนแผนและนางวันทองเกี่ยวข้องกันอย่างไร

เมื่อมีเหตุย่อมมีผล ผลย่อมเกิดจากเหตุ เหตุกับผลหรือผลกับเหตุย่อมมีความสัมพันธ์กัน เป็นทฤษฎีที่นักเรียนสามารถรับรู้และเข้าใจได้

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นว่ามีความสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่อง การระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นสำคัญของเรื่อง เทคนิคที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่าน และรูปแบบของภาษาที่ใช้ ตัวอย่างคำถามการวิเคราะห์หลักการ เช่น

- หลักการสำคัญของการอ่านคืออะไร
- หลักการสำคัญของการเขียนคืออะไร
- หลักการสำคัญของการพูดคืออะไร
- หลักการสำคัญของการฟังคืออะไร
- ความมุ่งหมายของการเรียนคืออะไร
- แก่นของเรื่องสั้นเรื่องนี้คืออะไร

4.4.2 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539, น. 149-154) ได้จำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ เป็นวิเคราะห์มูลเหตุ ต้นกำเนิด ผลลัพธ์ และความสำคัญของเรื่องราวทั้งปวง เป็นการเปรียบเทียบว่าเหตุผลใดถูกต้องที่สุด ตัวอย่างคำถาม เช่น คณิตศาสตร์สาขาใดต้องใช้เหตุผลมากที่สุด

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาความสำคัญย่อยๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างติดต่อเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร ตัวอย่างคำถาม เช่น เพราะเหตุใดจึงได้ดังตามแนวโน้มของโลก

3. วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าโครงของเรื่องรวมนั้นว่ายึดถือหลักการใด มีเทคนิคการเขียนอย่างไรจึงชวนให้คนอ่านมีมโนภาพหรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ตัวอย่างคำถาม เช่น การเกิดลมบกลมทะเล อาศัยหลักการใด

4.4.3 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของสุทธิวรรณ พิศศักดิ์โสภณ (ม.ป.ป., น. 4-11) ได้จำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

ความสามารถทางการคิดของบลูมในระดับการคิดวิเคราะห์ เป็นทักษะการคิดระดับพื้นฐานของนักเรียนสู่ความสามารถทางการคิดในระดับสูง เพราะนักเรียนเข้าใจเหตุการณ์ต่างๆ อย่างชัดเจนผ่านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการโดยนักเรียนสามารถวิเคราะห์ประเด็นต่างๆ จากส่วนย่อยไปส่วนใหญ่ และเชื่อมความสัมพันธ์ของประเด็นต่างๆ เข้าด้วยกันจนสามารถสรุปอย่างเป็นหลักการโดยมีเหตุผลรองรับตามรายละเอียดดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Element) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะได้ว่า สิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญ ประกอบด้วย

1.1 การวิเคราะห์ชนิด เป็นความสามารถในการจำแนก ชนิด ลักษณะ ประเภท ข้อความ เรื่องราว สิ่งของ เหตุการณ์ การกระทำต่างๆ เช่น

- ถ้ามองจากรายละเอียดทั้งหมด เช่น จาก (สถานการณ์) เป็นคำกล่าวประเภทใด คำพูดนี้มีลักษณะใด ผลการทดลองนี้มีลักษณะอย่างไร และข้อความนั้นเป็นชนิดใด

- ถ้ามองจากบางส่วน เช่น พรรคที่สามเป็นคำกล่าวชนิดใด และข้อความนี้ (พรรค, ตอน) มีลักษณะใด

- ถ้ามองกลับไปหาพรรคที่ ตอนี่ ส่วนที่ เช่น ข้อความตอนใดเป็นข้อเท็จจริง และการทดลองครั้งใดเชื่อถือได้

1.2 การวิเคราะห์สิ่งสำคัญ เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งใดสำคัญ สิ่งใดไม่สำคัญ เป็นการค้นหาสาระสำคัญ ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อย เช่น

- ถ้ามองให้วิเคราะห์จากรายละเอียดทั้งหมด เช่น ข้อความนี้กล่าวว่าสิ่งใดสำคัญที่สุด เรื่องนี้ให้คิดอย่างไร ควรตั้งชื่อเรื่องนี้ว่าอะไร และสิ่งสำคัญในการทดลองนี้คืออะไร

- ถามให้วิเคราะห์เฉพาะตอน เฉพาะวรรค เช่น ย่อหน้านี้นักกล่าวถึงอะไร ส่วนใดของเรื่องที่ขาดไม่ได้ สิ่งใดของเรื่องมีความสำคัญน้อยที่สุด และจุดมุ่งหมายเรื่องนี้เป็นอะไร

- ถามให้วิเคราะห์แบบกลับ เช่น ตอนใดที่กล่าวถึงความสำคัญของเรื่องนี้ และ ยกคำสนทนาระหว่างบุคคลมา แล้วถามว่าคำพูดของใครมีเหตุผลมากกว่า

1.3 วิเคราะห์เลขนัย เป็นความสามารถในการแยกแยะ ค้นหาเจตนา ความคิดที่แฝงอยู่ในข้อความ เรื่องราว เหตุการณ์ต่างๆ เช่น

- ถามให้วิเคราะห์จากเรื่องราวทั้งหมด เช่น ข้อความนี้กล่าวถึงใคร เรื่องนี้มีผลกระทบถึงใคร เรื่องนี้แฝงคติใด และคำพูดนี้มีความหมายเป็นนัยทำนองใด

- ถามให้วิเคราะห์เฉพาะตอน เฉพาะวรรค เช่น คำพูดตอนใดที่สื่อว่าผู้พูดกล่าวเท็จ

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร มีอะไรสัมพันธ์กัน สัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด ความสัมพันธ์นั้นสอดคล้องหรือขัดแย้งกัน ประกอบด้วย

- สัมพันธ์ตามกัน คือ ของสองสิ่งหรือหลายสิ่ง queเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน หรือขึ้นลงตามกัน เช่น คำกล่าวใดสอดคล้องกับเรื่องนี้ สิ่งใดเกี่ยวข้องกับสิ่งนั้นโดยตรง เรื่องนี้สนับสนุนอะไร และสิ่งใดจะเกิดตามมา

- สัมพันธ์กลับกัน คือ สิ่ง queเปลี่ยนแปลงจำนวนและขนาดตรงกันข้าม เช่น สิ่งใดขัดแย้งกับกฎนี้ คำกล่าวใดสับสนผิด และข้อเท็จจริงใดไม่สมเหตุผล

- ไม่มีความสัมพันธ์กัน คือ สิ่ง queไม่มีคุณลักษณะใดเกี่ยวข้องกันและกันเลย เช่น สิ่งใดไม่เกี่ยวข้องกัน และสิ่งใดไม่สอดคล้องกับเรื่องนี้

- ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยกับส่วนย่อย คือ การหาความเกี่ยวข้องระหว่างส่วนย่อยๆ ด้วยกันเองในแง่มุมต่างๆ เช่น ข้อความวรรคนี้มีลักษณะเป็นเช่นไรกับวรรคนั้น ตอนนี้เกี่ยวข้องกับเช่นไรกับตอนที่ 2 และ 3 และวรรคใดสนับสนุนหรือขัดแย้งกับวรรคนั้น

- ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยกับเรื่องทั้งหมด คือ การถามความสัมพันธ์ระหว่างตอนใดตอนหนึ่งของเรื่องนั้นกับเนื้อความทั้งหมด เช่น โคลงบทที่ 3 เกี่ยวข้องกับโคลงทั้งบทเช่นไร หรือ ข้อความนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้อย่างไร

- ความสัมพันธ์ระหว่างหลายๆ ส่วนย่อยกับเรื่องทั้งหมด คือ การถามที่ ต้องการให้ค้นหาว่ามีส่วนย่อยใดบ้างและสิ่ง queมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น เช่น ให้อ่านบทความแล้วถามใจความนั้น

- ความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องกับเรื่อง คือ คำถามที่ให้ค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างเรื่องราวทั้งหมด สองเรื่อง หรือมากกว่านั้น โดยถามให้พิจารณาในแง่ของความสอดคล้อง ขัดแย้ง หรือไม่เกี่ยวข้องกัน เช่น ถามใจความสำคัญของเรื่องว่าเหมือนหรือตรงข้ามกับเรื่องใด

- ถามแบบกลับ คือ คำถามที่ให้ออก ตำแหน่งของความสัมพันธ์ทั้งหมดที่กล่าวไปข้างต้นว่า อยู่ตรงส่วนไหนของเรื่องนั้น เช่น ตอนใดที่กล่าวถึงสาเหตุของเรื่องนั้น เนื้อความตอนใดที่ขัดแย้งกัน และเนื้อความตอนใดสนับสนุนผลสรุปนี้

3. การคิดวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organization Principles) หมายถึง การค้นหาโครงสร้างของระบบ เรื่องราว สิ่งของและการทำงานต่างๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นดำรงอยู่ได้ในสภาพเช่นนั้น เนื่องจากอะไร ประกอบด้วย

3.1 วิเคราะห์โครงสร้าง คือ การถามถึงลักษณะของวิธีรวมตัวของส่วนประกอบย่อยๆ ที่เชื่อมโยงยึดเหนี่ยวเข้าด้วยกัน เช่น การเพาะเชื้อมีกระบวนการทำอย่างไร และส่วนประกอบของเซลล์พืชมีอะไรบ้าง

3.2 วิเคราะห์หลักการ คือ การแยกแยะเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่างๆ แล้วสรุปเป็นคำตอบหลักได้ เช่น หลักการของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นอย่างไร และเหตุใดประเทศไทยจึงไม่มีหิมาดก

จากการทบทวนองค์ความรู้ที่เกี่ยวกับการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักวิชาการดังกล่าวข้างต้น ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดสำหรับวัดความสามารถทางการคิดที่ผู้วิจัยเป็นคนสร้างขึ้นมาให้สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียนและครอบคลุมความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ทั้ง 3 ด้าน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Element) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะหน่วยย่อยต่างๆ ออกจากข้อมูล ซึ่งหน่วยย่อยนั้นอาจมีการกล่าวถึงในข้อมูลอย่างชัดเจนหรือไม่ได้กล่าวถึงอย่างชัดเจน

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ค้นหาความสัมพันธ์ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ว่ามีความสัมพันธ์ สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. วิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) หมายถึง การคิดวิเคราะห์การจัดระบบ รวบรวมโครงสร้าง เพื่อให้เข้าใจหลักการ จุดมุ่งหมาย แนวคิดสำคัญของการเชื่อมโยงที่เกี่ยวข้องกัน

โดยแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์มีลักษณะเป็นสถานการณ์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือจากบทความต่างๆ จำนวน 10 ข้อ และไม่เป็นสถานการณ์จำนวน 10 ข้อ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก รวมทั้งหมด 20 ข้อ โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

4.5 แบบวัดความสามารถทางการคิด

แบบวัดความสามารถทางการคิดมีเครื่องมือ 2 แบบ คือ แบบวัดมาตรฐาน กับแบบวัดสร้างขึ้นเอง

1. แบบวัดมาตรฐาน ใช้วัดความสามารถทางการคิด สามารถจัดกลุ่มได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบวัดการคิดทั่วไป และแบบวัดการคิดเฉพาะด้าน

1.1 แบบวัดการคิดทั่วไป

แบบวัดการคิดทั่วไป เป็นแบบวัดที่มุ่งวัดให้ครอบคลุมความสามารถทางการคิด โดยเป็นความคิดที่อยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้ทั่วไป แบบวัดลักษณะนี้ส่วนใหญ่เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ

1.2 แบบวัดความสามารถทางการคิดลักษณะเฉพาะด้าน

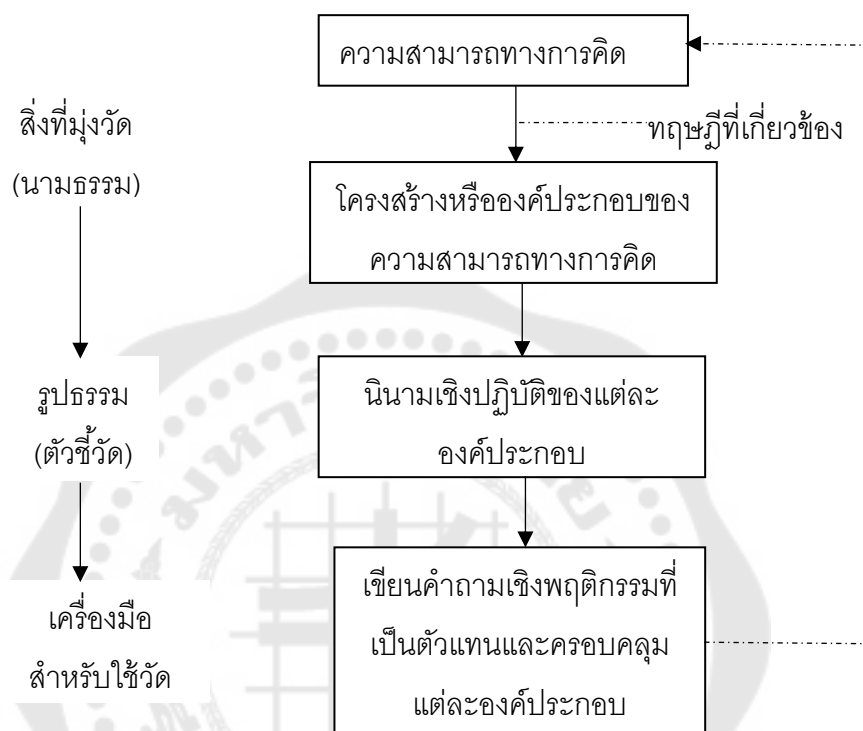
แบบวัดความสามารถทางการคิดลักษณะเฉพาะด้าน เป็นแบบวัดที่มุ่งวัดความสามารถทางการคิดเฉพาะแบบที่แสดงถึงลักษณะของการคิด เช่น การคิดแบบนิรนัย (Deductive) ความสามารถประเมินข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

2. แบบวัดสำหรับวัดที่สร้างขึ้นเอง ทิศนา ขัมมณี; และคณะ (2540, น. 67-72) ได้กล่าวไว้ ดังนี้

2.1 หลักการสร้างแบบวัดความสามารถทางการคิด

การคิด (Thinking) เป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา การคิดที่เราสนใจในที่นี้เป็นการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย (Directed Thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่นำไปสู่เป้าหมายโดยตรงหรือคิดค้นข้อสรุปอันเป็นคำตอบสำหรับตัดสินใจหรือแก้ปัญหาสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การคิดจึงเป็นความสามารถอย่างหนึ่งทางสมอง การคิดเป็นนามธรรมที่มีลักษณะซับซ้อนไม่สามารถมองเห็น ไม่สามารถสังเกต สัมผัสโดยตรง จึงต้องอาศัยหลักการวัดทางจิตมิติ (Psychometrics) มาช่วยในการวัดความสามารถทางการคิดของบุคคล ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับความคิด เพื่อนำมาเป็นกรอบหรือโครงสร้างของการคิด เมื่อมีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดแล้ว จะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิด

จากนั้นจึงเขียนข้อความตามตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะของแต่ละองค์ประกอบของการคิดนั้น ปรากฏดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 2 หลักการสร้างแบบวัดความสามารถทางการคิด

ที่มา: ทิศนา ขัมมณี และคณะ (2540). หน้า 70.

2.2 ขั้นตอนการพัฒนาแบบวัดความสามารถทางการคิด ในการพัฒนาแบบวัดความสามารถทางการคิด มีขั้นตอนดำเนินการที่สำคัญ ดังนี้

2.2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัด

กำหนดจุดมุ่งหมายสำคัญของการสร้างแบบวัดความสามารถทางการคิด ผู้พัฒนาแบบวัดจะต้องพิจารณาจุดมุ่งหมายของการนำแบบวัดไปใช้ด้วยว่า ต้องการวัดความสามารถทางการคิดทั่วไป หรือวัดความสามารถทางการคิดเฉพาะวิชา (Aspect-Specific) โดยการวัดนั้นมุ่งติดตามความก้าวหน้าของความสามารถทางการคิด (Formative) หรือต้องการเน้นการประเมินผลสรุปรวม (Summative) สำหรับการตัดสินใจรวมทั้งการแปลผลการวัดเน้นการเปรียบเทียบกับมาตรฐานของกลุ่ม (Criterion-Referenced)

2.2.2 กำหนดกรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการ

ผู้พัฒนาแบบวัดควรศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยเลือกแนวคิดหรือทฤษฎีให้เหมาะสมกับบริบทและจุดมุ่งหมายที่ต้องการเป็นหลัก แล้วนำมากำหนดโครงสร้าง/องค์ประกอบของความสามารถทางการคิดตามทฤษฎีและให้นิยามเชิงปฏิบัติการที่สามารถบ่งชี้ถึงลักษณะของแต่ละองค์ประกอบของการคิดนั้นได้

2.2.3 การสร้างข้อสอบ

การสร้างผังข้อสอบเป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบวัดความสามารถทางการคิดที่ต้องสร้างให้ครอบคลุม โครงสร้างหรือองค์ประกอบใดบ้างตามทฤษฎี และกำหนดแต่ละส่วนมีน้ำหนักความสำคัญมากน้อยเพียงใด

2.2.4 เขียนข้อสอบ

กำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบตัวคำถาม คำตอบ และวิธีการตรวจให้คะแนน เช่น กำหนดว่าตัวคำถามเป็นลักษณะสถานการณ์ สภาพปัญหาหรือข้อมูลสั้นๆ อาจได้มาจากบทความ รายงานต่างๆ บทสนทนาที่พบในชีวิตประจำวันหรืออาจเขียนขึ้นมาเอง ส่วนคำตอบอาจเป็นข้อสรุปของสถานการณ์หรือปัญหานั้น 3-5 ข้อสรุป เพื่อให้ผู้ตอบพิจารณาตัดสินใจว่าข้อสรุปใดน่าเชื่อถือมากกว่ากัน น่าจะเป็นจริงหรือไม่ เป็นต้น ส่วนการตรวจให้คะแนนมีการกำหนดเกณฑ์การตรวจไว้ เช่น ตอบถูกต้องตรงค่าเฉลยได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน เป็นต้น

เมื่อกำหนดรูปแบบของข้อสอบแล้ว จึงลงมือสร้างข้อสอบตามผังข้อสอบที่กำหนดไว้จนครบทุกองค์ประกอบ ภาษาที่ใช้ควรเป็นไปตามหลักการเขียนข้อสอบที่ดี แต่สิ่งที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ได้แก่ การเขียนข้อสอบให้วัดได้ตรงตามโครงสร้างของการวัดพยายามหลีกเลี่ยงคำถามนำและคำถามที่ทำให้ผู้ตอบสับสนตอบเพื่อให้ดูดี

หลังจากร่างข้อสอบเสร็จแล้ว ควรตรวจสอบเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการวัด และความชัดเจนของภาษา โดยผู้เขียนข้อสอบเองและผู้ตรวจสอบที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบวัดความสามารถในการคิด

2.2.5 การคัดเลือกข้อสอบ

นำแบบวัดไปทดลองใช้กับกลุ่มประชากรหรือกลุ่มใกล้เคียง และนำผลมาทำการวิเคราะห์คุณภาพ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลและวิเคราะห์แบบข้อสอบ

วิเคราะห์ข้อสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ ในด้านความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายพอเหมาะ และมีอำนาจจำแนกสูง พร้อมปรับปรุงข้อสอบที่ไม่เหมาะสม

คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเหมาะสม หรือข้อสอบที่ปรับปรุงแล้ว ให้ได้จำนวนที่กำหนดเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และนำไปทดลองใช้ใหม่อีกครั้ง เพื่อวิเคราะห์ในด้านความเชื่อมั่น (Reliability) ข้อสอบควรมีความเที่ยงตรงเบื้องต้นอย่างน้อย .05 จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ได้ ส่วนการตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) ของข้อสอบ ถ้าสามารถหาเครื่องมือวัดความสามารถทางการคิดที่เป็นมาตรฐานสำหรับใช้เปรียบเทียบได้ก็คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity) ของข้อสอบด้วย

2.2.6 นำแบบวัดไปใช้จริง

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อและวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบทั้งฉบับว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่ต้องการแล้วจึงนำแบบวัดวัดความสามารถทางการคิดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ในการใช้แบบวัดทุกครั้งควรมีการรายงานค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ทุกครั้งก่อนนำผลการวัดไปแปลความหมาย

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่ได้จากการคิด การเรียนรู้จากประสบการณ์ และการตัดสินใจเป็นตัวกระตุ้นที่จะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยความเต็มใจ โดยแสดงออกมาให้เห็นเป็นพฤติกรรมต่อสิ่งต่างๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2540, น. 2; ณัฐวุฒิ จันละมุด, 2554, น. 60; ประยงค์ ประจงไสย, 2551.)

5.2 องค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ดังนี้ (Zimbardo & Ebbesen, 1970. อ้างถึงใน กมลรัตน์ หล้าสูงวงศ์, 2527, น. 183-184)

5.2.1 ความรู้หรือความคิด (The Cognitive Component) เป็นการที่บุคคลมีความรู้สึกนึกคิด หรือมีมโนคติ (Concept) เกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ ซึ่งอาจเป็นจริงหรือไม่เป็นจริง รวมทั้งความเชื่อต่างๆ ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือบุคคลใดบุคคลหนึ่ง เช่น นักเรียนได้รับข่าวว่าครูประจำชั้นคนใหม่ใจดีมาก ฉะนั้นเมื่อเขาเห็นหน้าครูประจำชั้นครั้งแรก ก็คิดในใจว่าครูใจดี ซึ่งอาจจะใจดีจริงตามคำเล่าลือหรืออาจไม่เป็นจริงก็ได้

5.2.2 ความรู้สึก (The Affective Component) เป็นการที่บุคคลประเมินค่าประมาณความรู้สึก ความชอบหรือการสนองตอบทางอารมณ์ของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่ง เช่น นักเรียนที่คิดว่าครูผู้สอนใจดี จะเริ่มมีความรู้สึกชอบครูผู้สอนก่อนที่ครูผู้สอนจะแสดงความใจดี

5.2.3 พฤติกรรม (The Behavioral Component) เป็นการแสดงออกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ซึ่งเป็นผลมาจากความคิด ความเชื่อ ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้านั้นๆ

จากองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่าแต่ละองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันที่ส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรม หรือลักษณะพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐานสำคัญของเจตคติทั้ง 3 คือ ความรู้หรือความคิด ความรู้สึก และพฤติกรรม

5.3 การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนเป็นสิ่งที่สำคัญเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย โดยมีแนวทางในการพัฒนา (ทบวง มหาวิทยาลัย, 2526, น. 6-7 อ้างถึงใน ประยงค์ ประจงไสย, 2551, น. 57) ดังนี้

5.3.1 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์ เพื่อการเรียนรู้ให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานอย่างเต็มที่โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลอง ให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไปได้เป็นอย่างดี

5.3.2 การมอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการทดลองควรให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและในขณะที่นักเรียนทำการทดลองนั้นครูผู้สอนต้องคอยดูแลหรือให้ความช่วยเหลือเพื่อจะได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

5.3.3 การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์ เป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดี

5.3.4 ในขณะทำการสอนควรนำหลักจิตวิทยาการศึกษามาใช้ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์ที่หลากหลายและแปลกใหม่ หรือฝึกประสบการณ์ผสมผสานหลายๆ ทาง เพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ไม่เบื่อหน่าย ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

5.3.5 ในการสอนแต่ละครั้งพยายามสอดแทรกลักษณะของเจตคติแต่ละลักษณะตามความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียนและวัยของนักเรียน กับให้มีการพัฒนาเจตคตินั้นๆ ด้วย

5.3.6 กระตุ้นให้นักเรียนสนใจความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์แปลกๆ ใหม่ๆ สามารถนำมาแก้ปัญหาต่างๆ ได้ โดยการนำปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาเป็นหัวข้อ

5.3.7 เสนอแนะแบบอย่างของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนอาจศึกษาหรือเลียนแบบอย่างได้ เช่น นักวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอน บิดามารดา เพื่อน เป็นต้น

การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นการปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะในยุคปัจจุบันความเป็นอยู่ของมนุษย์ล้วนแต่มีความเกี่ยวข้องต่อการเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น

5.4 การวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543 , น. 106-108) กล่าวว่าเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้กันอยู่โดยทั่วไปมี 3 วิธี คือ 1) วิธีของเทอร์สโตน (Thurstone) 2) วิธีของลิเคิร์ต (Likert) และ 3) วิธีของออสกู๊ด (Osgood) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการของลิเคิร์ต เป็นเครื่องมือวัดมีรายละเอียดดังนี้

1. ให้ความหมายของเจตคติต่อสิ่งที่จะศึกษานั้นอย่างแจ่มชัด

2. สร้างข้อความให้ครอบคลุมลักษณะที่สำคัญๆ ให้ครบถ้วนทุกแง่มุม ลักษณะของข้อความทางบวกหรือนิมาน (positive) และทางลบหรือนิเสธ (negative) เท่านั้น ข้อความ กลางๆ จะไม่นำมาใช้ในการสร้างการเขียนข้อความควรมีลักษณะดังนี้

2.1 เป็นข้อความสั้นๆ มีความเป็นปรนัย (ชัดเจนมีความหมายแน่นอนไม่คลุมเครือ)

2.2 ควรเป็นข้อความที่เป็นปัจจุบัน

2.3 ไม่ควรใช้ข้อความปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

2.4 ไม่ควรใช้ข้อความที่มีแนวโน้มว่าคนส่วนใหญ่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

2.5 หลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นข้อเท็จจริง (fact) ของเรื่องนั้นๆ เพราะจะเป็นการถาม ข้อเท็จจริงไม่ใช่ความคิดเห็น

2.6 เน้นข้อความที่วัดได้เป็นส่วนตัวมากกว่าข้อความทั่วไป เช่น “ฉันได้รับประโยชน์ จากการเข้าร่วมโครงการงานวิทยาศาสตร์” ซึ่งต่างจากข้อความทั่วไปว่า “กิจกรรมวิทยาศาสตร์มีประโยชน์”

3. กำหนดมาตรวัดคำตอบของข้อความแต่ละข้อความ (ทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย) เป็น 5 ระดับ คือ 1) เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly agree) 2) เห็นด้วย (agree) 3) ไม่แน่ใจ (uncertain) 4) ไม่เห็นด้วย (disagree) 5) ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly disagree)

4. กำหนดคะแนนเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็นซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกมาก ในทางปฏิบัติ ดังนี้

ข้อความเชิงนิมาน (ทางบวก)	ให้ระดับคะแนนดังนี้
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 5
เห็นด้วย	ระดับคะแนน 4
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน 3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน 2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 1

ข้อความเชิงนิเสธ (ทางลบ)	ให้ระดับคะแนนดังนี้
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 1
เห็นด้วย	ระดับคะแนน 2
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน 3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน 4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 5

5. นำข้อความและมาตรวัดมาจัดเป็นแบบวัดเจตคติตามรูปแบบตาราง 2 มิติ

6. นำไปทดลองใช้เพื่อให้ผู้ตอบตอบความรู้สึกที่แท้จริงและตรงกับความเห็นของผู้ตอบมากที่สุด (ไม่คำนึงถึงความถูกต้องหรือข้อเท็จจริง) กลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลที่ทดลองใช้ควรมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลที่ใช้จริง โดยมีจำนวนผู้ตอบไม่น้อยกว่า 5 เท่าของข้อความ

7. นำคำตอบของผู้ตอบแต่ละคนมาให้คะแนน โดยพิจารณาอย่างระมัดระวังว่าทิศทางของข้อความใดเป็นนิมานหรือนิเสธ เนื่องจากคะแนนจะสวนทางหักล้างกัน คะแนนเจตคติของผู้ตอบแต่ละคนได้จากการรวมคะแนนของแต่ละข้อจนครบทุกข้อ

8. หาค่าอำนาจจำแนกของข้อความแต่ละข้อความเพื่อให้ได้ข้อความที่สามารถจำแนกผู้ตอบที่มีเจตคติสูงออกจากผู้ที่มีเจตคติต่ำ

9. เลือกข้อความที่มีอำนาจจำแนกมาใช้เป็นข้อความวัดเจตคติ โดยมีจำนวนข้อความเชิงนิมานและเชิงนิเสธพอๆกัน

10. นำแบบทดสอบฉบับร่างไปหาค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยง

5.5 การสังเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543-2558 และทำการสังเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ปรากฏดังตาราง 8 ดังนี้

ตาราง 8 การสังเคราะห์ลักษณะพฤติกรรมของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ลำดับ	เจตคติทางวิทยาศาสตร์	ผู้วิจัย												รวม	คัดเลือก (✓)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	ความใส่ใจ ความพอใจ	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	2	-
2	ความกระตือรือร้น	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	2	-
3	การทดลอง การค้นคว้า	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
4	การสนทนา ชักถาม ฟัง อ่าน	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
5	ความอยากรู้อยากเห็น	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10	✓
6	ความเพียรพยายาม	-	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9	-
7	ความมีเหตุผล	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9	-
8	ความซื่อสัตย์	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	11	✓
9	ความมีระเบียบรอบคอบ	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10	✓
10	ความใจกว้าง	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	11	✓
11	การไม่ด่วนลงข้อสรุป	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	4	-
12	การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	4	-
13	ความรับผิดชอบ	-	-	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-	✓	-	5	-
14	ความร่วมมือช่วยเหลือ	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	1	-
15	ความคิดสร้างสรรค์	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	1	-
16	ยอมรับเมื่อมีประจักษ์ พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	1	-

หมายเลข 1 ประยงค์ ประจงไธย์ (2551, น. 6-7)	หมายเลข 7 จุฬารัตน์ บุญชู (2556, น. 8-10)
หมายเลข 2 ศรารัตน์ มุลอามาตย์ (2554, น. 6-7)	หมายเลข 8 ศิริภรณ์ แม่นมั่น (2543, น. 7-8)
หมายเลข 3 ณัฐภูมิ จันละมุด (2554, น. 6)	หมายเลข 9 อาภาพร สิงหราช (2545, น. 6-7)
หมายเลข 4 จ้านง ทองช่วย (2551, น. 8)	หมายเลข 10 รชดา บัวไพร (2558, น. 3)
หมายเลข 5 บุญฤดี แซ่ลือ (2545, น. 12)	หมายเลข 11 เอกพันธ์ กลับใจ (2552, น. 7-8)
หมายเลข 6 สุพรรณิ พรพุทธิชัย (2551, น. 12-13)	หมายเลข 12 สสวท (2556, น. 8)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่ปี 2543-2558 พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ที่ศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่มี 4 ด้าน ประกอบด้วย ความอยากรู้อยากเห็น ความซื่อสัตย์ ความมีระเบียบรอบคอบ และความใจกว้าง ตามลำดับ ซึ่งสาเหตุผู้วิจัยนำลักษณะพฤติกรรมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ สสวท มาใช้บางด้าน

เนื่องจาก เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ สสวท ใช้ได้กับทุกระดับชั้น แต่เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้วิจัยท่านอื่นที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ออกมานั้นใช้ระดับชั้นใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างของผู้วิจัย และเครื่องมือในการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยส่วนใหญ่นิยมใช้ คือ มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามวิธีการวัดของลิเคิร์ต (Likert) (ประยงค์ ประจงไธย, 2551, น. 6-7; จุฬารัตน์ บุญชู, 2556, น. 8-10; ศรารัตน์ มุลอามาตย์, 2554, น. 6-7; ศิริภรณ์ แม่นมั่น, 2543, น. 7-8; ญัฐวุฒิ จันละมุด, 2554, น. 6; อาภาพร สิงหราช, 2545, น. 6-7; จำนง ทองช่วย, 2551, น. 8; รชดา บัวไพร, 2558, น. 3; บุญฤดี แซ่ลือ, 2545, น. 12; เอกพันธ์ กลับใจ, 2552, น. 7-8; สุพรรณิ พรพุทธิชัย, 2551, น. 12-13)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้ข้อคำถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า โดยการให้น้ำหนักคะแนนมี 5 ระดับ ช่วยให้ระดับของเจตคติของแหล่งข้อมูลได้สะดวกกว่าวิธีอื่นๆ ซึ่งผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็นได้ทั้งทางบวก (นิมาน) และทางลบ (นิเสถ) ในลักษณะเทียบเป็นมาตราส่วน ประมาณค่าได้ ประกอบด้วย 4 ด้าน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความพึงพอใจในการเผชิญหน้ากับสถานการณ์แปลกใหม่ ที่ตนสนใจ มีความพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา ชอบซักถาม ชอบอ่าน มีความคิดริเริ่ม ความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และชอบการทดลองค้นคว้า

2. ความซื่อสัตย์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกในการนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ และข้อมูลนั้นสามารถพิสูจน์ตรวจสอบได้

3. ความมีระเบียบรอบคอบ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอน มีการวางแผน หลีกเลี่ยงการตัดสินใจเร็วเกินไปโดยขาดการไตร่ตรอง

4. ความใจกว้าง หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกในการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ มีความยินดีที่จะรับข้อมูลในสิ่งใหม่ๆ มีความคิดว่าความจริงในวันนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต

สาเหตุที่ผู้วิจัยไม่เลือกพฤติกรรมที่เหลือเนื่องจาก พฤติกรรมดังกล่าวมีความซ้อนทับกับพฤติกรรมที่ผู้วิจัยได้เลือกมาจากการสังเคราะห์

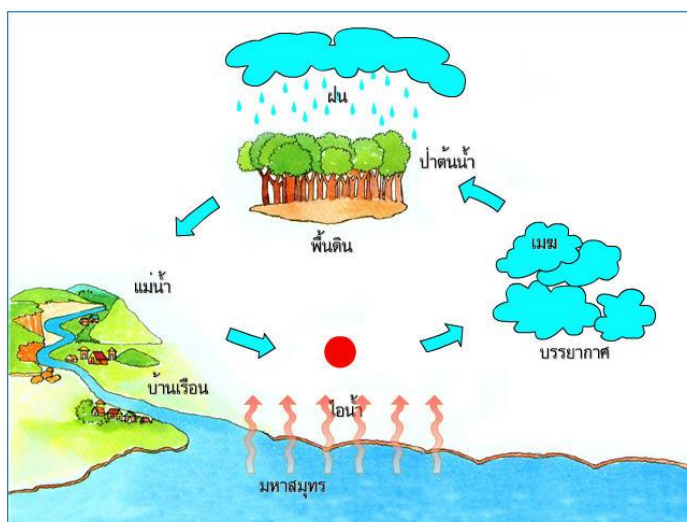
6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

6.1 เนื้อหาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

พลังงานทดแทน คือชื่อที่ใช้เรียกพลังงานที่มาจากแหล่งผลิตที่แตกต่างจากที่เราเคยมีในอดีต ส่วนใหญ่มักมาจากผลงานในด้านลบของการใช้งานของมัน ในอดีตพลังงานพวกที่เราใช้มาจาก ถ่านหิน น้ำมัน และแอลกอฮอล์ แต่ในศตวรรษที่ 21 ได้มีการคิดค้นพลังงานรูปแบบใหม่ๆ ซึ่งเป็นพลังงานทางเลือกที่มาทดแทนการใช้พลังงานที่ส่งผลเสียต่อชั้นบรรยากาศและช่วยแก้ไขปัญหามภาวะโลกร้อน

6.1.1 พลังงานน้ำ (Hydropower)

กระทรวงศึกษาธิการ (2557, น. 9) พลังงานน้ำ เป็นพลังงานทดแทน ประเภทพลังงานหมุนเวียนในธรรมชาติ ผิวโลกมีน้ำปกคลุมอยู่ 3 ใน 4 ส่วนของพื้นผิวทั้งหมด น้ำบนผิวโลกมีการเปลี่ยนสถานะหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลาโดยอาศัยกระบวนการต่างๆ ตามธรรมชาติที่เรียกว่า วัฏจักรของน้ำ (Water Cycle) พลังงานน้ำเกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ให้ความร้อนแก่น้ำและทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำลอยตัวสูงขึ้น มวลน้ำที่อยู่สูงขึ้นจากจุดเดิม (พลังงานศักย์) เมื่อมวลไอน้ำกระทบความเย็นจะเปลี่ยนเป็นของเหลวอีกครั้งและตกลงมาเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (พลังงานจลน์) การนำเอาพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์ทำได้โดยการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำที่ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำให้เป็นกระแสไฟฟ้า โดยใช้ กังหันน้ำ (Turbines) เป็นอุปกรณ์ในการเปลี่ยนน้ำที่มีความเร็วสูงจะผ่านเข้าท่อแล้วถ่ายทอดพลังงานจลน์เข้าสู่กังหันน้ำ ซึ่งจะไปหมุนขับเคลื่อนกำเนิดไฟฟ้าอีกทอดหนึ่ง

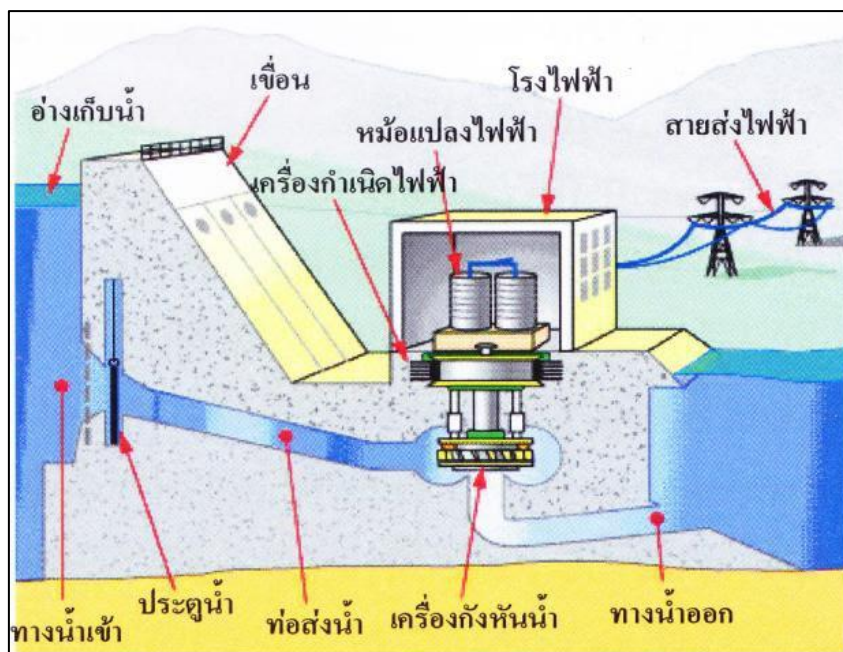


ภาพประกอบ 3 วัฏจักรของน้ำ (Water Cycle)

ที่มา: เกศราภรณ์ เขียวไชย (2556, ออนไลน์).

1. การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

กระทรวงศึกษาธิการ (2557, น. 17) การผลิตโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ จะใช้หลักการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนซึ่งอยู่ในระดับสูงกว่า ลงมาตามท่อส่งน้ำไปที่เครื่องกังหันน้ำของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า เมื่อกังหันหมุนจะทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่หมุนตามไปด้วย เกิดการเปลี่ยนพลังงานกลของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้าและส่งออกไปตามสายส่งไฟฟ้า ซึ่งน้ำไหลผ่านกังหันแล้ว จะไหลลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติต่อไป



ภาพประกอบ 4 การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

ที่มา: ยิงปลิว ศุภกิตติวงศ์ (2557, ออนไลน์)

2. ข้อดี-ข้อจำกัด ในการนำใช้พลังงานน้ำไปใช้ประโยชน์

พลังงานน้ำมีประโยชน์หลายอย่างในการนำมาใช้ (ยิงปลิว ศุภกิตติวงศ์, 2557, ออนไลน์) มีดังนี้

พลังงานน้ำเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ไม่หมดสิ้น คือ เมื่อใช้พลังงานของน้ำส่วนหนึ่งไปแล้ว น้ำส่วนนั้นจะไหลลงสู่ทะเลและน้ำในทะเลเมื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์จะระเหยกลายเป็นไอน้ำ เมื่อไอน้ำควบแน่นกลายเป็นเมฆ ไอน้ำขึ้นเมฆจะกลายเป็นเมฆฝน พอมากเข้าจนเมฆรับน้ำหนักของไอน้ำเหล่านี้ น้ำจะลงมาเป็นฝนหมุนเวียนกลับมาทำให้เราสามารถนำพลังงานน้ำได้ตลอดไปไม่หมดสิ้น

เครื่องกลพลังงานน้ำสามารถเริ่มดำเนินการผลิตพลังงานได้ในเวลาอันรวดเร็ว และควบคุมให้ผลิตกำลังงานออกมาได้ใกล้เคียงกับความต้องการ เมื่อนำพลังงานน้ำไปใช้แล้ว น้ำยังคงมีคุณภาพเหมือนเดิมทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีก เช่น เพื่อการชลประทาน การรักษาระดับน้ำในแม่น้ำให้ไหลลึกพอแก่การเดินเรือ เป็นต้น

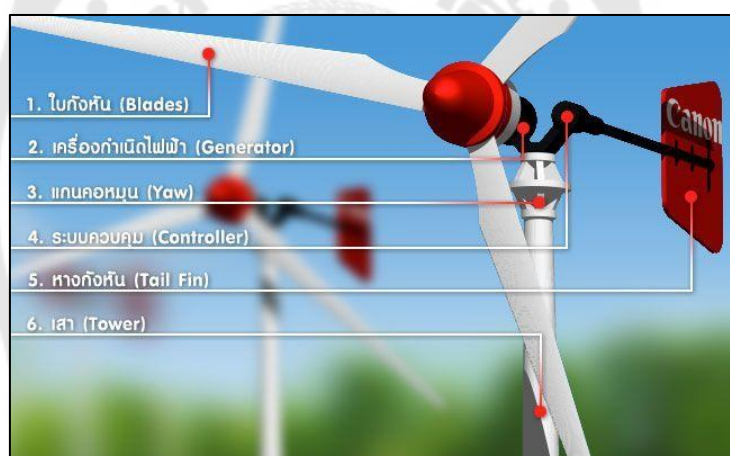
การสร้างเขื่อนเพื่อกักเก็บและกั้นน้ำให้สูงขึ้น สามารถช่วยกักเก็บน้ำเอาไว้ใช้ในช่วงที่ไม่มีฝนตก ทำให้ได้แหล่งน้ำขนาดใหญ่สามารถเลี้ยงสัตว์น้ำหรือใช้เป็นสถานที่ท่องเที่ยว

ได้ และยังช่วยรักษาระบบนิเวศของแม่น้ำได้โดยการปล่อยน้ำจากเขื่อนเพื่อไล่น้ำโสโครกในแม่น้ำที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม

แต่พลังงานน้ำยังมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ใช้เงินลงทุนสูง เสียพื้นที่ของป่าไปบางส่วน การรักษา ซ่อมแซมไม่สะดวก เพราะสถานที่ตั้งอยู่ห่างไกลจากชุมชน

6.1.2 พลังงานลม (Wind Energy)

กระทรวงศึกษาธิการ (2557, น. 29,34) พลังงานลม เป็นพลังงานทดแทนประเภทพลังงานหมุนเวียนที่มีอยู่รอบตัวเรา พลังงานลมเป็นพลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศ อากาศที่กำลังเคลื่อนที่มีพลังงานจลน์ เมื่อปะทะกับวัตถุใดๆ จะถ่ายโอนพลังงานทำให้วัตถุนั้นหมุนหรือเคลื่อนที่ได้ เมื่ออากาศที่เคลื่อนที่ปะทะกับกังหัน จะถ่ายโอนพลังงานทำให้กังหันเคลื่อนที่หมุนรอบแกน



ภาพประกอบ 5 ส่วนประกอบของกังหันลม

ที่มา: บริษัท เกษตรร่วมพัฒนา (2557, ออนไลน์)

ข้อดี-ข้อจำกัด ในการนำใช้พลังงานลมไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557, 42)

การนำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์ไม่มีต้นทุนค่าเชื้อเพลิง ไม่ต้องขนส่งเชื้อเพลิง สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น ใช้หมุนกังหันลมเพื่อจุดระหัดในการวิดน้ำเข้านาเกลือนาข้าว รวมทั้งมาใช้เพื่อผลิตไฟฟ้า ช่วยทดแทนเชื้อเพลิงจากน้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และถ่าน

หินที่นำมาใช้ผลิตไฟฟ้า ช่วยลดปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในบริเวณที่ไม่มีสายส่งไฟฟ้าได้ ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมต้องคำนึงถึงศักยภาพพลังงานลมในพื้นที่ ได้แก่ ความเร็วลม ความสม่ำเสมอของความเร็วลม และความยาวนานของการเกิดลม บริเวณที่มีศักยภาพพลังงานลมดี จะผลิตไฟฟ้าได้มาก แต่การติดตั้งกังหันลมอาจบดบังทัศนียภาพและการยอมรับจากชุมชน และการทำงานของกังหันลมอาจจะทำให้เกิดมลภาวะทางเสียงที่เกิดจากการหมุนของใบพัดได้

6.1.3 พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy)

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานธรรมชาติที่มีความสะอาดปราศจากมลพิษ ซึ่งเวลานี้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก เป็นพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูง สามารถนำไปใช้อย่างไม่หมดสิ้น พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ผลิตได้จากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในรูปของแสงแดดที่ประกอบด้วยพลังงานแสงและพลังงานความร้อน โดยพลังงานทั้งสองส่วนนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานได้สองรูปแบบ ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557, น. 46; สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2557, ออนไลน์)

1. การผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ หรือ Solar heating

เป็นการใช้ความร้อนของแสงอาทิตย์โดยตรง เช่น เตาแสงอาทิตย์โดยใช้การรวมแสงไปที่จุดโฟกัสของภาชนะรูปพาราโบลา ทำให้อุณหภูมิที่จุดนั้นสูงขึ้นจากเดิมมาก เครื่องทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์จะใช้วัสดุสีดำหรือสีดําทาทิ้ง เพราะสีดำมีคุณสมบัติในการดูดซับแสงทำให้น้ำในท่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น น้ำร้อนที่ได้ถูกนำไปใช้ปรุงอาหาร ชำระล้าง หรือการทำน้ำในสระว่ายน้ำให้อุ่น ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ก็ใช้วิธีให้แสงแดดส่องเข้าไปในตู้ที่ทำสีดำไว้ดูดซับแสง การตากผ้าก็นับว่าเป็นการใช้ความร้อนจากดวงอาทิตย์เพื่อทำให้ผ้าแห้ง และยังใช้แสงแดดฆ่าเชื้อโรคด้วย การทำนาเกลือก็เป็นรูปแบบหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากความร้อนจากแสงอาทิตย์ บางประเทศใช้แสงอาทิตย์เพื่อกลั่นน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืด (นพวรรณ มองขุนทด, 2557, ออนไลน์)

2. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนของแสงอาทิตย์ หรือ solar thermal electricity

เป็นการใช้พลังงานของแสงอาทิตย์เช่นกัน เพียงแต่ใช้กระจกหรือเลนส์รวมแสงหรือรางรูปพาราโบลาเพื่อเพิ่มปริมาณความร้อนแล้วโฟกัสให้แสงไปที่จุดหนึ่ง พลังงานความร้อนนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงหรือไปเก็บไว้ในสารเคมีบางอย่างที่สามารถเก็บ

ความร้อนได้ เช่น สารละลายเกลือ จากนั้นค่อยเปลี่ยนพลังงานความร้อนไปเป็นพลังงานไฟฟ้าอีกที (สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2557, ออนไลน์)

3. ข้อดี-ข้อจำกัด ในการนำใช้พลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557, น. 73)

การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ ไม่มีต้นทุนค่าเชื้อเพลิง ไม่ต้องขนส่งเชื้อเพลิง ใช้ประโยชน์ได้ทุกพื้นที่ เช่น ในเขตชนบท เขตอุทยานหรือป่าสงวน พลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น ใช้ในการผลิตน้ำร้อน ใช้ในการกลั่นน้ำ ใช้หุงต้มอาหาร นำมาผลิตไฟฟ้า ช่วยทดแทนเชื้อเพลิงจากน้ำมันดิบ และไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

พลังงานแสงอาทิตย์ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ เช่น ใช้ประโยชน์ได้เฉพาะช่วงเวลาที่แสงอาทิตย์และไม่มีเมฆหมอก เนื่องจากขึ้นอยู่กับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาและในแต่ละพื้นที่ ซึ่งแก้ปัญหาได้โดยใช้วิธีการจัดเก็บพลังงาน

6.2 วิเคราะห์เนื้อหาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

ผู้วิจัยได้นำเรื่องพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์มาวิเคราะห์เนื้อหา ซึ่งประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้ คือ พลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ ปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 วิเคราะห์เนื้อหาพลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์

หน่วย	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
พลังงานน้ำ	1. น้ำเป็นของเหลวที่ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเสมอ เมื่อน้ำไหลปะทะกับวัตถุใดๆ สามารถทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่หรือหมุนได้	- ทดลอง วิเคราะห์ อภิปราย และเขียนสรุปเกี่ยวกับพลังงานน้ำ และผลที่เกิดจากพลังงานน้ำ - อภิปรายและอธิบายการไหลของน้ำและการกระทำของพลังงานน้ำในธรรมชาติ
	2. พลังงานน้ำเป็นพลังงานสะอาดนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยหลักการเปลี่ยนพลังงานน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้า ผ่านการทำงานของกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	- อภิปราย อธิบาย และเขียนสรุปหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการเปลี่ยนพลังงานน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้า - อภิปรายและเขียนสรุปหลักการผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก

ตาราง 9 (ต่อ)

หน่วย	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
	3. การนำพลังงานน้ำมาใช้ผลิตไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ต้องคำนึงถึงขนาดพื้นที่ในการกักเก็บน้ำ และควรมีการศึกษาข้อมูลและพิจารณาถึงปัจจัยในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสมและรอบคอบ	- คิดวิเคราะห์ อภิปรายและเขียนสรุปเกี่ยวกับความสำคัญ ข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการพัฒนาในการนำพลังงานน้ำไปใช้ประโยชน์
พลังงานลม	1. ลมเป็นอากาศที่เคลื่อนที่อยู่รอบตัวเรา เมื่อลมปะทะกับวัตถุใดๆ สามารถทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวได้	- อภิปรายและอธิบายการกระทำของพลังงานลมในธรรมชาติ - ทดลอง วิเคราะห์ อภิปรายและเขียนสรุปเกี่ยวกับพลังงานลมและผลที่เกิดจากพลังงานลม
	2. พลังงานลมสามารถนำมาผลิตไฟฟ้าได้ โดยให้พลังงานเคลื่อนที่มาปะทะกับกังหันหมุน การหมุนของกังหันทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดอยู่กับกังหัน มีการหมุนตาม เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์ของการหมุนของแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้า	- วิเคราะห์ อภิปรายและเขียนข้อสรุปหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการเปลี่ยนพลังงานลมเป็นพลังงานไฟฟ้า - อภิปรายและเขียนสรุปเกี่ยวกับศักยภาพพลังงานลมกับการผลิตไฟฟ้า
	3. บริเวณที่มีความเหมาะสมในการนำพลังงานลมไปใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้าควรเป็นบริเวณที่มีศักยภาพพลังงานลมที่ดี	- สืบค้นข้อมูล อภิปราย เขียนบรรยายและยกตัวอย่างความสำคัญในการนำพลังงานไปใช้ประโยชน์
	4. แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับการนำพลังงานลมไปใช้ประโยชน์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ต้องมีการศึกษาศักยภาพพลังงานลมในทุกๆ ด้าน และพิจารณาปัจจัยในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างรอบคอบ	- สืบค้นข้อมูล อภิปรายและเขียนสรุปข้อดี ข้อจำกัด และแนวทางการพัฒนาในการนำพลังงานลมไปใช้ประโยชน์

ตาราง 9 (ต่อ)

หน่วย	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
พลังงาน แสงอาทิตย์	1. พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลกโดยการแผ่รังสี	- อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับลักษณะของพลังงานแสงอาทิตย์
	2. ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์เป็นปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่ต่างๆ ต่อช่วงเวลาหนึ่งๆ มีผลทำให้อุณหภูมิอากาศในแต่ละวันมีค่าไม่คงที่ ถ้าพื้นที่ใดๆ ได้รับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูง อุณหภูมิอากาศบริเวณนั้นจะสูงตามไปด้วย	- อภิปรายและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กับอุณหภูมิอากาศ - อภิปรายและบอกปัจจัยที่มีต่อความเข้มรังสีดวงอาทิตย์
	3. ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเส้นละติจูดช่วงเวลาของวัน ฤดูกาล สภาพอากาศ และมลภาวะทางอากาศ	- อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ประเทศไทยและโลกได้รับ
	4. รังสีดวงอาทิตย์ เมื่อกระทบกับวัตถุใดๆ บนพื้นโลก วัตถุนั้นจะดูดกลืนรังสีและเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และถ่ายโอนพลังงานความร้อนออกมาให้กับสิ่งแวดล้อม	- ทดลอง สังเกต เปรียบเทียบอภิปรายและเขียนข้อสรุปเกี่ยวกับการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อน
	5. ปัจจุบันการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และ นำพลังงานความร้อนมาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น การอบแห้งอาหาร การผลิตน้ำร้อน การกลั่นน้ำ การหุงต้มอาหาร	- อภิปรายและเขียนข้อสรุปหลักการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์โดยการเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน
	6. เซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้	- อภิปรายและสรุปหลักการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปผลิตไฟฟ้า

ตาราง 9 (ต่อ)

หน่วย	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
	7. ปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ยังมีข้อจำกัดอยู่บางประการ เช่น ใช้ประโยชน์ได้เฉพาะช่วงเวลาที่ มีแสงอาทิตย์ และขึ้นอยู่กับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาและในแต่ละพื้นที่ ซึ่งแก้ปัญหาได้โดยใช้วิธีการจัดเก็บพลังงาน ทั้งพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า โดยคำนึงความเหมาะสมในการใช้งาน	- สืบค้นข้อมูล อภิปราย เขียนบรรยายและ ยกตัวอย่างความสำคัญในการนำ พลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์ - สืบค้น อภิปรายและเขียนสรุป ข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการพัฒนาในการ นำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ระยะที่ 1 การเตรียมการ

ระยะที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ระยะที่ 3 การดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะที่ 1 การเตรียมการ

ในระยะเตรียมการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน การจัดการเรียนการสอนแบบ 5E เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2. ลงพื้นที่สังเกตการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนและระดับชั้นต่างๆ ได้แก่

2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2559 ถึง มกราคม พ.ศ. 2560

2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินี แขวงพระบรมมหาราชวัง เขตพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือน พฤศจิกายน ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2559

2.3 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2559 ถึง มกราคม พ.ศ. 2560

ผู้วิจัยได้สังเกตการจัดการเรียนรู้และพฤติกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เนื่องจาก เนื้อหาที่ผู้วิจัยได้นำมาสอนเป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น แต่ผู้วิจัยได้นำมาใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการสังเกตและสอบถามครูผู้สอน พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีพฤติกรรม ความกระตือรือร้น ความอยากรู้อยากเห็นและเกิดการเรียนรู้ได้เร็ว จึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการจัดการเรียนรู้ และทางโรงเรียนหรือผู้ปกครองของกลุ่มตัวอย่างมีความพร้อมในด้านสื่อการสอน เช่น Internet และคอมพิวเตอร์ ที่ใช้สำหรับการเรียนรู้

ระยะที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

1.1 ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จากเอกสาร ตำรา และแหล่งความรู้
ต่างๆ

1.2 กำหนดขอบเขตของแผนการจัดการเรียนรู้ วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
โดยระบุเกี่ยวกับเนื้อหาที่ใช้ มาตรฐานและตัวชี้วัดการเรียนรู้และระยะเวลาที่ใช้ในการสอน ซึ่ง
ผู้วิจัยได้ไปสัมภาษณ์ครูผู้สอนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 ท่าน ปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 การกำหนดขอบเขตของการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ (เรื่อง)	ระยะเวลาที่ใช้	ระยะเวลาที่เรียน (นาที)	
	คาบ	Offline	Online
1. ทดสอบก่อนเรียน	1	50	-
2. ปฐมนิเทศ	1	50	-
3. พลังงานน้ำ	1	20	30
4. การใช้ประโยชน์จากพลังงานน้ำ	3	95	55
5. ข้อดี-ข้อจำกัดในการนำพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์	1	20	30
6. พลังงานลม	1	20	30
7. การใช้ประโยชน์จากพลังงานลม	3	95	55
8. ข้อดี-ข้อจำกัด แนวทางการพัฒนาในการนำพลังงานลม มาใช้ประโยชน์	1	20	30
9. พลังงานแสงอาทิตย์	1	20	30
10. การใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์	4	90	110
11. ข้อดี-ข้อจำกัด แนวทางการพัฒนาในการนำพลังงาน แสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์	1	20	30
12. ทดสอบหลังเรียน	1	50	-
จำนวนคาบ(นาที) ทั้งหมดที่สอน	16		
จำนวนคาบ(นาที) ทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัย	19		
จำนวนระยะเวลาที่เรียน Online และ Offline		400	400

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาสัดส่วนในการแบ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2 รูปแบบ คือ รูปแบบ online (400 นาที) กับ offline (400 นาที) ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีองค์ประกอบและรายละเอียดที่สำคัญ ดังนี้

1.3.1 ชื่อเรื่อง เป็นชื่อเรื่องที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้

1.3.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.3.3 สารสำคัญ เป็นเนื้อหาสาระสำคัญที่ครูผู้สอนใช้ในการสอน

1.3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นข้อความที่ระบุลักษณะการเรียนรู้และความสามารถที่ครูผู้สอนต้องการให้เกิดกับนักเรียนหลังการสอน

1.3.5 สื่อ อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เช่น ใบงาน ใบความรู้ หนังสือ อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการสอน ฯลฯ รวมถึงแหล่งการเรียนรู้นอกชั้นเรียน

1.3.6 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัย

1.3.7 การวัดและประเมินผล เป็นการระบุเครื่องมือและวิธีการวัดผลของเครื่องมือที่ใช้เพื่อต้องการให้นักเรียนได้บรรลุจุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้

1.3.8 บันทึกหลังการสอน เป็นการบันทึกพฤติกรรมนักเรียนหลังการสอน บันทึกข้อบกพร่องและแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนและนักเรียนในครั้งถัดไป

1.4 การตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีวิธีและขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.4.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นทั้งหมดไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญจะเป็นครูที่มีความชำนาญในการสอนมากกว่า 5 ปี หรือเป็นผู้ที่มีวุฒิการศึกษาในระดับดุษฎีบัณฑิตที่เกี่ยวข้องกับการสอนด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน และผู้เชี่ยวชาญที่มีวุฒิการศึกษาในระดับดุษฎีบัณฑิตที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล 1 คน

1.4.2 ผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้จากความชัดเจน ความเหมาะสมของเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมและส่วนประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ โดยในการประเมินจะใช้แบบประเมินวัดดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IOC) เป็นเกณฑ์ในการประเมินและหากแผนการสอนมีข้อบกพร่องหรือข้อที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ให้ผู้วิจัยแก้ไขและปรับปรุงให้ดีขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญต่อไป โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า มีค่าดัชนีความ

สอดคล้องของแผนการสอนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าสูงกว่า 0.5 ถือว่าแผนการสอนที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมในการนำไปทดลองใช้

1.4.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม โดยในการทดลองใช้ ผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการสอนเองและนำข้อบกพร่องหรือข้อปรับปรุงแก้ไข เช่น ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับเนื้อหา ความชัดเจนของแผนการสอน ระยะเวลาที่ใช้และข้อผิดพลาดอื่นๆ มาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในระยะที่ 3 ซึ่งเป็นการดำเนินการวิจัยต่อไป

ตาราง 11 การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง

Offline	Online
(1) ก่อนเริ่มสอน	
ครูผู้สอนสนทนากับนักเรียนเพื่ออธิบาย แก้ไข ข้อบกพร่อง การเข้าใจผิดในการทำการบ้านบนเว็บไซต์	
(2) ขั้นสอน	
2.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูผู้สอนนำวิดีโอ	2.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูผู้สอนนำวิดีโอ หรือรูปภาพที่ได้ปรับเนื้อหาให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนไปไว้บนเว็บไซต์ที่ครูผู้สอนได้สร้างขึ้น โดยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อฝึกทักษะกระบวนการคิด ส่วนนักเรียนจะต้องให้ความสนใจและตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น
	2.2 ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ ครูผู้สอนให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตหรือทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นคู่ หรือเดี่ยว ด้านนักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมกัน ช่วยกันแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน
	2.3 ขั้นอธิบายมโนทัศน์ ครูผู้สอนนำเนื้อหาไปไว้บนเว็บไซต์ที่ครูผู้สอนได้สร้างขึ้น โดยเนื้อหานั้นจะต้องเชื่อมโยงเนื้อหาเก่ากับเนื้อหาใหม่เข้าด้วยกัน พร้อมกับส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น

ตาราง 11 (ต่อ)

Offline	Online
2.4 ขั้นขยายและการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ครูผู้สอนให้นักเรียนทำกิจกรรม พร้อมทั้งใช้คำถามใหม่ๆ มากระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ตามความเข้าใจของตนเอง และทำให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน 2.5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ หลังจากนักเรียนศึกษาเนื้อหาบนเว็บไซต์หรือทำกิจกรรมหรือทบทวนความรู้ เพื่อร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนการเรียนรู้กับเพื่อนและครูผู้สอน ทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้และมีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งครูผู้สอนจะให้ข้อมูลสะท้อนกลับด้วยการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น (3) หลังสอน ครูผู้สอนสร้างข้อมูลไว้บนเว็บไซต์ที่สร้างขึ้น และมอบหมายงานให้นักเรียนไปทำเป็นการบ้าน online หรือ offline พร้อมประเมินผลการเรียนรู้ด้วยวิธีการบันทึกผลหรือการทำแบบทดสอบ หรือผลงานของนักเรียน ด้านนักเรียนจะต้องมีความตรงต่อเวลา มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	2.4 ขั้นขยายและการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ ครูผู้สอนให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาบนเว็บไซต์ พร้อมทั้งใช้คำถามใหม่ๆ มากระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ตามความเข้าใจของตนเอง และทำให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน

ที่มา: ดัดแปลงจาก สุณีย์ เหมะประสิทธิ์ (2551, น. 5)

2. แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.1 กำหนดลักษณะของแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยอาศัยหลักการที่ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดครอบคลุมลักษณะ 3 ด้าน ดังนี้

2.1.1 วิเคราะห์ความสำคัญ

2.1.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์

2.1.3 วิเคราะห์หลักการ

โดยสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบจำนวน 2 ฉบับ ที่ประกอบไปด้วย 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นแบบสถานการณ์ 12 ข้อ และแบบไม่เป็นสถานการณ์ 12 ข้อ ตอนที่ 2 เป็นแบบสถานการณ์ 12 ข้อ และแบบไม่เป็นสถานการณ์ 12 ข้อ โดยทั้ง 2 ตอน สร้างตามตารางจำนวนข้อสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และพฤติกรรมที่ต้องการวัด แสดงดังตาราง 12 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 12 จำนวนข้อสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

พลังงานทดแทน	พฤติกรรมที่ต้องการวัด
พลังงานน้ำ (7 ข้อ)	1. วิเคราะห์และสรุปเกี่ยวกับพลังงานน้ำ 2. อธิบายการไหลของน้ำและการกระทำของพลังงานน้ำในธรรมชาติ 3. อธิบายและสรุปหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการเปลี่ยนพลังงานน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้า 4. วิเคราะห์และสรุปความสำคัญ ข้อดี ข้อจำกัด และแนวทางการพัฒนาในการนำพลังงานน้ำไปใช้ประโยชน์
พลังงานลม (7 ข้อ)	1. วิเคราะห์หลักการทางวิทยาศาสตร์ในการเปลี่ยนพลังงานลมเป็นพลังงานไฟฟ้า 2. ยกตัวอย่างความสำคัญในการนำพลังงานลมไปใช้ประโยชน์ 3. สรุปข้อดี ข้อจำกัด และแนวทางการพัฒนาในการนำพลังงานลมไปใช้ประโยชน์ 4. วิเคราะห์และสรุปเกี่ยวกับพลังงานลมและผลที่เกิดจากพลังงานลม
พลังงานแสงอาทิตย์ (10 ข้อ)	1. สรุปเกี่ยวกับการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อน 2. อธิบายและสรุปหลักการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์โดยการเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน 3. อธิบายและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กับอุณหภูมิอากาศ 4. สรุปหลักการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปผลิตไฟฟ้า 5. ยกตัวอย่างความสำคัญในการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์ 6. สรุปข้อดี ข้อจำกัด และแนวทางในการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์

2.2 หาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความถูกต้องทางด้านภาษาลงในแบบประเมินแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นรายข้อ ซึ่งมีค่าการประเมิน ดังนี้ (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์, 2536, น. 406-407)

+1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

2.3 นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ที่ผ่านเกณฑ์หรือผ่านการปรับปรุงแก้ไขคัดเลือกให้เหลือฉบับละ 20 ข้อ มาจัดพิมพ์เป็นฉบับแบบคณะข้อไปทดลองใช้กับกลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 โรงเรียน ได้แก่ (1) โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 100 คน (2) โรงเรียนบรมราชินีนาถราชวิทยาลัย จำนวน 100 คน

2.4 นำแบบทดสอบที่ผ่านการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากง่าย (Difficulty, p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination, r) มีค่ามากกว่า 0.20 ขึ้นไป

ฉบับที่ 1 มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 15 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.78 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.21-0.76

ฉบับที่ 2 มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 12 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.71 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.20-0.45

2.5 คัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้จากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ให้ได้ 20 ข้อ ซึ่งได้ข้อสอบจากฉบับที่ 1 จำนวน 11 ข้อ และข้อสอบจากฉบับที่ 2 จำนวน 9 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.23-0.78 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.20-0.75 (รายละเอียดปรากฏดังภาคผนวก ข)

3. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.1 กำหนดองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่จะใช้ในการดำเนินการวิจัย โดยการคัดเลือกจากการสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ด้าน แสดงดังตาราง 13 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ตาราง 13 องค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบเจตคติทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อ (ข้อ)
ความอยากรู้อยากเห็น	5
ความซื่อสัตย์	5
ความมีระเบียบรอบคอบ	5
ความใจกว้าง	5
รวม	20

3.2 ดำเนินการสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อคำถามเป็นข้อความที่วัดได้เป็นส่วนตัวมากกว่าข้อความทั่วไปโดยการให้น้ำหนักคะแนนมี 5 ระดับซึ่งผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็นได้ทั้งทางบวก (นิมาน) และทางลบ (นิเสธ) ในลักษณะเทียบเป็นมาตราส่วนประมาณค่าได้จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ แบบคู่ขนาน โดยมีการกำหนดน้ำหนักคะแนนของตัวเลือกตามระดับขั้นความรู้สึกละ 1 หน่วย มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามวิธีการวัดของลิเคิร์ต (Likert) ปรากฏดังตาราง 14 และ ปรากฏดังตาราง 15

ตาราง 14 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับคำถามแบบมาตราประเมินค่าระดับ 5 ระดับ

ระดับพฤติกรรม	เกณฑ์การให้คะแนน	
	ข้อความเชิงนิมาน (ทางบวก)	ข้อความเชิงนิเสธ (ทางลบ)
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

ตาราง 15 เกณฑ์แปลความหมายข้อคำถามสำหรับมาตราประเมินค่า 5 ระดับ

ระดับคะแนน	ความหมายของระดับพฤติกรรม
4.51-5.00	เจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก
3.51-4.50	เจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี
2.51-3.50	เจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้
1.51-2.50	เจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อย
1.00-1.50	เจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อยมาก

ที่มา: บุญชม ศรีสะอาด (2554)

3.3 นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างเสร็จทั้ง 2 ฉบับ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบ โดยการตรวจนั้นจะตรวจสอบตัวเลือกข้อคำถามตามระดับขั้นความรู้สึกรวมตามวิธีการวัดของลิเคิร์ต (Likert) ตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจนและความเหมาะสมของภาษาเพื่อหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency, IOC) แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีคะแนนตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์ให้ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญต่อไป

3.4 นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับที่ผ่านเกณฑ์หรือผ่านการปรับปรุงแก้ไขมาจัดพิมพ์เป็นฉบับแบบคละข้อ จำนวน 20 ข้อ

3.5 นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับที่ผ่านการจัดเรียงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ทดลองจริง โดยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 โรงเรียน ได้แก่ (1) โรงเรียนเบญจมราชาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 100 คน (2) โรงเรียนบรมราชินีนาถราชวิทยาลัย จำนวน 100 คน

3.6 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้สัดส่วนร้อยละ 25 ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยการวิเคราะห์เป็นรายข้อแบบการทดสอบค่า t แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป พบว่า

ฉบับที่ 1 ข้อคำถามผ่านเกณฑ์ทุกข้อ คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฉบับที่ 2 ข้อคำถามผ่านเกณฑ์ทุกข้อ คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.7 คัดเลือกข้อคำถามจากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้านละ 5 ข้อจาก 2 ฉบับ โดยคัดเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกที่ (t) สูงสุด ตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละ

องค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ให้ได้จำนวนทั้งหมด 20 ข้อ และหาคุณภาพทั้งฉบับไปวิเคราะห์หาค่าคุณภาพทั้งฉบับโดยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach) มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.86 (รายละเอียดปรากฏดังภาคผนวก ค)

ระยะที่ 3 การดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวนทั้งหมด 8 ห้อง จำนวนทั้งสิ้น 365 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี เลือกกลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที (ไม่รวมทดสอบก่อนและหลังเรียน)

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สาระที่ 5 พลังงาน หน่วยการเรียนรู้เรื่องพลังงานทดแทน (พลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์)

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการดำเนินการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design) ดำเนินการโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ปรากฏดังตาราง 16 ดังนี้

ตาราง 16 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	การทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E	แทน	กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง
T_1	แทน	การทดสอบก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง
T_2	แทน	การทดสอบหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง
X	แทน	การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีวิธีและขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการติดต่อและขออนุญาตผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม จังหวัดอุบลราชธานี และ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อดำเนินการวิจัยกับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2560
2. ก่อนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หลังจากทดสอบเสร็จ ผู้วิจัยบันทึกผลคะแนนของนักเรียน
3. ปฐมนิเทศนักเรียนเพื่อให้เข้าใจวิธีการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน
4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้จำนวน 16 คาบ (ไม่รวมทดสอบก่อนและหลังเรียน)
5. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ชุดเดิม หลังจากทดสอบเสร็จ ผู้วิจัยบันทึกผลคะแนนของนักเรียน

6. นำคะแนนแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดให้เรียบร้อย ก่อนนำผลข้อมูลที่ได้ไปจัดทำและวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

ระยะที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 สถิติพื้นฐาน

1.1.1 ค่าเฉลี่ย

1.1.2 ร้อยละ

1.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

2.1 ใช้สถิติ t-test for dependent sample เพื่อทดสอบนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.2 ใช้สถิติ t-test for dependent sample เพื่อทดสอบนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.3 ใช้สถิติ ใช้ t-test for one sample เพื่อทดสอบนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

2.4 ใช้สถิติ ใช้ t-test for one sample เพื่อทดสอบนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี (3.51)

ผู้วิจัยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพื่อทดสอบสมมติฐาน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาศักยภาพในการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานทดแทน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง โดยผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
SD.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงที (t-Distribution)
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Significance)
*	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สมมติฐานการวิจัยที่ผู้วิจัยศึกษา ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน ทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง
2. ผลการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง
3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)
4. ผลการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (3.51)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ทางสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.)
2. ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 และ 2 ใช้สถิติ t-test for dependent sample
- ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 ใช้สถิติ t-test for one sample

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง

ตาราง 17 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง

ตัวแปรตาม ความสามารถในการคิด วิเคราะห์	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
		mean	S.D.	mean	S.D.		
- ความสำคัญ	6	2.44	1.14	3.93	0.99	7.64*	.00
- ความสัมพันธ์	8	4.60	1.03	6.04	1.02	6.89*	.00
- วิเคราะห์หลักการ	6	2.76	0.83	4.62	1.03	8.89*	.00
รวม	20	9.80	1.70	14.60	1.72	16.72*	.00

*p<.05

จากตาราง 17 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง หลังเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งในภาพรวมและรายด้าน มีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง

ตาราง 18 ผลการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง

ตัวแปรตาม เจตคติทางวิทยาศาสตร์	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
		mean	S.D.	mean	S.D.		
ความอยากรู้อยากเห็น	25	4.04	0.43	4.38	0.42	4.77*	.00
ความซื่อสัตย์	25	3.94	0.41	4.12	0.47	2.13*	.02
ความมีระเบียบรอบคอบ	25	3.97	0.42	4.32	0.38	4.00*	.00
ความใจกว้าง	25	3.96	0.39	4.17	0.55	2.25*	.01
รวม	100	9.80	1.70	14.60	1.72	16.72*	.00

*p<.05

จากตาราง 18 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง หลังเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้งในภาพรวมและรายด้าน มีค่าสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

ตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงกับเกณฑ์ที่กำหนด

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	หลังเรียน		t	p
			mean	S.D.		
ความสำคัญ	6	3.6	3.73	0.99	2.27*	.03
ความสัมพันธ์	8	6.4	6.04	1.02	-2.33*	.02
หลักการ	6	3.6	4.62	1.03	6.66*	.00
รวม	20	12	14.60	1.72	10.12*	.00

*p<.05

จากตาราง 19 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งภาพรวมและรายด้านคือ ด้านความสำคัญและด้านหลักการผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนในด้านความสัมพันธ์ต่ำกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (3.51)

ตาราง 20 ผลการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงกับเกณฑ์ที่กำหนด

เจตคติทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	หลังเรียน		t	p
			mean	S.D.		
ความอยากรู้อยากเห็น	5	3.51	4.32	0.25	21.72*	.00
ความซื่อสัตย์	5	3.51	4.36	0.33	17.31*	.00
ความมีระเบียบรอบคอบ	5	3.51	4.32	0.25	21.72*	.00
ความใจกว้าง	5	3.51	4.36	0.33	17.31*	.00
รวม	5	3.51	4.32	0.25	21.72*	.00

*p<.05

จากตาราง 20 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้งภาพรวมและรายด้านทุกด้านผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (3.51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experiment research) ดำเนินการโดยใช้กระบวนการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญของการวิจัยได้ดังนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง
- 2) เพื่อศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง

สมมติฐานการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.51)

ผู้วิจัยมีกระบวนการเป็นแบบแผนที่ใช้ในการวิจัยแบบกึ่งทดลอง(Quasi-experiment research) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน แล้วมีค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ ลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมและส่วนประกอบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้อยู่ระหว่าง 0.67-1.00
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ครอบคลุมลักษณะทั้ง 3 ด้าน คือ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ วิเคราะห์ความสำคัญ และวิเคราะห์หลักการ ลักษณะเป็นข้อสอบเชิงสถานการณ์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือจากบทความต่างๆ จำนวน 24 ข้อ และไม่เป็นสถานการณ์ จำนวน 24 ข้อ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 24 ข้อ รวมทั้งหมด 48 ข้อ แบบคู่ขนานและคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้จากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ให้ได้ 20 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.23-0.78 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.20-0.75

2.2 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อคำถามข้อความที่วัดได้เป็นส่วนตัวมากกว่าข้อความทั่วไป โดยการให้น้ำหนักคะแนนมี 5 ระดับ ซึ่งผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็นได้ทั้งทางบวก (นิมาน) และทางลบ (นิเสถ) ในลักษณะเทียบเป็นมาตราส่วนประมาณค่าได้ 2 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อแบบคู่ขนาน โดยมีการกำหนดน้ำหนักคะแนนของตัวเลือกข้อคำถามจากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านละ 5 ข้อจาก 2 ฉบับ โดยคัดเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกที่ (t) สูงสุดตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้ได้จำนวนทั้งหมด 20 ข้อ และหาคุณภาพทั้งฉบับไปวิเคราะห์หาค่าคุณภาพทั้งฉบับโดยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach) มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.86

สถิติพื้นฐานที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.) สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานได้แก่ 1) t-test dependent sample เพื่อทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้งภาพรวมและรายด้าน ซึ่งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) t-test for one sample เพื่อทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ซึ่งหลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) 3) t-test for one sample เพื่อทดสอบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ซึ่งอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.51)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60)

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.51)

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นสามารถอภิปรายผลการวิจัยออกเป็น 2 ประเด็นดังนี้

ประการที่ 1 : ด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60) เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามทฤษฎีสมรรถนิยม ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ซึ่งจะมีสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกกระบวนการคิด เราให้เกิดความสนใจ นำไปสู่การตอบปัญหาอย่างมีเหตุผล ทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น และสามารถนำประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้เป็นอย่างดี ด้วยการขยายและประยุกต์ใช้มโนทัศน์นำไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนสามารถนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน ส่งผลให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการฝึกการคิดในแต่ละขั้นของการสอนตั้งแต่การนำเข้าสู่บทเรียน ผู้เรียนจะถูกฝึกให้คิด โดยการที่ครูตั้งคำถามจากการใช้สื่อการสอน เช่น วิดีทัศน์ หรือรูปภาพ รวมไปถึงนักเรียนได้ร่วมทำกิจกรรม โดยให้นักเรียนได้คิดเชื่อมโยงและนำความสัมพันธ์เรื่องที่เรียนกับประสบการณ์เดิมรวมทั้งบริบทรอบๆ ตัว ซึ่งครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวก ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าอย่างอิสระบนอินเทอร์เน็ต คิดหาคำตอบจากเอกสารประกอบการเรียน ใบความรู้ สื่ออินเทอร์เน็ต ในระหว่างที่นักเรียนศึกษาค้นคว้า นักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์จากการสนทนา การซักถาม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เป็นการฝึกให้นักเรียนได้คิดพิจารณาแสวงหาคำตอบ เพื่ออธิบายหาความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการได้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีสมรรถนิยม (สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์, 2543, น. 91; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, น. 82; คุชฎี มัชฌิมากิโร, 2553, น. 3) อันเป็นปรัชญาการศึกษาที่ตั้งอยู่บนฐานความเชื่อที่ว่านักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะเป็นผู้กำหนดหรือมีส่วนร่วมในการกำหนดสิ่งที่จะเรียนและวิธีการเรียนของตนเอง สามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ของตนเองสร้างองค์ความรู้นำไปใช้ในบริบทอื่นได้อย่างเหมาะสม ภายใต้การอำนวยความสะดวกของครู ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. คิดวิเคราะห์ความสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอน โดยนักเรียนเป็นผู้มี

ประสบการณ์ตรงในการคิดแยกแยะหน่วยย่อยต่างๆ ออกจากข้อมูล ซึ่งหน่วยย่อยนั้นอาจมีการกล่าวถึงในข้อมูลอย่างชัดเจนหรือไม่ได้กล่าวถึงอย่างชัดเจน โดยนักเรียนจะค้นหาคำตอบหรือปัญหาด้วยกิจกรรมบทเรียนออนไลน์ หรือการทดลองต่างๆ ที่ครูสร้างขึ้น เช่นเดียวกับ Beyer. (1983, pp. 44-49) กล่าวว่า “ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูเป็นผู้จัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงผ่านการคิด เพื่อให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง” และสอดคล้องกับการศึกษาของนิติกร อ่อนโยน (2551, น. 82) ที่ได้จัดกิจกรรมส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ในการเรียนเรื่องการสืบพันธุ์ของสัตว์ โดยครูให้นักเรียนสังเกตรูปสัตว์ แล้วให้นักเรียนจำแนกสัตว์ออกเป็นกลุ่มโดยอาศัยเกณฑ์ของนักเรียนเอง เห็นได้ว่ากิจกรรมในขั้นนี้ นักเรียนจะได้ใช้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ ในการจำแนก แยกแยะ ความแตกต่างของสัตว์ ซึ่งผลของการทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถจำแนก แยกแยะสัตว์ออกเป็นกลุ่มได้หลากหลายรูปแบบ โดยอาศัยเกณฑ์แตกต่างกันไป จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง สามารถที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้โดยผ่านการทำกิจกรรมบนเว็บไซต์ที่ครูได้สร้างขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการทำข้อสอบ การอ่านบทเรียนบนเว็บไซต์ การค้นคว้าข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต และการทำการทดลองที่ครูเป็นผู้จัดประสบการณ์ให้นักเรียน ดังนั้นครูจึงเป็นผู้มีบทบาทสำคัญยิ่งในการส่งเสริมการคิดของนักเรียน

2. คิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงในด้านคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ทั้งนี้เนื่องจาก การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการสืบเสาะหาความรู้และใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิมได้อย่างเหมาะสม ซึ่งต้องอาศัยการเรียนรู้และฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ สอดคล้องกับทฤษฎีการพัฒนาทางสติปัญญาของเพียเจต์ (สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์, 2550, น. 52-53; อ้างอิงจาก Piaget. PP, 1972) ที่กล่าวว่า ในช่วงอายุ 11-12 ปี เด็กจะมีการพัฒนาทางความคิดและสติปัญญาอย่างต่อเนื่องในระดับสูงขึ้นจากการอาศัยการฝึกฝน ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมทางสังคม และจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนยังขาดการฝึกฝนในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่ จึงทำให้คะแนนเฉลี่ยไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แต่ถ้าหากนักเรียนได้รับการฝึกคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอ เช่น การจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้บนอินเทอร์เน็ตกับการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยเชื่อว่า นักเรียนจะมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง

3. คติวิเคราะห์หลักการ การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง นักเรียนได้เกิดความรู้ความสามารถรวบรวมโครงสร้าง ความคิด และการตัดสินใจอย่างเป็นระบบ สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง คิดอย่างมีระบบ คิดอย่างมีเหตุผล และวิเคราะห์ข้อมูล พร้อมกับการแก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยตนเอง ในการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีวิธีการแสวงหาข้อมูล ความรู้ใหม่ๆ ผ่านอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ใช้กิจกรรมที่หลากหลายและการใช้รูปแบบของเกมการแข่งขันเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนค้นคว้าช่วยกันหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตในการแข่งขันตอบคำถาม ใครตอบคำถาม ได้ชัดเจน ตรงประเด็น และเร็วสุดจะเป็นฝ่ายชนะ ช่วยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติ กิจกรรมอย่างทั่วถึง สามารถทำให้นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจกับข้อมูลและความรู้ที่หา มาได้ สอดคล้องกับ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (2542, น. 8) มาตรา 22 เน้นการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่นักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และเน้นนักเรียนเป็น สำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาส่งเสริมนักเรียน

ประการที่ 2 : ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ที่ กำหนด (3.51) แต่เกณฑ์ก่อนเรียนและหลังเรียนจะไม่แตกต่างกันมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ นักเรียนต่างได้รับการปลูกฝังทางด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์จากครูที่มีประสบการณ์และความ ซำนาญในการสอนมาเป็นอย่างดี จึงทำให้นักเรียนมีพื้นฐานเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน มาก ซึ่งสอดคล้องกับการให้สัมภาษณ์ ของรองผู้อำนวยการโรงเรียน ครูประจำชั้น และครูประจำ วิชาวิทยาศาสตร์ ที่กล่าวว่า “จากที่ครูเคยทำวิจัยในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4- 6 ส่วนมากจะมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี” ซึ่งสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีเจตคติทาง วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนได้รับการสอน การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทางด้านคุณธรรม จริยธรรม มาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยครูจะมีเทคนิคและวิธีการ สอนที่หลากหลายเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ปลูกฝังและสอดแทรกเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยมื การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น การ ทำงานกันเป็นกลุ่ม การยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ส่งผลให้นักเรียนเป็นบุคคลที่มีความ ใจกว้าง ความเป็นผู้มีระเบียบวินัย ความรอบคอบ การมีเหตุมีผลและซื่อสัตย์เป็นต้นทุนเดิมของ นักเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความอยากรู้อยากเห็น นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง ในชั้นที่ 1 ครูให้นักเรียนดูวีดิ

ทัศน์ หรือรูปภาพ บนเว็บไซต์ที่ครูสร้างขึ้น และขั้นที่ 2 ครูได้เสนอสถานการณ์ตัวอย่างพร้อมการเปิดวิดีโอทัศน์พร้อมทั้งตั้งประเด็นคำถามเพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เชื่อมโยงความคิดและทำความเข้าใจกับปัญหาหรือประเด็นคำถาม และพร้อมที่จะแสวงหาความรู้ ในประเด็นต่างๆ ต่อไปอยู่เสมอ

2. ด้านความซื่อสัตย์ นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง ซึ่งในขั้นตอนการเรียนรู้ตั้งแต่ ขั้นที่ 1 ครูให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์บนเว็บไซต์ที่ครูสร้างขึ้น ขั้นที่ 2-4 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมบนอินเทอร์เน็ต หรือทำการทดลอง และขั้นที่ 5 ครูให้นักเรียนออกมาอภิปรายแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งทั้ง 5 ขั้น นักเรียนจะต้องอาศัยความซื่อสัตย์ ซื่อตรง ปราศจากความลำเอียงหรืออคติ เพราะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการที่จะได้มาซึ่งคำตอบนั้น จะต้องมีความหลักฐานสนับสนุน มีความเป็นเหตุเป็นผล เพราะถ้าไม่มีความซื่อสัตย์ต่องานต่างๆ ที่ได้รับมอบหมายแล้ว งานทุกอย่างที่ทำ จะไม่ได้รับความเชื่อถือ และสามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้

3. ด้านความมีระเบียบรอบคอบ นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง ซึ่งในขั้นที่ 3, 4 และขั้นที่ 5 เป็นขั้นที่ทำความเข้าใจกับปัญหบนเว็บไซต์ที่ครูได้สร้างขึ้น เพื่อคิดวิเคราะห์ข้อมูล โดยเริ่มตั้งแต่ เชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ การค้นหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการ วิเคราะห์และพิจารณา ข้อมูลที่ได้มานั้นมีความถูกต้อง หรือสอดคล้องกับประเด็นปัญหามากน้อย เพียงใด จึงนำไปสู่องค์ความรู้ในภาพรวมอีกครั้ง เช่น แผนผังมโนทัศน์ ซึ่งต้องเรียบเรียงรวบรวม ความคิดของทุกคนภายในกลุ่ม ต้องมีความละเอียดรอบคอบ และรู้จักใช้วิจารณญาณก่อน ตัดสินใจในการทำงานทุกขั้นตอน

4. ด้านความใจกว้าง นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายในทัศน์ โดยครู นำเนื้อหาไปไว้บนเว็บไซต์ที่ครูสร้างขึ้นเพื่อเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน ขั้นที่ 4 ขั้นขยายและประยุกต์ใช้มโนทัศน์ เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาบนเว็บไซต์ที่ ครูได้สร้างขึ้น หรือหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต และขั้นที่ 5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียน ได้เรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกัน ได้รับฟังและเปิดโอกาสได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน ยอมรับความคิดเห็นของกันและกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับประเด็นการศึกษาค้นคว้าร่วมกัน ส่งผลให้ นักเรียนเป็นบุคคลที่มีความใจกว้าง ที่พร้อมจะช่วยเหลือกับเพื่อนนักเรียนด้วยกันเอง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง มีข้อจำกัดในเรื่องของการใช้ห้องเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ ในกรณีที่มีการจัดการเรียนการสอนแบบ online ควรติดต่อประสานงานกับโรงเรียนและครูทุกฝ่ายเพื่อให้ได้รับการสนับสนุนและจัดสรรเวลาที่จัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด

1.2 ครูควรกระตุ้นนักเรียนและสร้างบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมและใช้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ เช่น การให้นักเรียนตั้งคำถามและให้เพื่อนร่วมชั้นตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น การสืบเสาะเอกสารต่างๆ เพิ่มเติมเพื่อค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งเพิ่มเนื้อหาสาระที่สามารถเพิ่มทักษะและการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาดูผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงในด้านความพึงพอใจ ด้านความรับผิดชอบ เนื่องจากหลังจากผู้วิจัยได้ไปทำการทดลอง นักเรียนบางส่วนยังขาดเจตคติทั้ง 2 ด้านนี้

2.2 นำการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลงไปศึกษาวิจัยประชากรและกลุ่มตัวอย่างอื่นหรือเนื้อหาสาระอื่น เพื่อให้ทราบว่าการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นใดและเนื้อหาใดบ้าง

บรรณานุกรม

- Alabdulkarim, L. M., & Albararak, A. I. (2015). Students' Attitudes and Satisfaction Towards Blended Learning in the Health Sciences. *Proceedings of ADVED15 International Conference on Advances in Education and Social Sciences*, 423-434.
- Almasaeid, T. F. (2014). The Effect of using blended learning strategy on achievement and attitudes in teaching science among 9th grade students. *European Scientific Journal*, 10(30), 133-144.
- Aslam, S. (n.d.). A Comparative Study of Blended Learning Versus Traditional Teaching in Middle School Science *The Future of Education* (Unpage).
- Beyer, B. K. (1983). common Sense about Teaching Skills. *Educational Leadership*, 41(November), 44-49.
- Bybee, R. W. et al. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Original and Effectiveness*. Colorado Springs: CO: BSCS.
- Clark, D. (2003). Blended Learning. Retrieved from <http://www.alapitvany.oktopusz.hu/domaing/files/modules/module15/261489EC2324A25.pdf>
- Davis, M. (1979). "The Effectiveness of a Guided Inquiry Discovery Approach in an Elementaly School Science Curriculum," *Dissertation Abatract International*, 39(1), 4161-A.
- Graham, C. R. (2005). The Handbook of Blended Learning: Blended Learning System. Retrieved from [http:// www.publicationshare.com/graham_intro.pdf](http://www.publicationshare.com/graham_intro.pdf)
- Kiindienst, D. (1993). "Citation" *Dissertation Abstract International*, 54, 5-A.
- Lucas, D. H. (1975). "The Effect of Participation in and Instructional Program at Fernbank Science Center has on Upper Elementary School Student's Scienctific Attitudes,". *Dissertation Abstract International*, 35, 6530A-6531-A.

Oliver, M., & Trigwell, K. (2005). Can Blended Learning Be Redeemed?

E-Learning, 2(1), 17-26.

Singh, H. (2003). Building Effective Blended Learning Programs. *Educational Technology*, 43(6), 51-54.

Valiathan, P. (2002). Blended Learning Models. Retrieved from [http:// www.purnima-valiathan.com/wp-content/uploads/2015/09/Blended-Learning-Models-2002-ASTP.pdf](http://www.purnima-valiathan.com/wp-content/uploads/2015/09/Blended-Learning-Models-2002-ASTP.pdf)

กมลรัตน์ หล้าสูงวงศ์. (2527). *จิตวิทยาสังคม*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการแนะแนว และจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: ศูนย์กลางดพรัว.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *การคิดเชิงวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: ชัดเชสมิเดีย.

เกศราภรณ์ เขียวไชย. (2556). *วัฏจักรของน้ำ*. สืบค้นจาก [http:// kasarapornwater.blogspot.com](http://kasarapornwater.blogspot.com)

แขนง อำขา. (2556). *เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ*. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, เชียงราย.

คลังความรู้วิทยาลัยพยาบาลราชชนนีนครศรีธรรมราช. (2556). *ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21*. สืบค้นจาก [http:// 61.19.73.142/km/?p=1227](http://61.19.73.142/km/?p=1227)

จำนงค์ ทองช่วย. (2551). *การศึกษามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การสอนรูปแบบซิปปาร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

จิราพร ปรากรณ์. (2557). *ทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21*. สืบค้นจาก <http://www.vcharkarn.com/varticle/60454>

จุฬารัตน์ ต่อหิรัญพฤกษ์. (2551). *การศึกษามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถ*

ในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

จุฬารัตน์ บุญชู. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช.

เจดศักดิ์ ชุมนุช. (2540). นิรมิต-ทฤษฎีการสร้างความรู้โดยผู้เรียน คู่มือฝึกอบรมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนแบบบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (101-103).

ชัยวัฒน์ บวรวัฒนเศรษฐ์. (2559). การพัฒนาการเรียนการสอนของครูผู้ชั้นเรียนทฤษฎีสมมติฐาน. วารสารวิชาการแพรวกาฟ้าสินธุ์, 3(1), 162-163.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.

ณัฐวุฒิ จันละมุด. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโมเดลชีปป่า และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ดุษฎี มัชฌิมาภิโร. (2553). การสอนให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ความรู้: ทฤษฎีสมมติฐาน. วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 7(32), 3.

ทิตินา แหมมณี และคณะ. (2540). ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.

ธิดารัตน์ รุ่งเจริญเกียรติ. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ 4MAT เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลการเรียนรู้ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏที่มีความสามารถทางปัญญาต่างกัน. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยศิลปากร, 8(2), 1704-1718.

นฤดี นามโนรินทร์. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es

เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องบรรยากาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. สาขาวิชาหลักสูตร
และการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, สกลนคร.

นิติกร อ่อนโยน. (2551). ผลของการเรียนการสอนแบบสืบสอบโดยใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อ
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสังเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.
(วิทยานิพนธ์ ค.ม. สาขาวิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีการศึกษา). จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นิรชา อ่ำประเวทย์. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ดัดแปลงร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ
ร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
และทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.
สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรี
นครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เนืองวงศ์ ทวยเจริญ. (2560). Thailand 4.0 อะไร อะไรก็ 4.0. สืบค้นจาก [https://
www.9experttraining.com/articles/thailand-4.0](https://www.9experttraining.com/articles/thailand-4.0)

บริษัทเกษตรร่วมพัฒนา. (2557). พลังงานลมเพื่อการผลิตไฟฟ้า. สืบค้นจาก [http:// www.union-
agriculture.com/techno_wind.html](http://www.union-agriculture.com/techno_wind.html)

บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9.). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญฤดี แซ่ลือ. (2545). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน
แบบซิปปาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. สาขาวิชาการ
ประถมศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ปนัดดา สุกเอี่ยม. (2555). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน เรื่องพลเมืองดีของสังคม
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ กศ.บ. สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสาร
การศึกษา). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, ปทุมธานี.

ประมพร โคตา. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
คิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเขียนผังมโนมิติ. (ปริญญานิพนธ์. กศ.ม. สาขาวิชาการ

- มัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ประพจน์ พลชีวะ. (2550). การนำเสนอรูปแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันในโครงการ
วิทยาศาสตร์สำหรับการฝึกแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ ค.ม.
สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ประยงค์ ประจงไสย. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ด้านความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนรู้โดยใช้ชุด
กิจกรรมพหุปัญญาด้านความเข้าใจธรรมชาติ. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการ
มัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 กรุงเทพฯ: แอคทีฟพริ้นท์.
- ประหยัด จิระวรพงศ์. (2552). การนำเสนอแผนพัฒนาเชิงปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและ
การสื่อสาร. (ปริญญานิพนธ์ กศ.บ. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์).
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร, กรุงเทพฯ.
- ปรัชญนันท์ นิลสุข และ ปณิตา วรรณพิรุณ. (2556). การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน: สัดส่วนการ
ผสมผสาน. *พัฒนาเทคนิคศึกษา*, 25(85), 31-34.
- ปรีดาวรรณ อ่อนนางไย. (2555). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักการศึกษา กรุงเทพมหานคร. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.
สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ปานระพี ธิพิพันธุ์. (2560). *Thailand 4.0 ประเทศไทย 4.0 คืออะไร*. สืบค้นจาก <https://www.it24hrs.com/2017/thailand-4-0>
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ:
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวคิดวิธีและเทคนิค
การสอน*. กรุงเทพฯ: เดอพมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภาสกร เรืองรอง และคณะ. (2557). *Blended Learning กับการพัฒนาคุณภาพการศึกษาไทยใน
ศตวรรษที่ 21*. สืบค้นจาก <http://nueducation2556.blogspot.com/2014/02/blended->

learning-21.html

มนมนัส สุตสิน. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนผังมโนมิติ. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ยิ่งปลิว ศุภกิตติวงศ์. (2557). การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ. สืบค้นจาก <http://www.yp.co.th/2010-10-03-06-35-34/88--hydroelectricity.html>

เย็น ภู่วรรณ. (2556). Educaiton 2.0. สืบค้นจาก www.vcharkarn.com/varticle/44401

รชดา บัวไพร. (2552). การศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบโมเดลชิปปาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ราณี ดวงเฮา. (2552). ทำความรู้จัก Education 3.0 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษายุคใหม่. สืบค้นจาก www.moe.go.th/moe/upload/itnews/htmlfiles/8752-3872.html

รุ่งรัตน์ พึ่งเรียน. (2548). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยการใช้สื่อภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการสอนตามปกติ. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์.

รุ่งโรจน์ แก้วอุไร. (2550). Blended Learning การเรียนรู้แบบผสมผสาน. สืบค้นจาก <http://www.gotoknow.org/posts/225358>

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ตถา ตา พับลิเคชัน.

วิชาญ เลิศลพ. (2543). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. (วิทยานิพนธ์ กศ.ด. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ศรารัตน์ มุลอมาตย์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ศิริภรณ์ เชื้อคำวัง. (2557). การพัฒนาชุดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อเน้นการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้การดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, สกลนคร.

ศิริภรณ์ เม่นม้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามทฤษฎีสรคานิยม. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการประถมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ศุภกิตติวงศ์, ย. (2557). การผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าพลังน้ำ. สืบค้นจาก <http://www.yp.co.th/2010-10-03-06-35-34/88--hydroelectricity.html>

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. (2557). ผลงานแสงอาทิตย์. สืบค้นจาก <http://nidapoll.nida.ac.th/index.php?op=polls-detail&id=519>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สืบค้นจาก <http://www.ipst.ac.th/biology/Bio-Articles/mag-content10.html>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับอนาคต. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.

สมใจ จันทรเต็ม. (2553). Hybrid Learning กับนวัตกรรมการเรียนการสอนวิชาบัญชีในศตวรรษที่ 21: กรณีศึกษาของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 30(1), 134-150.

สยมพร พรหมสุรินทร์. (2558). การเปรียบเทียบวิธีการสอนภาษาอังกฤษแบบอีเลิร์นนิ่ง แบบผสมผสานและแบบดั้งเดิม: กรณีศึกษาวิทยาลัยการอาชีพบ้านไผ่. (วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. สาขาวิชาภาษาต่างประเทศประยุกต์ภาษาอังกฤษเพื่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). สถาบัน

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

สาโรช ไศริรักษ์. (2546). *นวัตกรรมการสอนที่ยืดผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2548). *แนวทางการพัฒนาการคิดของชาติ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ.

สุกัญญา ลีธีระ. (2549). *ผลการฝึกความสามารถทางสมองด้านการคิดวิเคราะห์ในทฤษฎีย่อยด้านการคิดตามแนวทฤษฎีเชอร์ปัญญาของสเตอร์นเบิร์กที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2545). *การจัดกระบวนการเรียนรู้: เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: 911 เทคโนโลยีพริ้นติ้ง.

สุทธิวรรณ พิศัยดิโสภณ. (ม.ป.ป.). *การเขียนข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์*. (เอกสารประกอบการบรรยาย). กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุธาวัลย์ สมานหนู. (2554). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการเรียนแบบผสมผสาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ ค.ม. สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2540). *การเสริมสร้างศักยภาพนักเรียนกรุงเทพมหานครด้านวิทยาศาสตร์และมิติสัมพันธ์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2542). *นวัตกรรมทางการประถมศึกษาไทย: การจัดการเรียนการสอนแบบรวมชั้น*. วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์, 1(1), 7-8.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2543). *ทฤษฎีสรคณิยม, สารานุกรมศึกษาศาสตร์*.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2551). *เอกสารแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรคณิยมของทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 1*. กรุงเทพฯ: สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

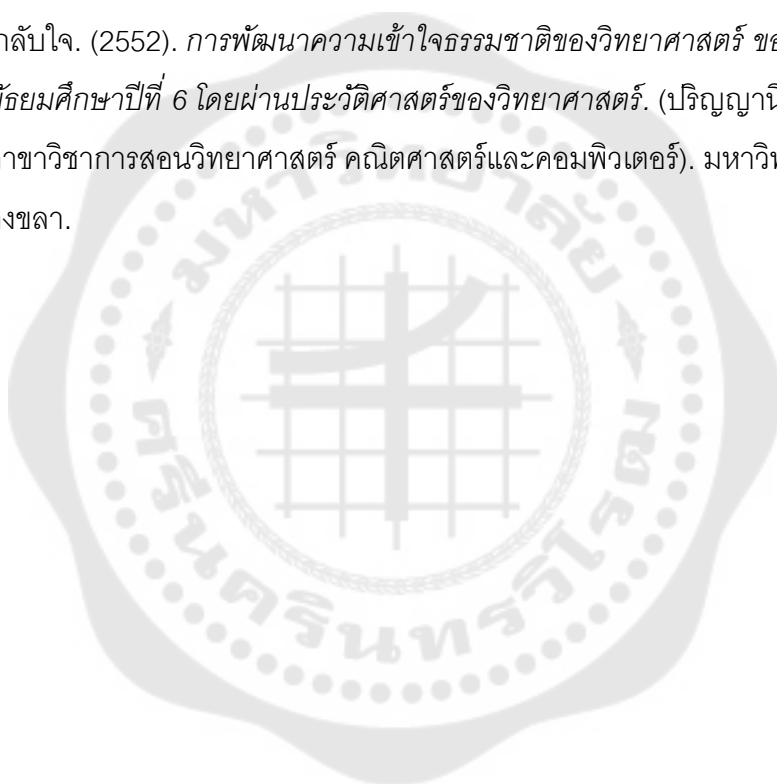
สุพรรณิ พรพุทธิชัย. (2551). *อิทธิพลของการสอนวิชาโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคซิมเพล็กซ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา*. (วิทยานิพนธ์ ค.ม.

- สาขาวิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุพัสยา ปาพา. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุภัทรรดา กุลยะ. (2551). ผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยครูใช้โมเดลรูปตัววีที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2555). การเรียนรู้แบบผสมผสาน เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการครูผู้สอนภาษาอังกฤษ โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 2 (1-11).แพร่: องค์การบริหารส่วนจังหวัด.
- สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์. (2548). ทักษะการอ่าน การคิดวิเคราะห์ และเขียน. นนทบุรี: ซี.ซี.นอล ลิดจ์ ลิงส์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์. กรุงเทพฯ: ดวงกมลสมัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2548). กลยุทธ์การสอนเชิงกลยุทธ์. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อนรรฆ สาสุข. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน Blended Learning เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและเปลี่ยนแปลงเจตคติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชา ง31101 เทคโนโลยีสารสนเทศ. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม.). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อภิชาติ อนุกุลเวช. (2555). การเรียนแบบผสมผสาน Blended Learning. สืบค้นจาก http://www.Chontech.ac.th_abichat/1/index.php?option.htm
- อมลวรรณ วีระธรรมโม. (2548). ทฤษฎีการสร้างสรรค์: ลีลาการสอนของครู และพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน. วารสารสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยทักษิณ, 4(1), 11-13.
- อาภาพร สิงหาช. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ประกอบการใช้ห้องเรียนจำลองธรรมชาติกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม. (ปริญญา นิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

อุดมลักษณ์ นกฟุ้งฟูม. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึก กระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการ มัธยมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เอกพนธ์ กลับใจ. (2552). การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผ่านประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.







ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือ เพื่อทำปริญญานิพนธ์ด้าน
ต่างๆ ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง
- แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
- แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ออนไลน์

1. อาจารย์เรืองวิทย์ แก้วพรหม ครูชำนาญการพิเศษ เอกวิทยาศาสตร์
โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลฯ
2. อาจารย์ศราวุธ ชินะโคตรพงษ์ ครูชำนาญการพิเศษ เอกวิทยาศาสตร์
โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
3. อาจารย์เบญพร ไพโรศรี ครูชำนาญการพิเศษ เอกวิทยาศาสตร์
โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
4. อาจารย์ศิริณา ไพโรศรี ครูชำนาญการพิเศษ เอกคอมพิวเตอร์
โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
5. อาจารย์ภัทรพงศ์ บุญหอ ครูชำนาญการพิเศษ เอกเทคโนโลยีทาง
การศึกษา โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
6. อาจารย์ วาที ร.ต.ทรงพล สีหะวงษ์ ครูชำนาญการพิเศษ เอกคอมพิวเตอร์
โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี



1. ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์



ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.78	0.48	11	0.30	0.20
2	0.32	0.28	12	0.32	0.34
3	0.67	0.28	13	0.23	0.50
4	0.44	0.53	14	0.71	0.56
5	0.34	0.45	15	0.33	0.28
6	0.28	0.46	16	0.57	0.47
7	0.25	0.39	17	0.46	0.75
8	0.34	0.23	18	0.35	0.53
9	0.27	0.32	19	0.37	0.35
10	0.27	0.42	20	0.45	0.59

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ = 0.70

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	อำนาจจำแนก (t)	ข้อที่	อำนาจจำแนก (t)	ข้อที่	อำนาจจำแนก (t)	ข้อที่	อำนาจจำแนก (t)
1	8.19*	6	4.63*	11	5.52*	16	5.81*
2	6.49*	7	9.96*	12	5.29*	17	7.23*
3	4.50*	8	4.17*	13	3.77*	18	4.37*
4	5.29*	9	7.56*	14	5.96*	19	3.77*
5	6.90*	10	7.56*	15	5.45*	20	5.40*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง
2. ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ออนไลน์
3. แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ออนไลน์
4. แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
5. แบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 5 พลังงาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พลังงานแสงอาทิตย์

เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ปีการศึกษา 2560

จำนวน 2 คาบ (100 นาที)

ผู้สอน นางสาวดนยา ชัยเวชสกุล

สาระพื้นฐาน : สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐานการเรียนรู้ : ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับลักษณะของพลังงานน้ำ (วิเคราะห์หลักการ)
2. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการนำพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
3. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการไหลของน้ำ (วิเคราะห์หลักการ)
4. อธิบายเกี่ยวกับน้ำบนโลก (วิเคราะห์ความสำคัญ)
5. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ความอยากรู้อยากเห็น, ความซื่อสัตย์, ความมีระเบียบรอบคอบ)

สาระสำคัญ

1. น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำกว่าเสมอ และเมื่อน้ำปะทะกับวัตถุใดๆ สามารถทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่หรือหมุนได้
2. การหมุนเวียนของน้ำตามธรรมชาติ ทำให้สามารถนำพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างต่อเนื่อง
3. วัฏจักรของน้ำ เกิดจากน้ำบนผิวโลกมีการเปลี่ยนสถานะหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา โดยอาศัยกระบวนการต่างๆ ตามธรรมชาติ

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ออนไลน์ เรื่องพลังงานน้ำ
2. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยสถาบัน
การสอนส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
3. ใบงานมหัศจรรย์พลังงานน้ำ (กลุ่ม)

กิจกรรมการเรียนรู้

Offline	Online
ก่อนเริ่มสอน ครูผู้สอน, สอบถามนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องการทำกร้านบนเว็บไซต์ ว่าใครมีข้อสงสัยเรื่องใดบ้าง	ขั้นสอน ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement phase) (5 นาที) 1. ครูผู้สอน, นำภาพน้ำตก แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยไปเที่ยวน้ำตกโดยใช้คำถามดังนี้ 2. ครูผู้สอน, จากภาพหรือประสบการณ์ที่นักเรียนเคยไปเที่ยวน้ำตก นักเรียนคิดว่าน้ำมีทิศทางการไหลอย่างไร 3. นักเรียน, น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเสมอ และเมื่อน้ำปะทะกับวัตถุใดๆ สามารถทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่หรือหมุนได้ เช่น เมื่อน้ำไหลมากระทบกับก้อนหินที่อยู่ด้านล่าง ทำให้ก้อนหินเคลื่อนที่ เป็นต้น
	ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อค้นพบ (Exploration phase) (15 นาที) 1. ครูผู้สอน, ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 6 กลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาความรู้บนอินเทอร์เน็ต 2. ครูผู้สอน, ให้นักเรียนศึกษาและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เรื่องวัฏจักรของน้ำภายในกลุ่ม

Offline	Online
	ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายมโนทัศน์ (Explanation phase) (15 นาที) ครูผู้สอน, นำภาพวัฏจักรของน้ำให้นักเรียนดู พร้อมให้นักเรียนอภิปราย นักเรียน, นำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำเสมอ และเมื่อน้ำประทะกับวัตถุใดๆ สามารถทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่หรือหมุนได้ เช่น เมื่อน้ำตกไหลลงมากระทบกับก้อนหินที่อยู่ด้านล่างสามารถทำให้ก้อนหินเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิมได้ หรือน้ำในแม่น้ำสามารถพัดพาวัตถุที่ขวางทางน้ำให้เคลื่อนที่ไปได้ เป็นต้น ครูผู้สอน, นักเรียนคิดว่าผิวโลกจะมีน้ำอยู่ตลอดไปหรือไม่ นักเรียน, ผิวโลกจะมีน้ำตลอด เพราะน้ำบนผิวโลกมีการเปลี่ยนสถานะหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา โดยอาศัยกระบวนการต่างๆ ตามธรรมชาติ ที่เรียกว่า “วัฏจักรของน้ำ”
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายและประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Elaboration phase) (35 นาที) ครูผู้สอน, ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม ทำการทดลองเรื่อง มหัศจรรย์พลังงานน้ำ	
ขั้นที่ 5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Elaboration phase) ครูผู้สอน, ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมอภิปราย (กลุ่มละ 3 นาที) พร้อมสอดแทรกความรู้	
หลังการสอน ครูผู้สอน, ให้การบ้าน โดยให้นักเรียนทำ my mapping เรื่องพลังงานน้ำ	

การวัดและประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับลักษณะของพลังงานน้ำ (วิเคราะห์หลักการ)	1. สังเกตพฤติกรรม	1. แบบสังเกต	1. นักเรียนสามารถตอบคำถาม และอธิบายได้
2. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการนำพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)	2. สังเกตเจตคติทางวิทยาศาสตร์	เจตคติทางวิทยาศาสตร์	ถูกต้องและมีเหตุผล
3. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับการไหลของน้ำ (วิเคราะห์หลักการ)	3. สังเกตการทำกิจกรรม	2. แบบประเมินการทำกิจกรรม	ร้อยละ 60 ของเกณฑ์การประเมิน
4. อธิบายเกี่ยวกับน้ำบนโลก (วิเคราะห์ความสำคัญ)			2. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม
5. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (อยากรู้ อยากเห็น, ความซื่อสัตย์, มีระเบียบรอบคอบ)			3. นักเรียนมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีของเกณฑ์การประเมิน
6. การทำกิจกรรมกลุ่ม			

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

การตรวจสอบและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจสอบ
(.....)

แบบสังเกตเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้ประเมิน.....ชั้น.....เลขที่.....

ผู้ ได้	พฤติกรรม ชื่อ-สกุล	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ	หน้า ใบ เลข ชื่อ

เกณฑ์การให้คะแนน

- 3 หมายถึง มาก
2 หมายถึง ปานกลาง
1 หมายถึง น้อย

เกณฑ์การประเมิน

- 10-12 คะแนน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ ดี
7-9 คะแนน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ พอใช้
4-6 คะแนน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ น้อย

ข้อเสนอแนะ

.....

แบบประเมินใบงาน

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ความถูกต้องชัดเจน	ความถูกต้องของเนื้อหาตั้งแต่ ร้อยละ 80 ขึ้นไป	ความถูกต้องของเนื้อหาตั้งแต่ ร้อยละ 70-79	ความถูกต้องของเนื้อหาตั้งแต่ ร้อยละ 60-69	ความถูกต้องของเนื้อหาน้อยกว่า ร้อยละ 60
การใช้ภาษา	ภาษาเป็นทางการ ถูกต้องชัดเจน ไม่ฉีกคำ สะกดถูก	ภาษาค่อนข้างเป็นทางการถูกต้อง ชัดเจน ไม่ฉีกคำ สะกดถูก	ภาษาไม่เป็นทางการ ไม่ฉีกคำ สะกดผิดบ้าง	ภาษาไม่เป็นทางการ ฉีกคำ สะกดผิดมาก
ความสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อย	ลายมือสวยงาม ทำงานสะอาดเป็นระเบียบเรียบร้อย น่าอ่าน	ลายมือค่อนข้างสวยงาม ทำงานสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อย	ทำงานไม่ค่อยสะอาด ไม่ค่อยเป็นระเบียบเรียบร้อย	ทำงานสกปรก ไม่เป็นระเบียบ เรียบร้อย
การตรงต่อเวลา	ส่งงานตรงเวลา	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 1 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนด 2 วัน	ส่งงานช้ากว่ากำหนดตั้งแต่ 3 วันขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน

ระดับคุณภาพ

13-16

ดีมาก

9-12

ดี

5-8

พอใช้

1-4

ควรปรับปรุง

แบบประเมินการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การตอบคำถาม และการอภิปราย

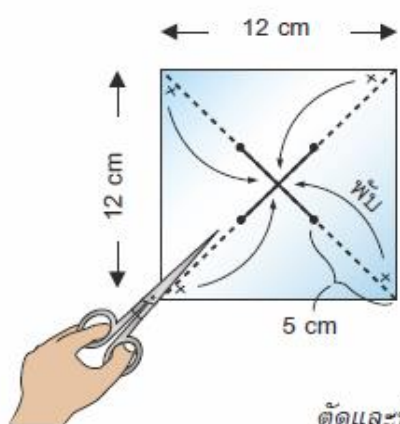
เกณฑ์การประเมินการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	
รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ไม่ให้ความสนใจในคำถามที่ครูถาม แต่สนใจกับสิ่งอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ไม่มีการตอบหรือถามคำถาม หรือร่วมแสดงความคิดเห็นเมื่อมีการถามคำถามหรืออภิปรายเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ ระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้	ต้องปรับปรุง หรือ 1
ให้ความสนใจในการทำกิจกรรม แต่ไม่มีการตอบหรือถามคำถาม หรือร่วมแสดงความคิดเห็น เมื่อมีการถามคำถามหรืออภิปรายเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ ระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้	พอใช้ หรือ 2
ให้ความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการถามและตอบ และร่วมแสดงความคิดเห็นบ้าง เมื่อมีการถามคำถามหรือการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ ระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้	ดี หรือ 3
ให้ความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการถามและตอบ และร่วมแสดงความคิดเห็นเกือบทุกครั้ง เมื่อมีการถามคำถามหรือการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ ระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้	ดีมาก หรือ 4

กิจกรรมหัตถกรรมพลังงานน้ำ

วิธีทำกิจกรรม

1. ประดิษฐ์กังหันและชุดการทำกิจกรรม ตามขั้นตอนดังนี้

1) ตัดและพับแผ่นพลาสติกตามแบบ และนำกระดาษกาวติดมุมพลาสติกทั้ง 4 มุม ให้ติดอยู่ด้วยกัน ดังภาพ

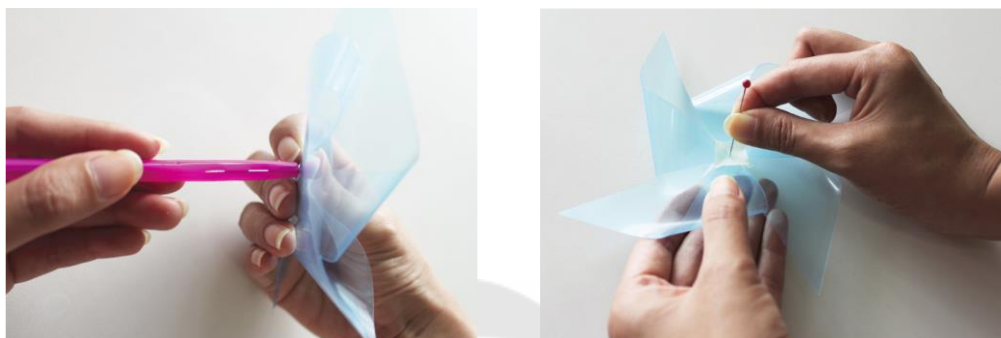


ตัดและพับแผ่นพลาสติกตามแบบ



ติดกระดาษกาวให้มุมพลาสติกทั้ง 4 มุม ติดอยู่ด้วยกัน

2) เสียบเข็มหมุดที่บริเวณศูนย์กลางของก้าน และกลัดปลายเข็มหมุดไปที่บริเวณปลายของหลอดพลาสติกขนาดเล็กให้แน่น ดังภาพ



เสียบเข็มหมุดที่บริเวณศูนย์กลางของก้าน กลัดปลายเข็มหมุดที่บริเวณ
ปลายหลอดพลาสติก

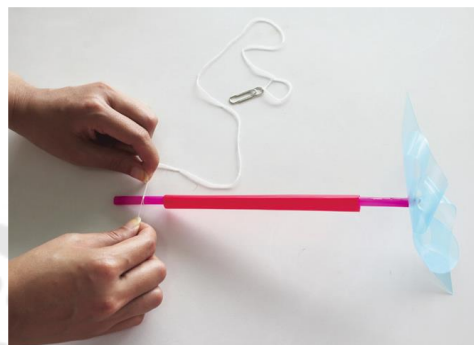
3) กำหนดให้หลอดพลาสติกขนาดเล็กในข้อที่ 2) เป็นแกนก้าน จากนั้นให้สอดแกนก้านเข้าไปด้านในของหลอดพลาสติกอีกอันหนึ่งที่มีขนาดใหญ่กว่า ดังภาพ



4) เตรียมเส้นด้าย ความยาว 60 เซนติเมตร นำปลายด้านหนึ่งของเส้นด้ายไปผูกติดไว้กับคลิปหนีบกระดาษขนาดเล็กจำนวน 1 อัน และนำปลายอีกด้านหนึ่งของเส้นด้ายไปผูกติดไว้ที่ปลายแกนกังหัน โดยผูกให้มีระยะห่างจากปลายแกนกังหัน ประมาณ 4-5 เซนติเมตร และติดเทปขาวตรงบริเวณที่ผูกเส้นด้ายกับแกนกังหันไว้ให้แน่น ดังภาพ

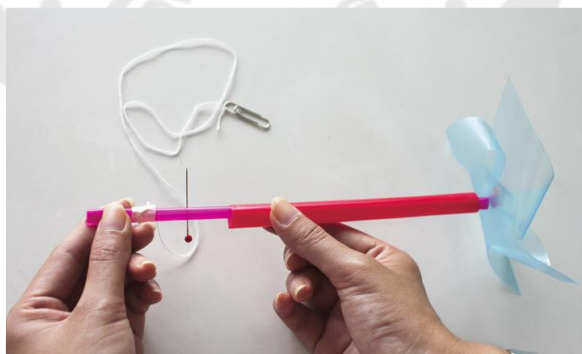


นำปลายเส้นด้ายไปผูกติดไว้ที่ปลาย
ของแกนกังหัน



ติดเทปขาวตรงบริเวณที่ผูกเส้นด้าย
กับแกนกังหัน

5) เพื่อไม่ให้แกนกังหันหลุดออกจากหลอดพลาสติกขนาดใหญ่ในขณะที่ทดสอบการหมุนให้นำเชือกมัดอีกอันหนึ่งเสียบไปที่แกนกังหัน ตามตำแหน่ง ดังภาพ



เสียบเชือกมัดไปที่แกนกังหัน



2. เตรียมแก้วนํ้าจำนวน 1 ใบ จากนั้นคว่ำแก้วนํ้าลงและติดชุดก้นห้นที่ประดิษฐ์เสร็จแล้วไปที่บริเวณฐานของแก้วนํ้าด้วยกระดาษขาว



3. บรรจุน้ำ 5,000 cm³ ลงในถังน้ำ จากนั้นให้ยกถังน้ำขึ้น ให้ระดับ น้ำที่จะปล่อยอยู่สูงกว่าระดับแกนก้นห้น 15 เซนติเมตร และปล่อยน้ำจากถังให้ไหลลงไปที่บริเวณปลายใบพัดของก้นห้นอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งน้ำในถังหมด ให้สังเกตการหมุนของก้นห้นและจับเวลาตั้งแต่คลิปหนีบกระดาษเริ่มเคลื่อนที่จนกระทั่งเคลื่อนที่มาสิ้นสุดที่แกนของก้นห้น

4. ทำกิจกรรมข้อที่ 3 ซ้ำอีกครั้ง 2 ครั้ง และบันทึกผล

5. ทำกิจกรรมตามขั้นตอนในข้อที่ 3 แต่ให้เปลี่ยนระดับความสูงของน้ำที่ปล่อยลงมา ให้อยู่สูงกว่าระดับแกนก้นห้น 50 เซนติเมตร และทำกิจกรรมข้อที่ 5 ซ้ำอีก 2 ครั้ง



กิจกรรมที่ 1 มหัศจรรย์พลังงานน้ำ

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ป. 6/.....เลขที่.....
 ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ป. 6/.....เลขที่.....
 ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ป. 6/.....เลขที่.....
 ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ป. 6/.....เลขที่.....
 ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ป. 6/.....เลขที่.....
 ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ป. 6/.....เลขที่.....

จุดประสงค์

ทดลอง สังเกต เปรียบเทียบและเขียนสรุปเกี่ยวกับพลังงานน้ำ และผลที่เกิดจากพลังงานน้ำ

วิธีการทำ

ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ พลังงานทดแทนกับการใช้ประโยชน์ กิจกรรม 1 มหัศจรรย์พลังงานน้ำ (**หมายเหตุ** นักเรียนสามารถปรับขนาดของถังบรรจุน้ำเป็นภาชนะอื่น หรือสามารถปรับรูปแบบการทดลองหรือใช้วัสดุตามความเหมาะสม)

อุปกรณ์การทดลอง

.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ระยะห่างตาม แนวตั้งของน้ำกับ ตำแหน่งก้นหั่น	ครั้งที่	การเปลี่ยนแปลงของก้นหั่น	ระยะเวลาที่คลิปหนีบ กระดาษใช้ในการ เคลื่อนที่ (วินาที)
15 cm	1		
	2		
	3		
	เฉลี่ย		
50 cm	1		
	2		
	3		
	เฉลี่ย		

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. คลิปหนีบกระดาษที่ปลายเส้นด้ายมีการเคลื่อนที่หรือไม่ ถ้ามีการเคลื่อนที่คิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อเพิ่มระยะห่างตามแนวดิ่งระหว่างตำแหน่งของน้ำที่ปล่อยลงมากับตำแหน่งของแกนกังหันให้มีระยะห่างมากขึ้น มีผลต่อการหมุนของกังหันและการเคลื่อนที่ของคลิปปั่นกระดาษหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. การนำพลังงานน้ำมาใช้หมุนกังหันในกิจกรรมนี้ มีข้อจำกัดหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สาระที่ 5 พลังงาน

ปีการศึกษา 2560

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พลังงานแสงอาทิตย์

จำนวน 2 คาบ (100 นาที)

เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์

ผู้สอน นางสาวดนยา ชัยเวชสกุล

สาระพื้นฐาน : สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐานการเรียนรู้ : ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับลักษณะของพลังงานแสงอาทิตย์ (วิเคราะห์หลักการ)
2. อธิบายและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กับอุณหภูมิอากาศ (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
3. อธิบายและบอกปัจจัยที่มีต่อความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ (วิเคราะห์ความสำคัญ)
4. อธิบายและสรุปเกี่ยวกับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่ประเทศไทยและโลกได้รับ (วิเคราะห์หลักการ)
5. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (อยากรู้อยากเห็น, ใจกว้าง)

สาระสำคัญ

1. พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลกโดยการแผ่รังสี
2. ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์เป็นปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่ต่างๆ ต่อช่วงเวลาหนึ่งๆ มีผลทำให้อุณหภูมิอากาศในแต่ละวันมีค่าไม่คงที่ ถ้าพื้นที่ใดๆ ได้รับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูง อุณหภูมิอากาศบริเวณนั้นจะสูงตามไปด้วย
3. ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเส้นละติจูดช่วงเวลาของวัน ฤดูกาล สภาพอากาศ และมลภาวะทางอากาศ

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ออนไลน์ เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์
2. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยสถาบัน
การสอนส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
3. ใบงานจับให้ได้ไล่ให้ทัน (กลุ่ม)
4. ใบงานประโยชน์พลังงานแสงอาทิตย์ (กลุ่ม)

กิจกรรมการเรียนรู้

Offline	Online
ก่อนเริ่มสอน ครูผู้สอน, สอบถามนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องการทำ การบ้านบนเว็บไซต์ ว่าใครมีข้อสงสัยเรื่องใดบ้าง	ขั้นสอน ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement phase) (5 นาที) 1. ครูผู้สอน, นำคลิปวิดีโอเกี่ยวกับการกำเนิดดวงอาทิตย์เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น พร้อมตั้งคำถามให้นักเรียนว่า 2. ครูผู้สอน, พลังงานแสงอาทิตย์มีประโยชน์ หรือโทษ พร้อมให้ยกตัวอย่าง 3. นักเรียน, ประโยชน์ คือ การตากผ้า การตากอาหาร การผลิตเกลือสมุทร โทษ คือ รังสี UV ทำให้เกิดมะเร็ง
	ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อค้นพบ (Exploration phase) (20 นาที) 1. ครูผู้สอน, ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 6 กลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาความรู้บนอินเทอร์เน็ต 2. ครูผู้สอน, แจกใบงานให้นักเรียนทำ (ใบงาน, จับให้ได้ไล่ให้ทัน)

Offline	Online
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายมโนทัศน์ (Explanation phase) (35 นาที) 1. ครูผู้สอน, นำอภิปราย เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ในด้านอื่นๆ อีก พร้อมทั้งให้นักเรียนสรุป โดยอาจใช้ตัวอย่างคำถาม ดังนี้ 2. ครูผู้สอน, ถ้าไม่มีแสงจากดวงอาทิตย์นักเรียนจะมองเห็นสิ่งต่างๆ ได้หรือไม่ 3. นักเรียน, สิ่งมีชีวิตบนโลกล้วนต้องอาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์ เช่น ใช้เป็นแหล่งพลังงานความร้อนเพื่อให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ใช้ถนอมอาหารโดยการตากแห้ง ใช้ในการผลิตเกลือสมุทร ใช้ในการตากผ้า 4. ครูผู้สอน, อธิบายเพิ่มเติมว่า นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลต่อการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ทางธรรมชาติบนโลก เช่น ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำ และมีอิทธิพลต่อการเกิดแหล่งพลังงานต่างๆ เช่น ปิโตรเลียม ลม น้ำ ชีวมวล เป็นต้น	5. ครูผู้สอน, ให้นักเรียนศึกษาต่อไปในหัวข้อพลังงานแสงอาทิตย์ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภาพ บนเว็บที่ครูสร้าง โดยครูใช้ตัวอย่างคำถามมีดังนี้ 6. ครูผู้สอน, นักเรียนคิดว่า ดวงอาทิตย์ส่งพลังงานมายังโลกได้อย่างไร 7. นักเรียน, พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ส่งมายังโลกโดยการแผ่รังสี ซึ่งมีทั้งรังสีที่มองเห็นและมองไม่เห็น ตัวอย่างรังสีที่มองเห็นได้ เช่น แสง และตัวอย่างรังสีที่มองไม่เห็น เช่น รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีอินฟราเรด เป็นต้น และรังสีจากดวงอาทิตย์ที่แผ่มายังโลก บางส่วนจะสะท้อนกลับสู่อวกาศ บางส่วนถูกดูดกลืนไว้ในบรรยากาศและส่วนที่เหลือจะแผ่ลงมายังผิวโลก 8. ครูผู้สอน, ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่า พลังงานแสงอาทิตย์มีผลต่ออุณหภูมิอากาศหรือไม่

Offline	Online
	9. นักเรียน, อุณหภูมิอากาศในแต่ละช่วงของวันและในแต่ละวัน มีค่าไม่คงที่ เพราะมีผลมาจากความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ถ้าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าสูง จะทำให้อุณหภูมิอากาศบริเวณนั้นสูงตามไปด้วย ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออุณหภูมิอากาศที่บริเวณใดๆ นอกจากขึ้นอยู่กับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ด้วย เช่น บริเวณป่าหรือบริเวณที่มีต้นไม้เขียว อุณหภูมิอากาศก็จะแตกต่างกัน และปริมาณเมฆบนท้องฟ้าที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงของวันและในแต่ละวัน อาจส่งผลให้อุณหภูมิอากาศแตกต่างกันได้ 10. ครูผู้สอน, ให้นักเรียนศึกษาต่อไปในหัวข้อ ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภาพ บนเว็บไซต์ที่ครูสร้าง โดยครูใช้ตัวอย่างคำถามมีดังนี้ 11. ครูผู้สอน, นักเรียนคิดว่าพลังงานแสงอาทิตย์มีผลต่ออุณหภูมิอากาศหรือไม่ 12. นักเรียน, อุณหภูมิอากาศในแต่ละช่วงของวันและในแต่ละวัน มีค่าไม่คงที่ เพราะมีผลมาจากความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ถ้าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าสูง จะทำให้อุณหภูมิอากาศบริเวณนั้นสูงตามไปด้วย หรือ ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเส้นละติจูด ช่วงเวลาของวัน ฤดูกาล สภาพอากาศ เช่น ปริมาณความชื้นในอากาศ ปริมาณเมฆบนท้องฟ้า และเปลี่ยนแปลงไปตามมลภาวะทางอากาศ 13. ครูผู้สอน, มีบริเวณใดบ้างที่มีค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูง

Offline	Online
	14. นักเรียน, บริเวณของประเทศไทยที่มีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูง ได้แก่ บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคกลาง 15. ครูผู้สอน, ในแต่ละเดือน ประเทศไทยได้รับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร 16. นักเรียน, ในแต่ละเดือนประเทศไทยได้รับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์แตกต่างกัน บางเดือนได้รับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูง บางเดือนได้รับความเข้มรังสีจากดวงอาทิตย์ต่ำ 17. ครูผู้สอน, เดือนใดที่ประเทศไทยได้รับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงที่สุดและต่ำที่สุด 18. นักเรียน, ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จะมีค่าค่อยๆ เพิ่มขึ้นจากเดือนมกราคมไปจนถึงค่าสูงสุดในเดือนเมษายน และความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จะมีค่าค่อยๆ ลดลงจากเดือนเมษายน จนมีค่าต่ำที่สุดในเดือนธันวาคม
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายและประยุกต์ใช้โมทัศน์ (Elaboration phase) (20 นาที) 1. ครูผู้สอน, ให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มเรื่องการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ 2. นักเรียน, ระดมความคิดช่วยกันทำกิจกรรม	
ขั้นที่ 5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exhibition phase) (20 นาที) 1. ครูผู้สอน, ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปราย (กลุ่มละ 3 นาที) พร้อมสอดแทรกความรู้	
หลังการสอน ครูผู้สอน, ให้การบ้าน โดยให้นักเรียนทำ my mapping เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์	

การวัดและประเมินผล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	วิธีวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. อภิปรายสรุปเกี่ยวกับลักษณะของพลังงานแสงอาทิตย์ (วิเคราะห์หลักการ)	1. สังเกตพฤติกรรม	1. แบบสังเกต	1. นักเรียนสามารถตอบคำถาม และอภิปรายได้ถูกต้องและมีเหตุผลร้อยละ 60 ของเกณฑ์
2. อภิปรายและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กับอุณหภูมิอากาศ (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)	2. สังเกตเจตคติทางวิทยาศาสตร์	เจตคติทางวิทยาศาสตร์	2. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม
3. อภิปรายและบอกปัจจัยที่มีต่อความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ (วิเคราะห์ความสำคัญ)	3. สังเกตการทำกิจกรรม	2. แบบประเมินการทำกิจกรรม	3. นักเรียนมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีของเกณฑ์การประเมิน
4. อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทยและโลกได้รับ (วิเคราะห์หลักการ)			
5. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (อยากรู้ อยากรู้อยากเห็น, ใจกว้าง)			
6. การทำกิจกรรมกลุ่ม			

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

การตรวจสอบและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ตรวจสอบ

()

แบบสังเกตเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้ประเมิน.....ชั้น.....เลขที่.....

ผู้ ประเมิน	พฤติกรรม ชื่อ-สกุล	หมู่เป้าหมายระดับ			ระดับผู้			ระดับภาระ			ระดับผู้			รวม คะแนน	ผลการ ประเมิน	หมายเหตุ

เกณฑ์การให้คะแนน

3 หมายถึง มาก

2 หมายถึง ปานกลาง

3 หมายถึง น้อย

เกณฑ์การประเมิน

10-12 คะแนน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ ดี

7-9 คะแนน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ พอใช้

4-6 คะแนน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ น้อย

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินใบงาน

ประเด็นการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
ความถูกต้องชัดเจน	ความถูกต้องของ เนื้อหาตั้งแต่ ร้อย ละ 80 ขึ้นไป	ความถูกต้องของ เนื้อหาตั้งแต่ ร้อย ละ 70-79	ความถูกต้องของ เนื้อหาตั้งแต่ ร้อย ละ 60-69	ความถูกต้องของ เนื้อหาน้อยกว่า ร้อยละ 60
การใช้ภาษา	ภาษาเป็นทางการ ถูกต้องชัดเจน ไม่ ฉีกคำ สะกดถูก	ภาษาค่อนข้างเป็น ทางการถูกต้อง ชัดเจน ไม่ฉีกคำ สะกดถูก	ภาษาไม่เป็น ทางการ ไม่ฉีกคำ สะกดผิดบ้าง	ภาษาไม่เป็น ทางการ ฉีกคำ สะกดผิดมาก
ความสะอาด เป็น ระเบียบเรียบร้อย	ลายมือสวยงาม ทำงานสะอาดเป็น ระเบียบเรียบร้อย น่าอ่าน	ลายมือค่อนข้าง สวยงาม ทำงาน สะอาด เป็น ระเบียบเรียบร้อย	ทำงานไม่ค่อย สะอาด ไม่ค่อยเป็น ระเบียบเรียบร้อย	ทำงานสกปรก ไม่ เป็นระเบียบ เรียบร้อย
การตรงต่อเวลา	ส่งงานตรงเวลา	ส่งงานช้ากว่า กำหนด 1 วัน	ส่งงานช้ากว่า กำหนด 2 วัน	ส่งงานช้ากว่า กำหนดตั้งแต่ 3 วัน ขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน

13-16

9-12

5-8

1-4

ระดับคุณภาพ

ดีมาก

ดี

พอใช้

ควรปรับปรุง

แบบประเมินการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การตอบคำถาม และการอภิปราย

เกณฑ์การประเมินการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	
รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ไม่ให้ความสนใจในคำถามที่ครูถาม แต่สนใจกับสิ่งอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ไม่มีการตอบหรือถามคำถาม หรือร่วมแสดงความคิดเห็นเมื่อมีการถามคำถามหรืออภิปรายเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ ระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้	ต้องปรับปรุง หรือ 1
ให้ความสนใจในการทำกิจกรรม แต่ไม่มีการตอบหรือถามคำถาม หรือร่วมแสดงความคิดเห็นเมื่อมีการถามคำถามหรืออภิปรายเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ ระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้	พอใช้ หรือ 2
ให้ความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการถามและตอบ และร่วมแสดงความคิดเห็นบ้างเมื่อมีการถามคำถามหรือการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ ระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้	ดี หรือ 3
ให้ความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการถามและตอบ และร่วมแสดงความคิดเห็นเกือบทุกครั้ง เมื่อมีการถามคำถามหรือการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นต่างๆ ระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้	ดีมาก หรือ 4



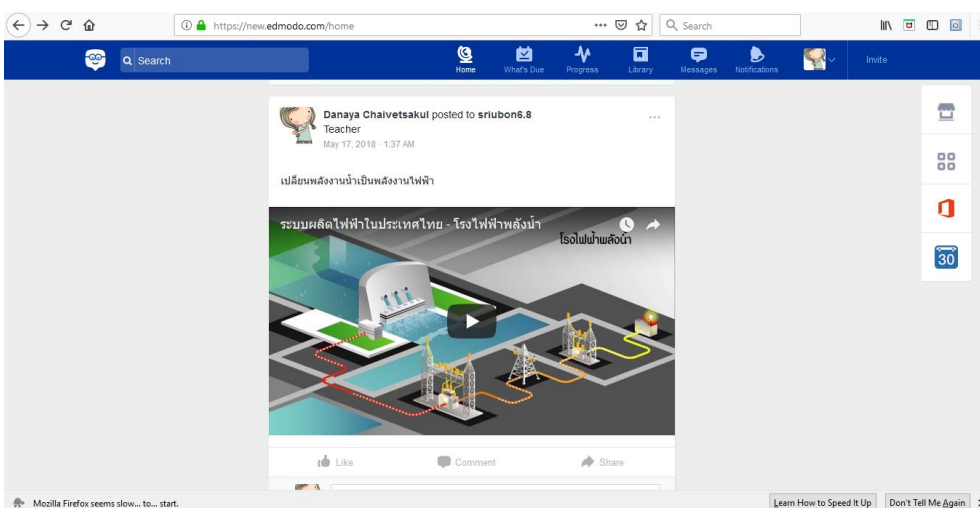
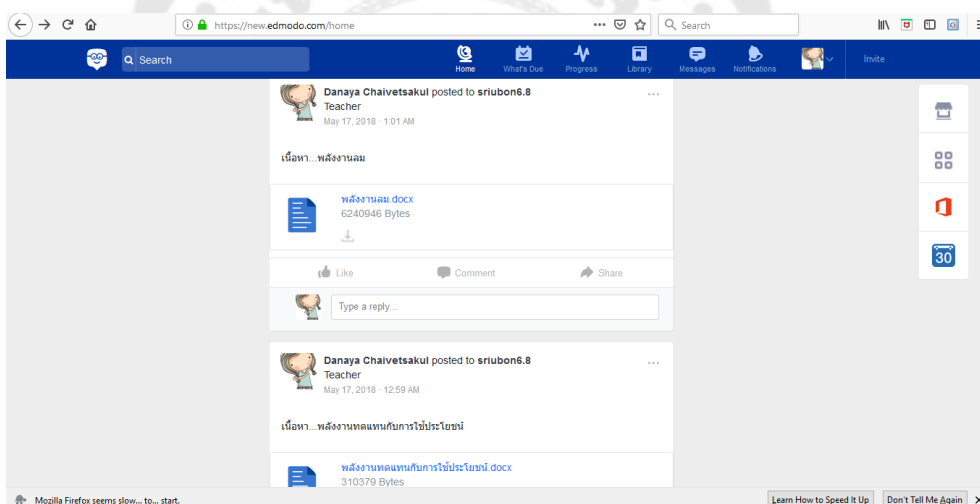
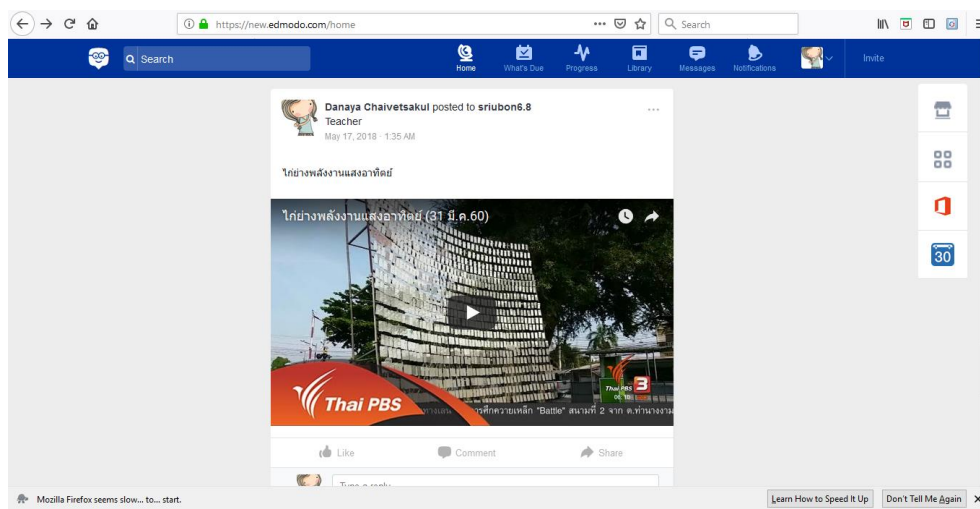
คำสั่ง จงใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และใส่เครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด แล้ว
แก้ไขให้ถูกต้อง

- _____ 1. ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จะแปรผกผันกับอุณหภูมิอากาศบริเวณนั้นๆ
.....
- _____ 2. Piranometer เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความเข้มของพลังงานแสงอาทิตย์
.....
- _____ 3. ประโยชน์พลังงานแสงอาทิตย์ คือ ถนอมอาหาร ผลิตเกลือสมุทร ตากผ้า
.....
- _____ 4. พลังงานแสงอาทิตย์จัดเป็นพลังงานหมุนเวียน ประเภทพลังงานทดแทน
.....
- _____ 5. Infrared เป็นพลังงานที่เคลื่อนที่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
.....
- _____ 6. รังสีที่มองไม่เห็น คือ รังสีอัลตราไวโอเลต รังสีอินฟราเรด รังสีที่มองเห็น คือ แสง
.....
- _____ 7. ดวงอาทิตย์ส่งพลังงานมายังโลกในรูปแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่น
ต่างๆ กัน เรียกว่า รังสีอัลตราไวโอเลต
.....
- _____ 8. บริเวณที่ได้รับความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูง คือ บริเวณเส้นลองติจูดของโลก
.....
- _____ 9. ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มของดวงอาทิตย์คือ ปริมาณแสง ปริมาณน้ำ และปริมาณลม
.....
- _____ 10. ดวงอาทิตย์ส่งพลังงานมายังโลกโดยการฉายรังสี
.....



ตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ออนไลน์

แหล่งที่อยู่ของสื่อ <https://new.edmodo.com/home>

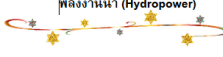


Word Online - พลังงานน้ำ - Saved to Edmodo

File Home Insert Page Layout References Review View Tell me what you want to do

Undo Paste Cut Copy Format Painter Clipboard Font Paragraph Styles Editing Find Replace Comments

พลังงานน้ำ (Hydropower)



น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้นหมุนเวียนในธรรมชาติ น้ำเป็นของไหลที่ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ เมื่อ น้ำไหลปะทะกับวัตถุใดๆ สามารถทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่หรือหมุนได้ จากพลังงานของน้ำดังกล่าว มนุษย์ได้นำ พลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตตั้งแต่อดีต เช่น ใช้พลังงานน้ำไปหมุนกังหันน้ำ เพื่อจุดระเหยในการ ผลิตน้ำหรือตำข้าว เป็นต้น ปัจจุบันเทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้น มีการพัฒนาการใช้พลังงานน้ำให้เกิด ประโยชน์ยิ่งขึ้น




Page 1 of 6 Thai 100% Give Feedback to Microsoft

Word Online - พลังงานลม - Saved to Edmodo

File Home Insert Page Layout References Review View Tell me what you want to do

Undo Paste Cut Copy Format Painter Clipboard Font Paragraph Styles Editing Find Replace Comments

พลังงานลม (Wind Energy)



ลมเป็นอากาศที่เคลื่อนที่รอบตัวเรา เมื่อลมปะทะกับวัตถุใดๆ สามารถทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่หรือ เคลื่อนไหวได้ มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากพลังงานลมที่สามารถทำให้วัตถุต่างๆ เคลื่อนที่เฝ้ามลัดเคลื่อน เช่น ใช้พลังงานลมไปหมุนกังหันลม เพื่อจุดระเหยในการต้มน้ำเข้าข้าว นากลิ้ง ใช้จุดระเหยในการสูบน้ำจากบ่อ บาดาลขึ้นไปถึงในถังเก็บกัก เพื่อใช้ในการเกษตรและปศุสัตว์ ใช้จุดระเหยอบอาหารสัตว์ สีข้าว ไม่เพียง รวมถึง ใช้พลังงานลมในการขับเคลื่อนเรือใบ เรือสำราญ ให้เคลื่อนที่ในการเดินทางทะเล เป็นต้น ปัจจุบันมีการ พัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับการนำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์มากขึ้น



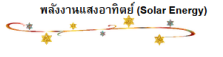

Page 1 of 7 English (U.S.) 100% Give Feedback to Microsoft

Word Online - พลังงานแสงอาทิตย์ - Saved to Edmodo

File Home Insert Page Layout References Review View Tell me what you want to do

Undo Paste Cut Copy Format Painter Clipboard Font Paragraph Styles Editing Find Replace Comments

พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy)



พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่สามารถโลกโดยการแผ่รังสี (Radiation) ซึ่งมีทั้งรังสี ที่มองเห็น เช่น แสงจากดวงอาทิตย์ และรังสีที่มองไม่เห็น เช่น รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีอินฟราเรด เป็นต้น พลังงานแสงอาทิตย์ จัดเป็นพลังงานทดแทน ประเภทพลังงานหมุนเวียน ที่มีปริมาณมหาศาล อุณหภูมิอากาศในแต่ละช่วงของวันและในแต่ละวัน มีค่าไม่คงที่ เพราะมีผลมาจากความเข้มรังสีดวง อาทิตย์ (Solar Irradiance) ถ้าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีค่าสูง จะทำให้อุณหภูมิอากาศบริเวณนั้นสูงขึ้นตามไป ด้วย ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ คือ ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่ต่างๆ ต่อช่วงเวลาหนึ่งๆ มี หน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามเส้นละติจูด ช่วงเวลาของวันฤดูกาล สภาพอากาศ เช่น ปริมาณความชื้นในอากาศ ปริมาณเมฆบนท้องฟ้า และเปลี่ยนแปลง ไปตามลมภาวะทางอากาศ เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ เรียกว่า ไพราโนมิเตอร์ (Pyranometer)

Page 1 of 9 English (U.S.) 100% Give Feedback to Microsoft

[←](#)
[→](#)
[↻](#)
[🏠](#)

[🔍](#)
[📄](#)
[📅](#)
[📌](#)

https://www.edmodo.com/home?grade=quiz_run_id/15258949

[🔍 Search](#)

[Home](#)
[What's One](#)
[Progress](#)
[Library](#)
[Messages](#)
[Notifications](#)
[👤 Invetit](#)

📎

post-test
 Due May 22, 2018 @ 12:00 PM

Showing: All

👤

Student038 A

👤

Student039 A

👤

Student040 A

👤

Student041 A

👤

Student042 A

👤

Student043 A

👤

Student044 A

👤

Student045 A

👤

Student047 A

👤

Student003 A

👤

Student039 A
 Time Taken: 11:52 | Turned In May 22, 2018 @ 3:46 PM
 Graded | [Delete](#)

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

Question Total: 1 point

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งที่ให้พลังงานกับระบบนิเวศ โดยส่งพลังงานไปรูปของกาแล็กซี หากพูดถึงเรื่องราวเกี่ยวกับพลังงานแล้วคุณหรือเพื่อนของคุณ วาดพลังงานแสงอาทิตย์เกี่ยวกับชีวิตของพวกเราอย่างไร? เราจะได้รับประโยชน์จากมันมากน้อยแค่ไหน? ซึ่งประเทศไทยของเราขึ้นอยู่กับความถี่และความถี่ของพลังงานนี้ อันที่จริงโลกของเราพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง เพราะเราใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในชีวิตประจำวันของเราทุกวัน เช่น "ไฟพลังงานแสงอาทิตย์" ที่เคยเป็นข่าวลือที่คิดค้นโดยนักประดิษฐ์ที่เพิ่งเคยพบกันไม่กี่ปีที่ผ่านมา หรือตามถนนสายหลักๆ เวลาผ่านไปคุณเคยเห็นว่ามีไฟถนนที่ถนนถนนอยู่ข้างถนน แต่พอกลางคืนก็เป็นแสงสว่างและแสงสว่าง นั่นก็พลังงานแสงอาทิตย์ที่เราใช้โดยไม่รู้ตัวแล้ว

จากบทความข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 1-4
 1. อะไรคือประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์มากที่สุด

A

ฟ้า, หนาว

B

ฟ้า, เมืองสวย

Correct Answer:

[Learn How to Speed It Up](#)
[Don't Tell Me Again](#)

[illegible]

https://www.edmodo.com/home#/quiz/grade/quiz_run_id/15258949

Search

Home What's Due Progress Library Messages Notifications Invite!

post-test
Due May 22, 2018 @ 12:00 PM

Showing: All

sriubon6.8

student001 A

Student002 A

Student004 A

Student005 A

Student006 A

Student007 A

Student008 A

Student009 A

Student010 A

post-test
Quiz Overview All Submissions

Assigned to: sriubon6.8

High Scores

Student	Score
Student006 A	16/20
Student039 A	16/20
Student044 A	14/20
Student011 A	14/20
Student030 A	14/20
Student032 A	14/20

Question Breakdown
20 questions | 30:00

Question #1 Question #2 Question #3

ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ออนไลน์
แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ออนไลน์
รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

สำหรับการประเมิน ขอให้ผู้เชี่ยวชาญได้โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินต่างๆ โดยการทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- | | | |
|---|---------|---|
| 5 | หมายถึง | ด้านที่ประเมินของสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับดีมาก |
| 4 | หมายถึง | ด้านที่ประเมินของสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับดี |
| 3 | หมายถึง | ด้านที่ประเมินของสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | ด้านที่ประเมินของสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับพอใช้ |
| 1 | หมายถึง | ด้านที่ประเมินของสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับควรปรับปรุง |

ข้อ	หัวข้อที่ประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1.	ด้านเนื้อหา 1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับตัวชี้วัด 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา 1.3 ความเหมาะสมในการลำดับเนื้อหา 1.4 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหา 1.5 ความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน					
2.	ด้านภาพ เสียง ตัวอักษรและการใช้ภาษา 2.1 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ 2.2 ความเหมาะสมของการออกแบบ 2.3 ความเหมาะสมของรูปภาพกับเนื้อหา 2.4 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย 2.5 ขนาดตัวอักษร สีตัวอักษรอ่านง่าย					
3.	การเชื่อมโยง 3.1 นักเรียนสามารถควบคุมลำดับในการศึกษาบทเรียนเองได้ 3.2 สามารถเข้าถึงเนื้อหาที่ต้องการศึกษาได้อย่างรวดเร็ว					
4.	การปฏิสัมพันธ์ 4.1 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน 4.2 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน					
5.	การใช้งาน 5.1 ราคาไม่แพง ต้นทุนต่ำ คุ้มค่าต่อการใช้งาน 5.2 มีความคงทน สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก 5.3 สะดวก และง่ายต่อการใช้งานแปลกใหม่แตกต่างไปจากการเรียนแบบปกติ 5.4 ถ่ายทอดเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม 5.5 ช่วยทำให้ผู้เรียนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง 5.6 ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

รวมคะแนนที่ได้.....คะแนน

ผลการประเมินอยู่ในระดับ	 80 – 100	ระดับดีมาก
	 70 – 79	ระดับดี
	 60 – 69	ระดับปานกลาง
	 50 – 59	ระดับพอใช้
	 ต่ำกว่า 50	ระดับควรปรับปรุง

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ออนไลน์
รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง ซึ่งจะใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมูลนิธิวัดศรีอุบลรัตนาราม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

คำชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบประเมิน

สำหรับการประเมิน ขอให้ผู้เชี่ยวชาญได้โปรดประเมินและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินต่างๆ โดยการทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง ด้านที่ประเมินของสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับดีมาก
- 4 หมายถึง ด้านที่ประเมินของสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับดี
- 3 หมายถึง ด้านที่ประเมินของสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ด้านที่ประเมินของสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับพอใช้
- 1 หมายถึง ด้านที่ประเมินของสื่อการเรียนรู้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับควรปรับปรุง

ข้อ	หัวข้อที่ประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1.	ด้านการจัดรูปแบบของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 1.1 รูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ 1.2 การจัดลำดับขั้นตอนมีความเข้าใจง่าย 1.3 เนื้อหาในหน้าจอแต่ละหน้ามีปริมาณที่เหมาะสม 1.4 การจัดวางต่างๆ มีความชัดเจนเหมาะสม					
2.	ความเหมาะสมของตัวอักษรที่ใช้ 2.1 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร 2.2 ความเหมาะสมของแบบตัวอักษร 2.3 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
3.	ความเหมาะสมของภาพ วิดีโอและเสียง 3.1 ความเหมาะสมของภาพในด้านสื่อความหมาย 3.2 ความเหมาะสมของขนาดภาพ 3.3 ความเหมาะสมของวิดีโอประกอบ 3.4 ความเหมาะสมของสีภาพ 3.5 ความเหมาะสมของความคมชัดของภาพและวิดีโอ					
4.	การเชื่อมโยง 4.1 นักเรียนสามารถควบคุมลำดับในการศึกษาบทเรียนเองได้ 4.2 สามารถเข้าถึงเนื้อหาที่ต้องการศึกษาได้อย่างรวดเร็ว					
5.	การปฏิสัมพันธ์ 5.1 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน 5.2 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน					
5.	การใช้งาน 5.1 ราคาไม่แพง ต้นทุนต่ำ คุ่มค่าต่อการใช้งาน 5.2 มีความคงทน สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก 5.3 สะดวก และง่ายต่อการใช้งานแปลกใหม่แตกต่างไปจากการเรียนแบบปกติ 5.4 ถ่ายทอดเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

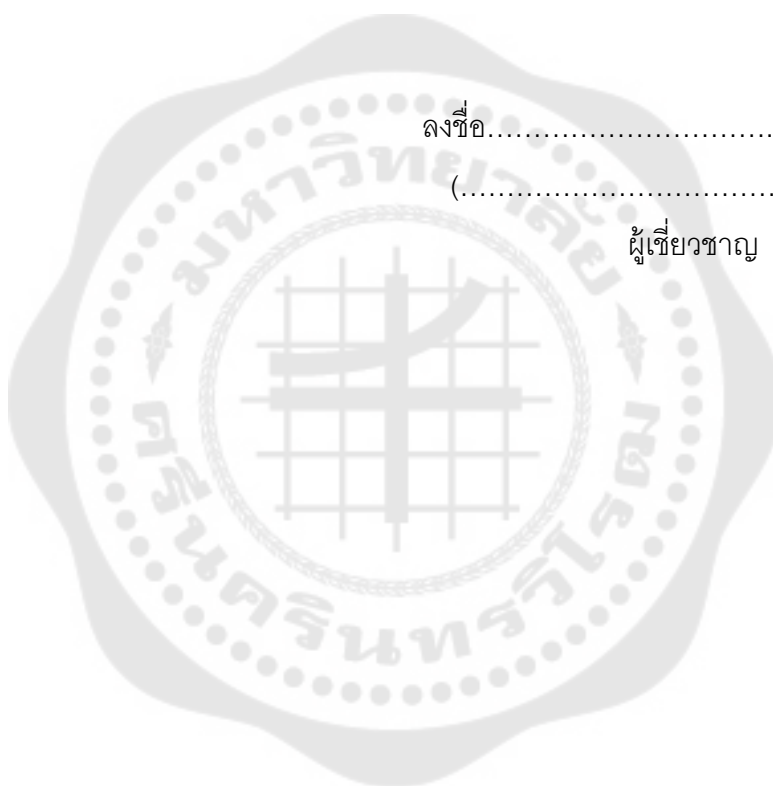
.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ



รวมคะแนนที่ได้.....คะแนน

ผลการประเมินอยู่ในระดับ	 80 – 100	ระดับดีมาก
	 70 – 79	ระดับดี
	 60 – 69	ระดับปานกลาง
	 50 – 59	ระดับพอใช้
	 ต่ำกว่า 50	ระดับควรปรับปรุง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
เรื่องพลังงานทดแทน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการวัดผลความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. แบบทดสอบนี้ มีจำนวนคำถามทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 30 นาที
3. ให้นักเรียนอ่านข้อคำถาม และเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

โดยทำเครื่องหมาย X ทับตัวอักษร ก ข ค หรือ ง เพียงคำตอบเดียว

4. ในการวัดผลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ครั้งนี้ ไม่มีผลกระทบต่อผลการเรียน
 ของนักเรียนแต่อย่างใด และครูต้องขอขอบคุณนักเรียนทุกๆ คน ที่ให้ความร่วมมือในการทำ
 แบบทดสอบในครั้งนี้

ชื่อ.....	นามสกุล.....
ชั้น.....	ห้อง.....เลขที่.....
โรงเรียน.....	

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งที่ให้พลังงานกับระบบนิเวศ โดยส่งพลังงานในรูปของการแผ่รังสี หากพูดถึงเรื่องราวเกี่ยวกับพลังงานสะอาดหรือพลังงานหมุนเวียนว่าพลังงานแสงอาทิตย์เกี่ยวข้องกับชีวิตของเราอย่างไร ปัจจุบันเราใช้ประโยชน์จากมันมาน้อยแค่ไหน ซึ่งประเทศไทยของเรานั้นรู้กันอยู่ว่าองค์ความรู้ความรื้อนทะเลลุ่มรอบอยู่ทุกวัน อันที่จริงไม่ยากให้เรามองกันว่าพลังงานแสงอาทิตย์เป็นเรื่องไกลตัว จำต้องยาก เข้าไม่ถึง เพราะจริงๆ แล้วคุณอาจจะกำลังใช้ชีวิตอยู่กับมันอย่างไม่รู้ตัวก็ได้ เช่น “ไถ่ย่างพลังงานแสงอาทิตย์” ที่เคยเป็นข่าวอีกทีก็ครึกโครม หน้าหนังสือพิมพ์จนคนตามไปชิมกันอย่างล้นหลาม หรือตามถนนสายหลักเวลากลางคืนที่คุณขับรถแล้วเห็นไฟกระพริบบอกเลนอยู่กลางพื้นถนน แต่พอกลางวันก็เป็นแค่แท่นสะท้อนแสงธรรมดา นั่นก็ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่เก็บโดยแผ่นโซลาร์เซลล์

จากบทความข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 1-4

1. อาชีพใดใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์มากที่สุด
 - ก. ทำนา, ทำสวน
 - ข. ทำไร่, ชาวประมง
 - ค. วิศวกร, ชาวประมง
 - ง. ค้าขาย, ปลูปลูกสวนครัว
2. นักเรียนคิดว่าอุปกรณ์ชนิดใดที่สำคัญที่สุดในการทำ “ไถ่ย่างพลังงานแสงอาทิตย์”
 - ก. เซลล์สุริยะ
 - ข. กระจกเงา
 - ค. แผงโซลาร์เซลล์
 - ง. เซลล์โฟโตโวลตาอิก

3. นักเรียนคิดว่าสถานการณ์ด้านพลังงานสังคมไทยในปัจจุบันเป็นอย่างไร

- ก. ประชาชนมีวิถีชีวิตที่อาศัยธรรมชาติ
- ข. นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้กันมากขึ้น
- ค. ประสบความสำเร็จในการอนุรักษ์พลังงาน
- ง. ประชาชนมีความรู้ด้านพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้น

4. นักเรียนคิดว่าดวงอาทิตย์ส่งพลังงานมายังโลกได้อย่างไร

- ก. ส่งมาในรูปของรังสีอินฟราเรด
- ข. ส่งมาในรูปของรังสีอัลตราไวโอเล็ต
- ค. ส่งมาในรูปของแสงที่มีพลังงานอนุภาคความร้อนสูง
- ง. ส่งมาในรูปของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำมุมตั้งฉากกัน

ลมเป็นแหล่งพลังงานสะอาดชนิดหนึ่งที่มีอยู่เองตามธรรมชาติสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับแหล่งพลังงานอื่นๆ ได้ เพื่อเสริมสร้างศักยภาพด้านความมั่นคงในการผลิตไฟฟ้า ลดการพึ่งพาพลังงานจากฟอสซิล เป็นการลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ทั้งยังช่วยลดปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย การพัฒนากังหันลมเพื่อใช้ประโยชน์มีมาตั้งแต่ชนชาวอียิปต์โบราณและมีความต่อเนื่องถึงปัจจุบัน โดยการออกแบบกังหันลมจะต้องอาศัยความรู้ทางด้านพลศาสตร์ของลมและหลักวิศวกรรมศาสตร์ในแขนงต่างๆ สำหรับประเทศไทยการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมเพื่อผลิตไฟฟ้ายังมีค่อนข้างน้อยมาก อาจเป็นเพราะศักยภาพพลังงานลมในประเทศเราไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ และความรู้ทางด้านเทคโนโลยีกังหันลมสมัยใหม่ยังเป็นเรื่องที่ใหม่อยู่สำหรับการนำมาใช้งาน ซึ่งหลายประเทศทั่วโลกได้ให้ความสนใจ โดยเฉพาะในทวีปยุโรป เช่น เดนมาร์ก ซึ่งกังหันลมที่ได้มีการพัฒนาขึ้นจะมีลักษณะและรูปร่างแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับการใช้งาน

จากบทความข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามคำตอบข้อ 5-7.....

5. บทความเรื่องนี้สนับสนุนสิ่งใด

- ก. การออกแบบกังหันลม
- ข. การใช้ประโยชน์จากกังหันลม
- ค. การพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลม
- ง. การส่งเสริมให้ใช้เทคโนโลยีกังหันลม

6. คำกล่าวโดยสรุป

- ก. กังหันลมเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาผลิตไฟฟ้าได้
- ข. กังหันลมจะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับการใช้งาน
- ค. ประเทศไทยใช้ประโยชน์จากพลังงานลมน้อยมากเนื่องจากรัฐบาลไม่มีเงินสนับสนุน
- ง. ศักยภาพลมของประเทศไทยไม่เอื้ออำนวยทำให้มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานลมน้อย

7. จากบทความ คำกล่าวที่ว่า “พลังงานลมช่วยลดปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน” อย่างไร

- ก. พลังงานลมช่วยให้ก๊าซออกซิเจนหมุนเวียนในอากาศมาก
- ข. พลังงานลมไม่ปล่อยสารที่เกิดมลพิษใดๆ ที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม
- ค. พลังงานลมปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม
- ง. พลังงานลมปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

โลกกลมๆ ของเราใบนี้มีน้ำเป็นส่วนประกอบถึง 70% โดยประโยชน์ของน้ำนอกจากสามารถนำไปใช้อุปโภคบริโภคในครัวเรือน ใช้ผลิตสินค้าในภาคอุตสาหกรรมหรือใช้เป็นพื้นที่เดินทางข้ามทวีป น้ำยังสามารถเปลี่ยนพลังงานให้ทรงพลัง อีกทั้งยังสร้างประโยชน์ให้กับมนุษย์อีกมากมาย เช่น “การผลิตไฟฟ้า” ดูได้จากเขื่อนพลังงานน้ำในบ้านเราที่กลายเป็นสถานที่ท่องเที่ยวของหลายครอบครัว เช่น เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนภูมิพล เขื่อนสิริกิติ์ ฯลฯ

พลังงานน้ำเกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ให้ความร้อนแก่น้ำและทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำลอยตัวสูงขึ้น มวลน้ำที่อยู่สูงจากจุดเดิม (พลังงานศักย์) กระทบความเย็นก็จะเปลี่ยนเป็นของเหลวอีกครั้งและตกลงมาเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (พลังงานจลน์) การนำเอาพลังงานมาใช้ประโยชน์ทำได้โดยการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำที่ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำให้เป็นกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนคือ กังหันน้ำ (Turbines) น้ำที่มีความเร็วสูงจะผ่านเข้าท่อแล้วถ่ายทอดพลังงานจลน์เข้าสู่กังหันน้ำ ซึ่งจะไปหมุนขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกทอดหนึ่ง ในปัจจุบันพลังงานที่ได้จากแหล่งน้ำที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือ พลังงานน้ำตก พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง พลังงานคลื่น

จากบทความข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามข้อ 8-10

8. สาระสำคัญของบทความนี้คืออะไร

- ก. ส่วนประกอบของน้ำ
- ข. ประเภทของพลังงานน้ำ
- ค. การกำเนิดของพลังงานน้ำ
- ง. องค์ประกอบของพลังงานน้ำ

9. จากบทความ หลักการพื้นฐานของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์เป็นอย่างไร

- ก. การให้ความร้อนแก่น้ำและทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำลอยตัว
- ข. มวลไอน้ำโดนความเย็นและตกลงมาตามแรงดึงดูดของโลก
- ค. มวลน้ำที่อยู่จากที่สูงตกลงมากระทบพื้นผิวตามแรงดึงดูดของโลก
- ง. พลังงานแสงอาทิตย์ที่ให้ความร้อนแก่น้ำและทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำลอยตัวสูงขึ้น

10. เขื่อนพลังงานน้ำเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่พัฒนาต่อจากความคิดของกังหันน้ำโดยใช้การไหลของน้ำแบบใด

- ก. แนวโค้ง
- ข. แนวราบ
- ค. แนววิถี
- ง. แนวตรง

11. ข้อใดเป็นการประหยัดพลังงานได้ดีที่สุด

- ก. ทอริใช้เครื่องซักผ้า ซักผ้าครั้งละมากๆ
- ข. แบดแมนขับรถยนต์มาทำงานกับเพื่อน 2 คน
- ค. ไอร้อนแมนเปิดแอร์ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
- ง. กัปตันอเมริกันปั่นจักรยานไปทำงานแทนการขับรถยนต์

12. ข้อใดเป็นการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์

- ก. ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์
- ข. เครื่องดูดซับรังสีพลังงานแสงอาทิตย์
- ค. ถูกทั้งข้อ ก และข้อ ข
- ง. ผิดทั้งข้อ ก และข้อ ข

13. พลังงานในข้อใดที่ถูกนำมาใช้คู่กับพลังงานลม
- ก. พลังงานน้ำ
 - ข. พลังงานคลื่น
 - ค. พลังงานนิวเคลียร์
 - ง. พลังงานแสงอาทิตย์
14. สาเหตุหลักของการเกิดลมคือข้อใด
- ก. ดาวเสาร์
 - ข. ดาวอังคาร
 - ค. ดวงจันทร์
 - ง. ดวงอาทิตย์
15. ผลกระทบที่เกิดจากการใช้พลังงานน้ำผลิตกระแสไฟฟ้ามาจากสาเหตุอะไร
- ก. ต้นทุนการผลิต
 - ข. อายุการใช้งานของโรงไฟฟ้า
 - ค. ประสิทธิภาพในการเดินเครื่อง
 - ง. การสร้างเขื่อนเพื่อใช้ในการกักเก็บน้ำ
16. อาชีพใดใช้ประโยชน์จากพลังงานน้ำเพื่อการดำรงชีวิตมากที่สุด
- ก. คาร์แคร์
 - ข. เลี้ยงเป็ด
 - ค. ทำนาเกลือ
 - ง. รับจ้างซักผ้า
17. ข้อใดคือพลังงานหมุนเวียน
- ก. น้ำ, ลม, แสงอาทิตย์
 - ข. น้ำ, นิวเคลียร์, ก๊าซธรรมชาติ
 - ค. ไฮโดรเจน, ก๊าซธรรมชาติ, ลม
 - ง. ถ่านหิน, ก๊าซธรรมชาติ, นิวเคลียร์
18. เซลล์แสงอาทิตย์มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าอะไร
- ก. เซลล์สุริยะ, โซลาเซลล์
 - ข. โซลาเซลล์, เซลล์โฟโตโวลตาอิก
 - ค. เซลล์โฟโตโวลตาอิก, เซลล์สุริยะ
 - ง. ถูกทุกข้อ

19. “กระบวนการผลิตไฟฟ้า จากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง” จากข้อความข้างต้นตรงกับข้อใด

- ก. เซลล์สุริยะ, โซลาเซลล์
- ข. โซลาเซลล์, เซลล์โฟโตโวลตาอิก
- ค. เซลล์โฟโตโวลตาอิก, เซลล์สุริยะ
- ง. ถูกทุกข้อ

20. ข้อใดกล่าวผิด

- ก. เสียงรบกวนกันหังลมทำให้เกิดมลพิษทางเสียง
- ข. กันหังลมทำให้เกิดผลกระทบทางด้านสายตา
- ค. การทำงานของกันหังลมผลิตไฟฟ้าไม่ก่อให้เกิดมลพิษ
- ง. สาเหตุของการตายของนกบางส่วนเกิดจากการบินชนกันหังลมที่กำลังทำงานอยู่



ตัวอย่างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
 โรงเรียน.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำชี้แจง

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ชุดนี้เป็นแบบวัดเกี่ยวกับความรู้สึกรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียน การตอบคำถามนี้จะไม่มีการผิดหรือถูก ดังนั้นจึงขอให้นักเรียนตอบแบบวัดเจตคตินี้ตามความเป็นจริงและตอบคำถามทุกข้อ จำนวน 20 ข้อ ภายในเวลา 15 นาที

การตอบคำถาม

1. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้ออย่างถี่ถ้วน
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความรู้สึกที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียน

เกณฑ์การเลือก

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	หมายถึง	นักเรียนมีการรับรู้/มีความรู้สึกเห็นด้วยอย่างยิ่ง/ปฏิบัติทุกครั้ง
เห็นด้วย	หมายถึง	นักเรียนมีการรับรู้/มีความรู้สึกเห็นด้วย/ปฏิบัติเกือบทุกครั้ง
ไม่แน่ใจ	หมายถึง	นักเรียนมีการรับรู้/มีความรู้สึกไม่แน่ใจ/ปฏิบัติบางครั้ง
ไม่เห็นด้วย	หมายถึง	นักเรียนมีการรับรู้/มีความรู้สึกไม่เห็นด้วย/ปฏิบัติน้อยครั้ง
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	หมายถึง	นักเรียนมีการรับรู้/มีความรู้สึกไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง/ไม่ปฏิบัติเลย

ข้อ	ข้อความ	ระดับความรู้สึก/ ความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	ในขณะที่ทำการทดลองวิทยาศาสตร์ถ้าผลการทดลองไม่ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ฉันจะรู้สึกท้อแท้ในใจและล้มเลิกการทดลอง					
2	การทำรายงานวิทยาศาสตร์ ฉันมักจะให้พ่อแม่ทำให้ เพื่อที่จะได้คะแนนมากๆ					
3	ความรอบคอบและความมีระเบียบฉันยอมรับว่าเป็นสิ่งที่มีประโยชน์					
4	ฉันยอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม					
5	การไปชมนิทรรศการวิทยาศาสตร์ไม่น่าสนใจ					
6	ฉันไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตัวเอง					
7	การตรวจทานแบบฝึกหัดหลังจากทำเสร็จแล้วเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็นและเสียเวลา					
8	ถ้ามีใครมาแนะนำข้อบกพร่องในผลงานของฉัน ฉันจะดีใจแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข					
9	ในการอภิปรายหลังการทดลอง หากใครโต้แย้งหรือวิพากษ์วิจารณ์ผลการทดลองของฉัน ฉันจะรู้สึกหงุดหงิดและไม่พอใจ					
10	ฉันสามารถอ่านคำอธิบายการทดลองเพียงรอบเดียวก็สามารถเข้าใจ และทำการทดลองได้					
11	เพียงฉันอ่านคำอธิบายการทดลองรอบเดียวก็สามารถเข้าใจและทำการทดลองได้					
12	ฉันรู้สึกสนุกสนานและชอบอ่านหนังสือทุกประเภท					
13	ถ้าฉันลืมนำอุปกรณ์มาจะยืมเพื่อนและคืนทันทีเมื่อใช้งานเสร็จ					
14	ถ้าตอบคำถามของครูไม่ได้ หรือตอบผิด ฉันมักไม่ตั้งใจฟังครูสอนในชั่วโมงนั้น					
15	เมื่อผลการทดลองฉันไม่เหมือนเพื่อน ฉันจะแก้การทดลอง					
16	เมื่อเกิดความสงสัยในเรื่องต่างๆ ฉันมักจะซักถามเรื่องนั้นๆ หลายๆ ครั้ง					

ข้อ	ข้อความ	ระดับความรู้สึก/ ความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
17	เมื่อฉันทำการบ้านไม่ได้ ฉันจะลอกเพื่อน					
18	ในการแข่งขันอะไรก็ตามเมื่อกรรมการตัดสินแล้วผลจะเป็นเช่นไร ฉันจะยอมรับคำตัดสินของกรรมการ					
19	เมื่อทำการทดลอง พวกเรามีการวางแผนและแบ่งงานกันทำ					
20	ฉันจะรู้สึกตื่นเต้นและสนุกกับการทดลองในชั่วโมงวิทยาศาสตร์					



ภาคผนวก ง

ภาพกิจกรรมการเรียนรู้และตัวอย่างผลงานของนักเรียน

1. ภาพนักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง
2. ผลงานของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง



ภาพนักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (Exploration phase)

นักเรียนค้นคว้าข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต



ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายโน้ตส์ (Explanation phase)

ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาบนเว็บไซต์ที่ครูสร้างขึ้น

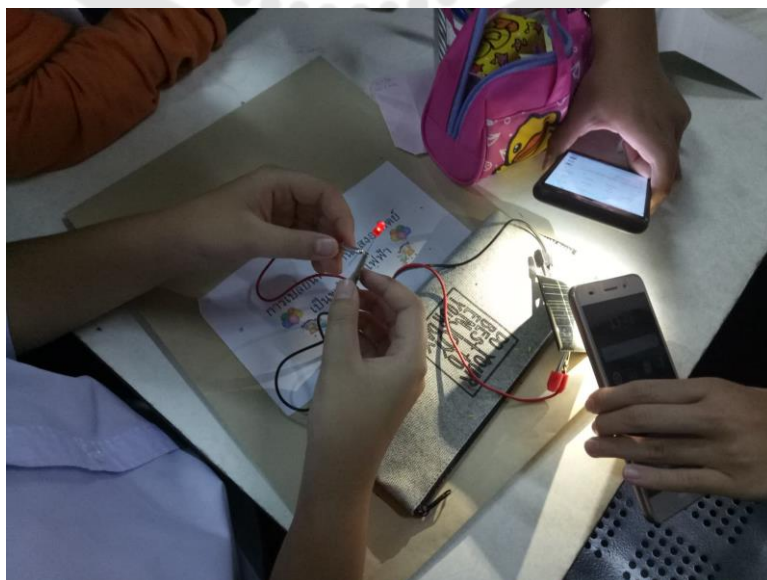


ขั้นที่ 4 ขั้นขยายและประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Elaboration phase)

นักเรียนทำการทดลองกิจกรรมหัตถกรรมพลังงานน้ำ



นักเรียนทำกิจกรรมเปลี่ยนพลังงานงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า



ขั้นที่ 5 ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exhibition phase)
นักเรียนช่วยกันระดมสมองสรุปและตอบคำถามการทดลอง



นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง



ผลงานของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้น 5E ดัดแปลง
แผนผังความคิดเรื่องพลังงานน้ำ

ข้อดี

1. นักเรียนเข้าใจได้
2. ไม่ทำให้เกิดความเครียด
3. เป็นแหล่งความรู้ที่เชื่อถือได้และน่าสนใจ

ข้อเสีย

1. การเรียนรู้จะดูน่าเบื่อหน่าย
2. ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ทันที
3. ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ทันที
4. ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ทันที

การนำไปใช้

- 1. ใช้เป็นสื่อในการสอน
- 2. ใช้เป็นสื่อในการสอน
- 3. ใช้เป็นสื่อในการสอน
- 4. ใช้เป็นสื่อในการสอน

พลังงานน้ำ

1. พลังงานน้ำเป็นพลังงานที่สะอาดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

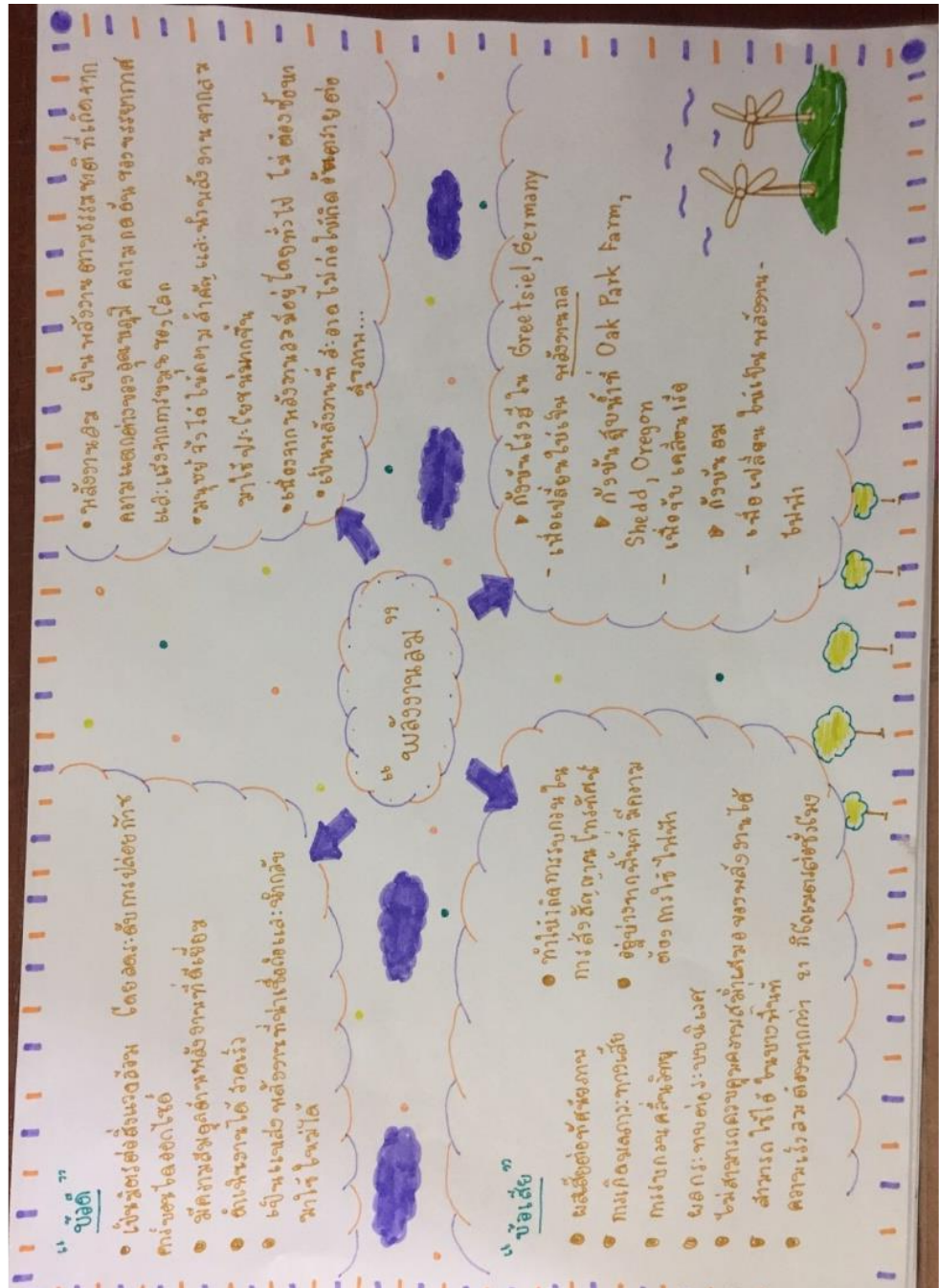
2. พลังงานน้ำสามารถนำมาใช้ผลิตไฟฟ้าได้

3. พลังงานน้ำสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานความร้อนได้

4. พลังงานน้ำสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานกลได้

5. พลังงานน้ำสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานเคมีได้

แผนผังความคิดเรื่องพลังงานลม

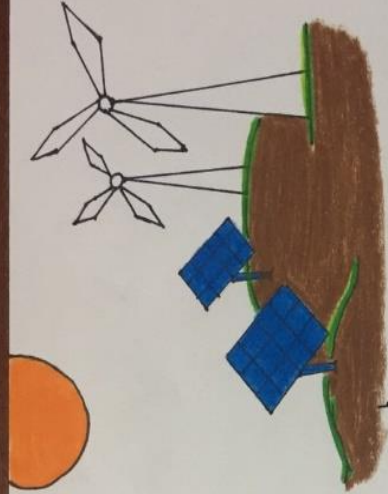


แผนผังความคิดเรื่องพลังงานแสงอาทิตย์

ข้อดีของพลังงานแสงอาทิตย์

1. ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษ ขยายวงการผลิตได้ไม่จำกัด
2. มีสารบำรุงรักษาน้อยมาก และใช้หมดหมดทันทีในทันที
3. ประสิทธิภาพสูงที่ไม่ขึ้นอยู่กับฤดูกาลและฝน
4. ผลิตพลังงานได้ 15,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี
5. ใช้พลังงานไฟฟ้าเพียง 1 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

พลังงานแสงอาทิตย์



พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานที่มาจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานที่มาจากดวงอาทิตย์
ที่แผ่รังสีออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีทั้งแสงและความร้อน ซึ่ง
สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น ใช้ทำน้ำร้อน ใช้ทำน้ำเย็น ใช้ทำไฟฟ้า
ใช้ทำอาหาร และใช้ทำสิ่งอื่นอีกมากมาย

- ข้อเสียของพลังงานแสงอาทิตย์
1. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูง
 2. ไม่สามารถใช้งานได้ตลอดเวลา
 3. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีมลพิษ
 4. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีฝน
 5. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีลม
 6. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีแดด
 7. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีน้ำ
 8. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอากาศร้อน
 9. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอากาศเย็น
 10. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอากาศชื้น
 11. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอากาศแห้ง
 12. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอากาศสกปรก
 13. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอากาศสะอาด
 14. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอากาศดี
 15. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอากาศไม่ดี
 16. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอากาศธรรมดา
 17. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอากาศพิเศษ
 18. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอากาศแปลก
 19. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอากาศประหลาด
 20. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่มีอากาศมหัศจรรย์

นวัตกรรมที่นำพลังงานทดแทนมาใช้ประโยชน์



ยูนิตาทำฟันพลังลมนิวเมติกส์

ยูนิตาทำฟันพลังงานลมออกแบบโดยประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาชาวบ้านที่เรียกว่า "กาลักน้ำ" ซึ่งจะใช้ลมเป่าเหล็ก จึงย้ายยูนิตาไปใช้งานนอกสถานที่ได้ และในกรณีไฟดับ ระบบดูดเลือด ดูดน้ำลาย และด้ามกรอ ยังสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยใช้ลมที่เหลืออยู่ช่วยประหยัดพลังงานได้มากถึง 10 เท่าเมื่อเทียบกับการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า นวัตกรรมนี้ผ่านการทดสอบผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

เหตุใดนักเรียนจึงเลือกนวัตกรรมชนิดนี้?

- เพราะ เป็นนวัตกรรมของคนไทยที่น่าสนใจและยังเป็นนวัตกรรมที่ให้ความสะดวกสบายโดยใช้พลังงานลมให้เกิดประโยชน์แก่ประชาชนอีกด้วย

ข้อดี : ช่วยให้ประชาชนได้รับความสะดวกสบาย สามารถเคลื่อนย้ายได้

ใบงานกิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมที่ 1 มหัตถรย์พลังงานน้ำ

ชื่อ อ.ญ. ปานระพีนามสกุล สิงห์เลิมชั้น ป.6/8. เลขที่ 18
 ชื่อ อ.ญ. ศมนวรรณนามสกุล ไม่เล่นกีชั้น ป.6/8. เลขที่ 27
 ชื่อ อ.ญ. วิจิษฐานามสกุล ปะติโกชั้น ป.6/8. เลขที่ 41
 ชื่อ อ.ญ. นัฐวรานามสกุล นทาผลชั้น ป.6/8. เลขที่ 44
 ชื่อ อ.ญ. จันภรณ์นามสกุล ตัญญูประภาชั้น ป.6/8. เลขที่ 45

จุดประสงค์

ทดลอง สังเกต เปรียบเทียบและเขียนสรุปเกี่ยวกับพลังงานน้ำ และผลที่เกิดจากพลังงานน้ำ

วิธีการทำ

ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรมในหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ พลังงาน
 ทดแทนกับการใช้ประโยชน์ กิจกรรม 1 มหัตถรย์พลังงานน้ำ (**หมายเหตุ** นักเรียนสามารถปรับ
 ขนาดของถังบรรจุน้ำเป็นภาชนะอื่น หรือสามารถปรับรูปแบบการทดลองหรือใช้วัสดุอื่นตามความ
 เหมาะสม)

อุปกรณ์การทดลอง

(ขนาดถัง 15 cm)

1. แก้วพลาสติก
2. กรวยไคโร
3. กระดาษขาว
4. เจ็มหมุด
5. ไม้บรรทัด
6. หลอดพลาสติกสั้น
7. เส้นด้าย
8. นาฬิกาจับเวลา
9. น้ำ
10. ขวดน้ำ
11. หลอดพลาสติกยาว (ขนาด 33 cm)

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ระยะห่างตาม แนวตั้งของน้ำกับ ตำแหน่งกังหัน	ครั้งที่	การเปลี่ยนแปลงของกังหัน	ระยะเวลาที่คลิปปั่น กระดาษใช้ในการ เคลื่อนที่ (วินาที)
15 cm	1	น้ำกระทบกับกังหันทำให้งังหันหมุน	7.49
	2		7.32
	3		7.31
	เฉลี่ย		7.40
50 cm	1	น้ำกระทบกับกังหันทำให้งังหันหมุน	5.50
	2		5.20
	3		5.30
	เฉลี่ย		5.20

สรุปผลการทดลอง

เมื่อนำโหลลงมาปะทะกัน กังหันจะทำให้กังหันหมุน การหมุนของกังหันทำให้แผ่นของกังหันหมุนตาม ทำให้เส้นด้ายที่ถูกติดกับแกนกังหันหมุนพันรอบแกนกังหัน เมื่อเส้นด้ายพันรอบแกนไปเรื่อย ๆ ทำให้ดลปหนังกระดาษขนาดเล็กที่ถูกติดกับเส้นด้ายเคลื่อนที่

ระยะห่างระหว่างน้ำที่ปล่อยลงมา กับกังหันจะมีผลต่ออัตรา การหมุน

คำถามหลังการทดลอง

1. คลิปหนีบกระดาษที่ปลายเส้นด้าย มีการเคลื่อนที่หรือไม่ ถ้ามีการเคลื่อนที่คิดว่าเป็นเพราะเหตุใด

ที่ เมื่อนำโหลลงมาปะทะกันกังหันลง ทำให้เส้นด้ายเคลื่อนที่หมุนพันรอบแกนกังหัน และทำให้ดลปหนังกระดาษเกิดการเคลื่อนที่

2. เมื่อเพิ่มระยะห่างตามแนวตั้งระหว่างตำแหน่งของน้ำที่ปล่อยลงมากับตำแหน่งของแกนกังหันให้มีระยะห่างมากขึ้น มีผลต่อการหมุนของกังหันและการเคลื่อนที่ของคลิปหนีบกระดาษหรือไม่อย่างไร

ที่ เมื่อเพิ่มระยะห่างตามแนวตั้งระหว่างตำแหน่งของน้ำที่ปล่อยลงมากับตำแหน่งของแกนกังหันให้ระยะห่างมากขึ้น กังหันจะหมุนเร็วขึ้น สังเกตจากดลปหนังกระดาษ

3. การนำพลังงานน้ำมาใช้หมุนกังหันในกิจกรรมนี้ มีข้อจำกัดหรือไม่ อย่างไร

1. ถ้าต้องการให้กังหันหมุนเร็วต้องเพิ่มระยะห่างตามแนวตั้งของน้ำ
2. ถ้าต้องการให้กังหันหมุนอย่างต่อเนื่อง ต้องปล่อยน้ำปะทะกับกังหันอย่าง ต่อเนื่อง ทั้งต้องใช้ น้ำในปริมาณมาก
3. ถ้าทำผิดวิธี จะทำให้ด้ายอยู่ด้านหลังไม่สามารถหมุนได้

4. ถ้าจำนวนใบพัดมากจะทำให้การหมุนช้าลง

10
สน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวดนยา ชัยเวชสกุล
วัน เดือน ปี เกิด 28 ตุลาคม 2532
สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
วุฒิการศึกษา พ.ศ. 2550 มัธยมศึกษาตอนต้นและปลาย
จาก โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี
พ.ศ. 2555 วิทยาศาสตร ีชีววิทยา (กศ.บ.)
จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2561 กศ.ม. วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน 11 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000

