



การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

# มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

โดย

นางสาววรรณีย์ สีดำนิล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2  
ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

โดย  
นางสาววราภรณ์ สีดำนิล

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ  
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
ปีการศึกษา 2550  
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**THE DEVELOPMENT ON SCIENCE PROCESS SKILLS FOR EIGHTH GRADE  
STUDENTS TAUGHT BY CONSTRUCTIVISM TEACHING APPROACH**

**By**

**Warapron Seedumnin**

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree**

**MASTER OF EDUCATION**

**Department of Curriculum and Instruction**

**Graduate School**

**SILPAKORN UNIVERSITY**

**2007**

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม”  
เสนอโดย นางสาววราภรณ์ สีคำนิล เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตั้งกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. อาจารย์ ดร.ประเสริฐ มงคล
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาเรียม นิลพันธุ์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ อ่วมเจริญ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์  
คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรวิภา เล่าเรียนดี)

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

..... กรรมการ

(อาจารย์ เรวดี ไตวิริยะเวช )

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

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ประเสริฐ มงคล)

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

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาเรียม นิลพันธุ์)

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

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ อ่วมเจริญ)

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

46253408 : สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ

คำสำคัญ : ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์/ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

วราภรณ์ สีคำนิล : การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อ.ดร.ประเสริฐ มงคล , ผศ.ดร.มาเรียม นิลพันธุ์ และ ผศ.ดร.สุเทพ อ่วมเจริญ.244 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม 2) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดท่าไผ่(ประชานุกูล) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2 จำนวน 30 คน แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest Posttest Design ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 30 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 5 แผน 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าร้อยละ (%), ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ), ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.), การทดสอบค่า t-test แบบ dependent และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยคะแนนหลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้โดยนักเรียนมีคะแนนทักษะการสังเกตมากที่สุด และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปน้อยที่สุด 2) โดยภาพรวมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เห็นด้วยต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมอยู่ในระดับมาก ในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้นักเรียนมีความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ช่วยให้บรรยากาศการเรียนที่ตื่นเต้น อยากรู้ อยากเรียน ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความคิดเห็นว่าได้แสดงความคิดเห็นทุกครั้งในกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ นักเรียนมีความคิดเห็นว่าจะช่วยให้นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1. .... 2. .... 3. ....

46253408 : MAJOR : CURRICULUM AND SUPERVISION

KEY WORDS : SCIENCE PROCESS SKILLS/CONSTRUCTIVISM TEACHING APPROACH  
WARAPRON SEEDUMNIN : THE DEVELOPMENT ON SCIENCE PROCESS SKILLS  
FOR EIGHTH GRADE STUDENTS TAUGHT BY CONSTRUCTIVISM TEACHING APPROACH.  
THESIS ADVISORS: PRASERT MOMGKOL,Ed.D., ASST.PROF.MAREAM NILLAPUN,Ed.D.  
AND ASST.PROF. SUTEP AUAMCHAROEN, Ed.D. 244 pp.

The purposes of this research were 1) to compare science process skills of eighth grade students before and after being taught by constructivism teaching approach. 2) to study the students' opinions towards constructivism teaching approach. The samples consisted of 30 eighth grade students, Wat Thachai (Prachanukul) School under the jurisdiction of the Office of Suphanburi Education Service Area 2. The research design was the One Group Pretest–Posttest Design and conducted within 30 hours, second semester of the academic year 2007. The instruments employed to collect data included : 1) lesson plans 2) science process skills test. 3) questionnaire. The obtained data were analyzed by mean, standard deviation, t - test dependent and content analysis.

The results of research findings were as follow:

1. The average scores in science process skills earned before and after being taught by constructivism teaching approach was statistically significant different at the level of 0.05 whereas the students' scores earned after being taught by constructivism were higher than the scores earned before the instruction.

2. The students expressed their positive opinions toward the constructivism teaching approach at a high level of agreement and also revealed that the constructivism teaching approach could encourage them to be anxious to learn and also they could apply knowledge for their daily life.

---

Department of Curriculum and Instruction Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2007  
Student's signature .....  
Thesis Advisors' signature 1. .... 2. .... 3. ....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสะดวกตา กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดีจาก อาจารย์ ดร.ประเสริฐ มงคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาเรียม นิลพันธุ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ อ่วมเจริญ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความเสียสละที่มีต่อศิษย์เสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัชรวิภา เล่าเรียนดี ประธานกรรมการ ตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์เรวดี โทวิริยเวช ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำแนะนำ และขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะตรวจทานแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยให้ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพ

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และขอกราบขอบพระคุณ นายฉลวย วงษ์ขวัญเมือง ผู้อำนวยการ โรงเรียนวัดท่าไชย(ประชานุกูล) ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้เก็บรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ และขอขอบคุณที่ ๆ เพื่อนและน้อง ๆ นักศึกษาสาขา วิชาหลักสูตรและการนิเทศ ที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และเป็นกำลังใจตลอดมา

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอน้อมระลึกถึงพระคุณของคุณพ่อประทุม สีคำนิล และคุณแม่สนุน เรืองขจร ซึ่งเป็นผู้อบรมเลี้ยงดู สนับสนุนการศึกษา เป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมาจนส่งผลให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จ หากประโยชน์ใด ๆ อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบูชาแต่บิดามารดา คณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพประกอบ .....	ฎ
บทที่	
1    บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	9
ข้อคำถามการวิจัย .....	9
สมมติฐานการวิจัย .....	9
ขอบเขตการวิจัย.....	10
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	10
2    วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	12
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช2544กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	13
หลักการ .....	13
จุดมุ่งหมายของหลักสูตร .....	13
เป้าหมาย วิสัยทัศน์ และคุณภาพผู้เรียน .....	14
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้.....	17
มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน .....	18
มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น .....	20
หลักสูตรสถานศึกษาวัดท่าไชย(ประชานุกูล) .....	22
บริบทของโรงเรียน .....	22
ปรัชญา วิสัยทัศน์ พันธกิจ.....	22
โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา .....	23
คำอธิบายรายวิชา .....	23
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี .....	24

บทที่	หน้า
หน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ .....	24
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	26
รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ .....	26
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	30
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	33
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม .....	38
แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม .....	38
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม .....	39
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	44
งานวิจัยในประเทศ .....	44
งานวิจัยในต่างประเทศ.....	49
3    วิธีดำเนินการวิจัย.....	50
การดำเนินการวิจัย .....	50
วิธีการและขั้นตอนการวิจัย.....	51
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	51
แบบแผนการวิจัย.....	52
การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	59
การดำเนินการทดลอง.....	65
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	69
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	69
4    การวิเคราะห์ข้อมูล .....	71
ตอนที่ 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	
ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.....	71
ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม...	74
5    สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	79
สรุปผลการวิจัย.....	79
อภิปรายผล .....	80
ข้อเสนอแนะ.....	82
ข้อเสนอแนะทั่วไป.....	83

บทที่	หน้า
ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย .....	83
บรรณานุกรม .....	85
ภาคผนวก .....	90
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	91
ภาคผนวก ข หนังสือเชิญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือและหนังสือขอความอนุเคราะห์ เก็บรวบรวมข้อมูล .....	93
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	99
ภาคผนวก ง การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ .....	224
ภาคผนวก จ การตรวจสอบสมมติฐาน .....	233
ประวัติผู้วิจัย .....	244

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

## สารบัญญัตินำ

ตารางที่		หน้า
1	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น .....	20
2	โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐานโรงเรียนวัดท่าไชย(ประชานุกูล).....	23
3	หน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ .....	24
4	สาระการเรียนรู้และเวลาเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	53
5	วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและจุดประสงค์การเรียนรู้ .....	53
6	วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจำนวนข้อทดสอบปรนัยและ อัตนัย.....	55
7	เกณฑ์การให้คะแนนและระดับคุณภาพของแบบทดสอบอัตนัย .....	56
8	ตารางสอนของกลุ่มทดลอง.....	66
9	วิเคราะห์เนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	67
10	เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัด การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม .....	72
11	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม.....	73
12	ระดับความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคอนสตรัคติวิซิมในภาพรวม .....	74
13	ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ .....	75
14	ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	76
15	ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม ด้านประโยชน์ที่ได้รับ .....	77
16	ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบ ของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ.....	225
17	ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบปรนัยจากผู้เชี่ยวชาญ.....	230
18	ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ ก่อน-หลังการจัดการเรียนรู้แบบอัตนัยจากผู้เชี่ยวชาญ .....	232

ตารางที่		หน้า
19	ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถาม ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ.....	232
20	ค่าความต่างของคะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนว คอนสตรัคติวิซึม .....	234
21	ค่าความต่างของคะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและ ขั้นผลสมผสานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม .....	236
22	การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน(ข้อสอบปรนัย) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนว คอนสตรัคติวิซึมโดยใช้ t- test Dependent.....	238
23	การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(ข้อสอบปรนัย+อัตนัย) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนว คอนสตรัคติวิซึมโดยใช้ t- test Dependent.....	239
24	การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม โดยใช้ t- test Dependent .....	240
25	การคำนวณค่า t- test แบบ Dependent โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (ข้อสอบปรนัย).....	241
26	การคำนวณค่า t- test แบบ Dependent โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (ข้อสอบอัตนัย).....	242
27	การคำนวณค่า t- test แบบ Dependent โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (ข้อสอบปรนัย + อัตนัย).....	243

## สารบัญภาพประกอบ

แผนภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	9
2	รูปแบบการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม .....	40
3	ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้ ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม .....	61
4	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ .....	63
5	ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม .....	65
6	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม .....	68

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศในปัจจุบัน ทำให้เกิดการ แข่งขันในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น การพัฒนาเยาวชนให้มีความรู้ ความสามารถ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศเป็นอย่างยิ่ง การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาสังคม และความเจริญก้าวหน้าของประเทศ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ จะเห็นได้ว่า วิทยาศาสตร์มีบทบาทในด้านต่างๆ มากขึ้น ทั้งด้านเศรษฐกิจ การเกษตร อุตสาหกรรม การแพทย์และการสาธารณสุข ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดวิทยาการและความรู้ใหม่ๆ เกิดขึ้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยทำให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีการ การค้นคว้า หาความรู้ สร้างสิ่งใหม่ มีการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิต รวมถึงการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 ได้กำหนดนโยบายพื้นฐานแห่งรัฐ ในส่วนที่เกี่ยวกับการศึกษา ในมาตรา 81 ที่เกี่ยวกับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ไว้ว่า รัฐบาลต้องเร่งรัดพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ ซึ่งนับว่าเป็นครั้งแรกของประเทศ ไทยที่กล่าวถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545 – 2559) ที่มีการกำหนดแนวนโยบายเพื่อดำเนินการ ข้อ 4 ในด้านการพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น ต้องพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อการ พึ่งพาตนเอง และเพิ่มสมรรถนะการแข่งขันในระดับนานาชาติ มีนโยบายเสริมสร้างความรู้ และ การเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เกิดขึ้นกับคนไทยในแต่ละช่วงอายุตามวัยอย่าง เหมาะสมทุกคน โดยกำหนดให้สถานศึกษาจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมใน แต่ละระดับการศึกษา ตั้งแต่ระดับการศึกษาปฐมวัย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิด วิเคราะห์ ใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และเรียนรู้ตลอดชีวิตด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ความเข้าใจ และใช้ศักยภาพของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตประจำวัน และ ประกอบอาชีพตลอดจนปรับปรุงเนื้อหาสาระ วิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาระบบการเรียนการสอน มีการบูรณาการเนื้อหาและวิธีสอนอย่างเหมาะสม และจากแนว

นโยบายเพื่อการดำเนินการ ข้อ 2 การปฏิรูปการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนตามธรรมชาติเต็มตามศักยภาพ รัฐบาลกำหนดนโยบาย แผนงาน และโครงการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด โดยการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ได้คิดและปฏิบัติเอง มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ส่งเสริมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่นให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เลือกเรียนรู้ในสิ่งที่สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด สามารถแสวงหาความรู้ และฝึกปฏิบัติในสภาพที่เป็นจริงรู้จักคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และจากการสรุปผลการพัฒนาการศึกษาตามแผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 1 ต่อเนื่องถึงแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 พ.ศ. 2535-2539 พบว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยยังไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์เท่าที่ควร ความรู้ความสามารถของเด็กไทยโดยเฉลี่ยลดลง ทั้งในด้านกระบวนการความคิด ความรู้ทางวิชาการ ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และภาษาไทย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2540 : 50-53)

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 พ.ศ. 2545 – 2549 ได้มีการกำหนดยุทธศาสตร์ในการพัฒนาความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีบทบาทในการสนับสนุน พื้นฟูเศรษฐกิจและวางรากฐานการพัฒนาอย่างยั่งยืน มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้และพัฒนาเทคโนโลยีที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด มีการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีความสามารถในการประยุกต์ใช้และพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี เสริมสร้างพื้นฐานความคิดแบบวิทยาศาสตร์โดยปฏิรูประบบการศึกษาและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างแนวคิดและองค์ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปัจจุบันความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่างๆ ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วประกอบกับการเรียนรู้ข้อมูลข่าวสารต่างๆ สามารถแพร่หลายถึงกันอย่างไร้พรมแดน ส่งผลให้แต่ละประเทศต้องเร่งรัดพัฒนาคนให้มีความรู้เท่าทันวิทยาการต่างๆ เหล่านี้ เพื่อให้สามารถพัฒนาประเทศให้ก้าวหน้าทัดเทียมกัน (สำนักงานเลขาธิการคุรุสภา 2541 : คำนำ)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวดที่ 4 มาตรา 22 ได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาที่ยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ พัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ในมาตรา 23 เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ให้มีความสำคัญของการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ ในส่วนของการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ต้องการให้เกิดทั้งความรู้ ทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และการให้ความสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(กระทรวงศึกษาธิการ 2543 : 12-13 ) ซึ่งมีความสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ( กรมวิชาการ 2544 : 9 ) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้มีกำหนดจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน ทำกิจกรรมที่หลากหลายในการทำสิ่งต่างๆ รอบตัว ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง มีการวางแผนและลงมือปฏิบัติ การสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการที่หลากหลาย จากแหล่งการเรียนรู้ที่เป็นสากลและท้องถิ่น คิดและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา แล้วสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ และเกิดการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

จากการรายงานผลของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้ศึกษาและคิดค้นกระบวนการเรียนการสอนในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำมาแนะนำให้ครูใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กระบวนการเรียนการสอนดังกล่าวได้เสนอไว้ทั้งในหนังสือเรียน และคู่มือครูที่ใช้เป็นแนวทางให้ครูนำไปใช้ และจากการวิจัยสรุปได้ว่าการใช้กระบวนการเรียนการสอนในลักษณะที่เสนอไว้ดังกล่าวค่อนข้างน้อย การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนของประเทศไทยยังต้องมีการปรับปรุงทั้งด้านเนื้อหา ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และจากการรายงานผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(National Test) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2549 พบว่า วิชาวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 40.64 ในจำนวนนักเรียนทั้งหมด 751 คนมีจำนวนนักเรียนที่ต้องปรับปรุง ร้อยละ 16.91 ระดับพอใช้ร้อยละ 76.43 และระดับดีร้อยละ 6.66 และจากการรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปลายปีของโรงเรียน วัดท่าไชย (ประชาชนกุล) ในปีการศึกษา 2548 - 2549 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีระดับคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 56.45 และ 58.34 ตามลำดับ และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า ผลการวัดผลประเมินผลในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องพัฒนาให้ผ่านเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 60 โดยเฉพาะในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น การตั้งคำถาม การตั้งสมมติฐาน การปฏิบัติการทดลอง การบันทึกผลอภิปรายผล และสรุปผล การรายงานผลการทดลอง ซึ่งมีสาเหตุในด้านต่างๆ ประกอบกัน ได้แก่ ครูผู้สอนจัดกิจกรรมที่ฝึกปฏิบัติด้านการทดลองค่อนข้างน้อย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังมีการเน้นเนื้อหาสาระและความจำค่อนข้างมาก และนักเรียนส่วนมากมีความคิดเห็นว่าเนื้อหาวิชายากและมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจในการเรียนน้อย ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญ และมีความสนใจที่จะพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญอย่างมาก ในการจัดกระบวนการ

เรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกกระบวนการคิดให้กับผู้เรียนให้มีโอกาสทำกิจกรรมให้มากที่สุด ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษารวบรวมสาเหตุ ผลการวิจัยและแนวคิดของนักการศึกษา สรุปได้ว่าสาเหตุที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือ ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ และวิธีการจัดการเรียนรู้ของครู โดยครูจำนวนยังยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง ถ่ายทอดความรู้ที่เน้นการฝึกท่องจำเนื้อหา และให้ข้อมูลเป็นส่วนใหญ่ มีการสอนฝึกให้นักเรียนได้คิดและวิเคราะห์ตามน้อย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของน้ำค้าง เพิ่มพูน ( 2541 : บทคัดย่อ ) พบว่า ปัญหาที่เกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ครูขาดความรู้ความชำนาญในการสอน ไม่ได้รับการศึกษาอบรม ครุภัณฑ์ในหน้าที่รับผิดชอบมาก เวลาในการสอนไม่เพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ( 2535 : 57 ) ได้กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ไม่ประสบผลสำเร็จนั้นส่วนหนึ่งเกิดจากตัวครู คือครูไม่เปลี่ยนพฤติกรรมการสอนยังยึดตัวครูเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ และครูไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้บรรลุจุดประสงค์ในการพัฒนาทักษะทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งสอดคล้องกับ สุวิทย์และอรทัย มุลคำ ( 2543 : 21 ) กล่าวว่า ภารกิจสำคัญของครู คือ การจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกายและจิตใจ ครูยุคปัจจุบันต้องเป็นครूमืออาชีพซึ่งบทบาทของครूमืออาชีพ คือ การปรับเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการสอน จากการสอนความรู้ให้แก่ผู้เรียนมาเป็นการสอนวิธีหาความรู้ ให้กับนักเรียนในโลกแห่งความรู้มากมายเหลือคณานับเกินกว่าที่ครูคนไหนๆ จะสามารถสอนผู้เรียนให้เรียนรู้จนหมดได้ ซึ่งสอดคล้องกับการปฏิรูปการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ( 2545 : 4 ) โดยกล่าวว่า วิธีการเรียนการสอนที่ไม่เน้นกระบวนการ ให้ผู้เรียนพัฒนาในด้านการคิดวิเคราะห์ การแสดงความคิดเห็นและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ผู้เรียน ขาดคุณลักษณะช่างสงสัยและใฝ่หาคำตอบ เนื่องจากการสอนขาดทักษะและความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ เชิงสังเคราะห์และประเมินค่า ยังเน้นการสอนหนังสือมากกว่าสอนคน นอกจากนั้นยังขาดการเชื่อมโยงภูมิปัญญาท้องถิ่นกับเทคโนโลยีที่ทันสมัย โดยสาเหตุที่สำคัญของปัญหา คือ วิธีการสอนของครูซึ่งในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น มีรูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับความสามารถในการนำมาประยุกต์ใช้ของครูผู้สอน และความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาที่สอน ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติที่เสนอแนะว่า “ กระบวนการและกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย จะกระตุ้นให้

เด็กที่มีความสนใจหรือมีความสามารถแตกต่างกัน ได้มีโอกาสที่จะเรียนรู้และค้นพบศักยภาพของตนเอง” อันเป็นแนวทางสำคัญในกระบวนการปฏิรูปการเรียนรู้ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ให้ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เน้นตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ ดังนั้นครูจึงเป็นบุคคลสำคัญที่ต้องค้นหาศักยภาพของผู้เรียน และจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับศักยภาพและความต้องการของผู้เรียน

ในปัจจุบันนักการศึกษาได้ยึดหลักการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กล่าวได้ว่าการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ หมายถึง การสอนที่มุ่งเน้นจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับการดำรงชีวิต เหมาะสมกับความสามารถ และความสนใจของผู้เรียน โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจริงทุกขั้นตอนจนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ( กรมวิชาการ 2543 : 1) ซึ่งสอดคล้องแนวความคิดของเยเกอร์ (Yager 1991, อ้างถึงใน หนึ่งนุช กาฬภักดี 2543: 38-39) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เป็นการใช้คำถามและความคิดเห็น ประสบการณ์ของนักเรียนในการวางแผนการสอน ส่งเสริมความเป็นผู้นำ ความร่วมมือ การหาแหล่งข้อมูลข่าวสาร และการนำความคิดเห็นไปปฏิบัติ และสอดคล้องกับพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545 :14) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ แนวทางการจัดกิจกรรมการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ โดยใช้กระบวนการทางปัญญาหรือ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม หรือกระบวนการกลุ่ม และให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และมีส่วนร่วมในการเรียน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีหลายวิธี ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Learning) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) การเรียนรู้แบบโครงงาน (Science Project Method) การสอนแบบทดลอง การสอนแบบค้นพบ เป็นต้น

จากแนวคิดของนักวิชาการดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม มาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมประสบการณ์ตรงในการปฏิบัติงาน ให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ ฝึกทักษะกระบวนการคิดและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการจัดกระบวนการเรียนที่สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแนวการจัดการศึกษา หมวด 4 มาตรา 22 มาตรา 23 และมาตรา 24 ที่ได้กล่าวเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเอง ผู้เรียนมีความสำคัญ เรียนรู้ด้วยการสร้างองค์

ความรู้ด้วยตนเอง การจัดการศึกษาต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ เน้นความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การจัดการกระบวนการเรียนรู้มุ่งพัฒนา กระบวนการคิด การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติได้ คิดเป็น ทำเป็น ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม จึงเป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่เหมาะสมต่อการปฏิรูปการศึกษาของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคอนสตรัคติวิซึม ( Constructivism ) และศึกษาผลการวิจัย เพื่อนำมากำหนดเป็นกรอบ แนวคิดในการวิจัยดังนี้

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ( Constructivism ) เป็นแนวคิดที่มีรากฐาน 2 ทาง คือ รากฐาน ทางปรัชญา และจิตวิทยา แนวคิดซึ่งเป็นที่มาของปรัชญาคอนสตรัคติวิซึมนี้มีแนวคิดของนัก ปรัชญาหลายคนด้วยกัน ได้แก่ จอห์น ดิวอี้ ( John Dewey ) ซึ่งมีแนวคิดที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ ควบคู่ไปกับการกระทำ ( Learning by doing ) และผู้เรียนต้องมีการทำความเข้าใจความรู้ใหม่ โดยต้องอาศัยประสบการณ์เดิมที่ส่งสมมาเป็นพื้นฐาน การเรียนรู้เป็นความพยายามเชิงสังคม จาก แนวคิดนี้จึงเป็นที่มาของรูปแบบการเรียนการสอน ที่เรียกว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ ( Cooperative Learning ) ซึ่งเน้นความสำคัญของการสร้างความรู้โดยกลุ่มคนในสังคม ( Social Construction of Knowledge ) และแนวคิดที่มีอิทธิพลอีกแนวคิดหนึ่ง คือ แนวคิดของฌอง เพียเจต์ ( Jean Piaget ) โดยเขาเชื่อว่าการเรียนรู้ของคนเกิดจากกระบวนการใหญ่ ๆ ภายในตัวผู้เรียน 2 ประการ คือ การจัด โครงสร้างทางความคิดภายใน และการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือปรับความสมดุลของ สมอง ซึ่งเชื่อว่าคนเรามีโครงสร้างความรู้อยู่ในสมองที่มีอยู่ ถ้าประสบการณ์ใหม่สอดคล้องกับ โครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วจะเกิดกระบวนการดูดซึมเข้าไปเป็นโครงสร้างความรู้ที่มั่นคงยิ่งขึ้น หากประสบการณ์ที่รับเข้ามามีความแตกต่างจากโครงสร้างความรู้เดิม ก็จะมีการตรวจสอบเพื่อ ปรับโครงสร้างความรู้เดิมให้เข้ากับความรู้ใหม่ จนสามารถผสมผสานความคิดใหม่ให้กลมกลืนเข้า กันได้กับความคิดเก่า (สุรพล พยอมแย้ม 2544 : 33) ดังนั้นแนวคิดของเพียเจต์จึงเป็นรากฐานของ แนวคิดหลักของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมที่กล่าวว่า ผู้เรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์ของตนเอง และกระบวนการในการสร้างความรู้เป็นการกระทำของผู้เรียน ครูควรจัดการเรียนการสอนโดยเปิด โอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจและมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากที่สุด กระตุ้นให้เด็กเป็นผู้แสวงหา ความรู้ ค้นคว้าด้วยตนเอง และนักทฤษฎีที่สำคัญอีกคนหนึ่ง คือ ออซูเบล (Ausubel) ซึ่งเป็นผู้ตั้ง

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยเขาเชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ เมื่อผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ เขามีความเห็นว่าการสร้างส่วนบุคคลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการศึกษา สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ผู้สอนจะต้องรู้ในจุดแรกของการสอนคือ สิ่งที่เด็กรู้ เพื่อที่ผู้สอนจะได้วางแผนการสอน โดยใช้ความรู้เดิมและกลวิธีการเรียนรู้เดิมของเด็กเป็นจุดเริ่มต้น (พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ 2545 : 38 ) และบุคคลที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม อีกคนหนึ่งคือ วิกอตสกี ( Vygotsky ) เขาได้เสนอแนวคิดที่เรียกว่า Zone of Proximal Development ซึ่งหมายถึง อาณาเขตระหว่างผู้สอนและผู้เรียนซึ่งจะร่วมกันสร้างความหมาย สร้างความรู้และสติปัญญาขึ้นมา การเรียนรู้ไม่ควรถูกแยกออกจากบริบท หรืออิสระจากประวัติศาสตร์และสังคม แต่การเรียนรู้คือ ประสบการณ์ที่ได้จากการสั่งสมมาจากส่วนบุคคล และประสบการณ์จากประวัติศาสตร์และสังคมของกลุ่มบุคคล (สุวิทย์ มูลคำ 2545 : 127 - 129 ) ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาองค์ความรู้ของนักเรียนได้ จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปความหมายและรูปแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ได้ดังนี้

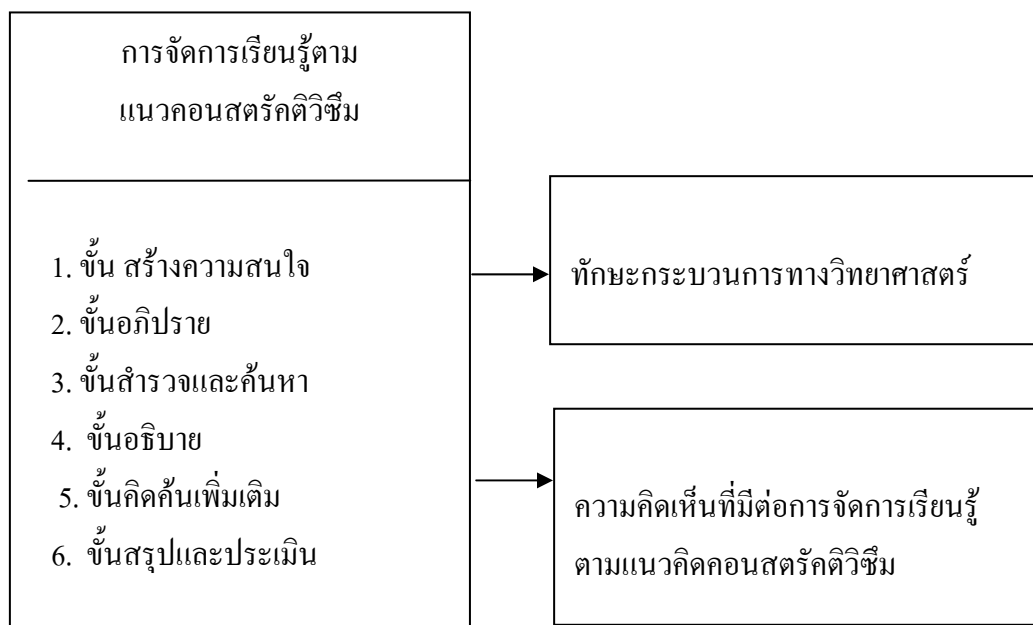
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาโดยอาศัยความรู้เดิมเป็นฐาน เมื่อสร้างความคิดใหม่แล้วผู้สอนจะให้ตรวจสอบหรือประเมินความรู้ใหม่ เมื่อเกิดความเข้าใจชัดเจนและพอใจกับความรู้ใหม่นั้นแล้วให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือเสนอแนวทางการใช้ความรู้ใหม่ ไคเวอร์ และเบลล์ ( Driver and Bell 1986, อ้างถึงใน พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ 2545 : 46 –47) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ คือ 1) ขั้นนำ (Orientation) 2) ขั้นล้วงความคิด (Elicitation) 3) ขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด (Restructuring of ideas) 4) ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of ideas) และ 5) ขั้นทบทวน (Review) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ ( 2540 : 55 ) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม ซึ่งสอดคล้องกับกรมวิชาการและสุวิทย์ มูลคำ (2545 :131) โดยกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ไว้ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นปฐมนิเทศ 2) ขั้นทำความเข้าใจ 3) ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ 4) ขั้นนำแนวคิดไปใช้ 5) ขั้นทบทวนหรือเปรียบเทียบความรู้ และวัชรา เล่าเรียนดี (2547 : 40 –42 ) ได้เสนอรูปแบบการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Construtivist Teaching Model) ไว้ 6 ขั้น สรุปได้ดังนี้ คือ 1)เตรียมความพร้อมผู้เรียน จูงใจ ไร่้าความสนใจ 2) ให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน 3) ตรวจสอบความเข้าใจ 4) เปิดโอกาสให้ปฏิบัติโดยตรง 5) การสะท้อนกลับเกี่ยวกับบทเรียน และ 6) ให้การฝึกเพิ่มเติมหรือให้ทำโดยอิสระ และจากการศึกษาผลการวิจัยของสุกัญญา กตัญญู (2542 :บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษา เรื่องผลของการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และจรรยา ภูอุดม (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ สามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นค้นหาความรู้เดิม เป็นการศึกษา ข้อมูลพื้นฐาน 2) ขั้นปฏิบัติทำความเข้าใจ เป็นการสร้างแนวคิดใหม่ ให้กลมกลืนเข้ากับ ประสบการณ์เดิมและทำความเข้าใจในการกำหนดแบบแผนการเรียนของนักเรียน 3) ขั้นจัด โครงสร้างแนวคิดใหม่ เป็นขั้นของการสร้างและปรับความคิดรวบยอดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น 4) ขั้น ประเมินผลและการนำแนวความคิดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สุภัทรา วงษ์คงคำ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษา เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนด้วยวิธีสอนตามแนวคอน สตรัคติวิซิมร่วมมือกับการเรียนรู้และวิธีสอนตามคู่มือครู สามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการนำเสนอสถานการณ์และเตรียมความพร้อมก่อน เรียน 2) ขั้นสอน เป็นการทำกิจกรรม 3) ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นขั้นของการอภิปรายความ คิดเห็นของนักเรียน 4) ขั้นนำแนวความคิดไปใช้ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ กับสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆ 5)ขั้นสรุปและประเมินผล เป็นขั้นของการตรวจสอบระดับ ความรู้ของนักเรียน พรหม ผูกดวง (2542 :บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา เรื่อง ผลของการสอนตาม แนวคอนสตรัคติวิซิม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการ เปลี่ยนแปลง โดยใช้การสอนตามแนวคิดของ Underhill (1991) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ ไชยราช ( 2545 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษา เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กลไก มนุษย์ระหว่างการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิมของ Underhill กับการสอนตามปกติ

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม ซึ่งมีขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ สามารถสรุปความรู้ และนำความรู้ไป ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 โดยในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีการ กำหนดคุณภาพผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาในเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม จากแนวคิดและผลงานวิจัยที่ ได้ศึกษา สามารถสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นอภิปราย 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นคิดค้นเพิ่มเติม และ 6) ขั้นสรุปและประเมินผล

ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแผนภาพที่ 1



## แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม

### ข้อคำถามการวิจัย

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม แตกต่างกันหรือไม่
2. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมอยู่ในระดับใด

### สมมติฐานการวิจัย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมแตกต่างกัน

## ขอบเขตการวิจัย

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง ก จำนวน 33 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง ข จำนวน 30 คน โรงเรียนวัดท่าไชย (ประชานุกูล) ตำบลหัวโพธิ์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษสุพรรณบุรี เขต 2 มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 63 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง ข จำนวน 30 คน โรงเรียนวัดท่าไชย (ประชานุกูล) หมู่ที่ 2 ตำบลหัวโพธิ์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษสุพรรณบุรี เขต 2

### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 2 ประเภท คือ

2.1 ตัวแปรต้น ( Independent Variables ) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม

2.2 ตัวแปรตาม ( Dependent Variables ) ได้แก่

2.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เนื้อหาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเวลาในการทดลองทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ จำนวน 30 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

### นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้ให้ความหมายคำศัพท์เฉพาะสำหรับการวิจัย ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึ่ม หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ** โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนให้มุ่งความสนใจ ไปสู่เรื่องที่กำลังจะเรียน สถานการณ์ในขั้นนี้เป็นการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่โดยให้นักเรียนได้ฝึกกระดมความคิด

2. **ขั้นอภิปราย** เป็นขั้นตอนของการนำคำตอบที่นักเรียนนำเสนอมาฝึกคิด วิเคราะห์ รู้จักให้เหตุผลและสามารถตั้งสมมติฐาน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหา

3. **ขั้นสำรวจและค้นหา** ขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังเรียน โดยฝึกการสืบค้นด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักตัดสินใจและแก้ปัญหา

4. **ขั้นอธิบาย** โดยให้นักเรียนได้นำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากการดำเนินกิจกรรม โดยบอกว่าค้นพบอะไรบ้าง อธิบายแนวคิดของกลุ่มเพื่อฝึกทักษะการสื่อความหมาย ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น หรือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง

5. **ขั้นคิดค้นเพิ่มเติม** เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในแนวคิดที่ได้ค้นพบให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เป็นการฝึกให้นักเรียนได้ปรับ เสริมและถ่ายโยงความคิดให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

6. **ขั้นสรุปและประเมิน** โดยให้นักเรียนได้สะท้อนตนเองว่าแนวคิดของตนได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมก่อนเรียนรู้อย่างไร โดยนำเสนอความรู้ ความเข้าใจจากเรื่องที่ได้เรียน และสรุปเป็นความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินตนเองและตรวจสอบความเข้าใจในภาพรวมด้วย

2. **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์** หมายถึง พฤติกรรมที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้กระบวนการคิด เพื่อค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหอย่างคล่องแคล่วและชำนาญโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำหนด

3. **ความคิดเห็นของนักเรียน** หมายถึง ความรู้สึนึกคิด ของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียน

4. **นักเรียน** หมายถึง ผู้เรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนวัดท่าไชย (ประชานุกูล) หมู่ที่ 2 ตำบลหัวโพธิ์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณ เขต 2

## บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

### 1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

- 1.1 หลักการ
- 1.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
- 1.3 เป้าหมาย วิสัยทัศน์และคุณภาพผู้เรียน
- 1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
- 1.5 มาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- 1.6 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

### 2. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดท่าไผ่ (ประชานุกูล)

- 2.1 บริบทของโรงเรียน
- 2.2 ปรัชญา วิสัยทัศน์ พันธกิจ
- 2.3 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา
- 2.4 คำอธิบายรายวิชา
- 2.5 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี
- 2.6 หน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

### 3. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

- 3.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 3.2 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

### 4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

### 5. แนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

- 5.1 แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม
- 5.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

### 1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีการกำหนดรายละเอียดไว้ ดังนี้

**1.1 หลักการ** เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นไปตามแนวนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศ จึงกำหนดหลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไว้ดังนี้

1. เป็นการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนจะได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและเท่าเทียมกัน โดยสังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ
3. เป็นหลักสูตรที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระ เวลา และการจัดการเรียนรู้
4. เป็นหลักสูตรที่จัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

### 1.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทยมีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดจุดมุ่งหมายซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

1. เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยในตนเอง ปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์
2. มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน รักการอ่าน รักการเขียนและรักการค้นคว้า
3. มีความรู้อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ มีทักษะ และศักยภาพในการจัดการ การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี ปรับวิธีการคิดวิธีการทำงานได้เหมาะสมกับสถานการณ์
4. มีทักษะและกระบวนการโดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญา และทักษะในการดำเนินชีวิต
5. รักการออกกำลังกาย ดูแลตนเองให้มีสุขภาพและบุคลิกภาพที่ดี
6. มีประสิทธิภาพในการผลิตและการบริโภคมีค่านิยมเป็นผู้ผลิตมากกว่าเป็นผู้บริโภค

7. เข้าใจในประวัติศาสตร์ของชาติไทย ภูมิใจในความเป็นไทย เป็นพลเมืองดี ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

8. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษาไทย ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี กีฬา ภูมิปัญญาไทย ทรัพยากรธรรมชาติและพัฒนาสิ่งแวดล้อม

9. รักประเทศชาติและท้องถิ่น มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้สังคม

**1.3 เป้าหมาย วิสัยทัศน์และคุณภาพผู้เรียน** ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยเฉพาะมนุษย์จะใช้กระบวนการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิด และทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจ ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดไว้ดังนี้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของ

ของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูล และสิ่งที่ ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (natural world) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้อง เรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นเต้น ทำทาบกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการคิด ร่วมกัน ลงมือปฏิบัติ ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์และวิชาอื่นและชีวิต ทำ ให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์ สิ่งต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการ เรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้อง กับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการ เรียนรู้ ความสนใจและความถนัดแตกต่างกัน

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจ ช่างซึ่งและเห็น ความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ หลายๆ ด้าน เป็นความรู้แบบองค์รวม อันจะนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ และพัฒนาคุณภาพ ชีวิต มีความสามารถในการจัดการ และร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

คุณภาพผู้เรียน การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้น พื้นฐาน มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดย ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมหลากหลายทั้งเป็นกลุ่มและ รายบุคคล โดยอาศัยแหล่งการเรียนรู้ที่เป็นสากลและท้องถิ่น โดยผู้สอนมีบทบาทในการวาง แผนการเรียนรู้ กระตุ้น แนะนำ ช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เพื่อให้การศึกษาวิทยาศาสตร์ บรรลุผลตามเป้าหมายและวิสัยทัศน์ที่กล่าวไว้ จึงได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบ การศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี และแต่ละช่วงชั้นไว้ดังนี้

คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี

1. เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลาย ทางชีวภาพ และสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. เข้าใจสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร แรงและการ เคลื่อนที่ พลังงาน
3. เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของโลก ความสำคัญของ ทรัพยากรธรรมชาติ ดาราศาสตร์ และอวกาศ

4. ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้า สืบค้นจากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย และจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่างๆ ให้ผู้อื่นรับรู้

5. เชื่อมโยงความรู้ ความคิดกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้ในการดำรงชีวิต และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการวิทยาศาสตร์ หรือสร้างชิ้นงาน

6. มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจ ใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์

7. มีเจตคติ คุณธรรม ค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มีดังนี้

- มีความพอใจ ความซาบซึ้ง ความสุขในการสืบเสาะหาความรู้ และรักที่จะเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต

- ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ

- ตระหนักว่าการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

- แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพในสิทธิและผลงานที่ผู้อื่น และตนเองคิดค้นขึ้น

- แสดงความซาบซึ้ง ในความงามและตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์พัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมใน โรงเรียนและในท้องถิ่น

- ตระหนักและยอมรับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้และการทำงานต่างๆ

คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 ( ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1- 3 ) โดยกำหนดให้ผู้เรียนที่จบช่วงชั้นที่ 3 ควรมีความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตพฤติกรรม การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจสมบัติและองค์ประกอบของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง
4. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน การคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์
5. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
6. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทิศทางคะแนนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้
8. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
9. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ
10. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้
11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น
12. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น
13. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

**1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้** สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา แนวคิดหลัก วิทยาศาสตร์ และกระบวนการ (กรมวิชาการ 2546: 4) สาระที่เป็นองค์ประกอบความรู้ของกลุ่ม

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระหลัก ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**1.5 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน** มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มี ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติระดับท้องถิ่นประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อ ชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบ สุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและ สิ่งแวดล้อม

#### สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหา ความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ มี

รูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและ เครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลา นั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

**1.6 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น** ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก มีการกำหนดดังนี้

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น		
ป. 1 – 3	ป. 4 – 6	ม. 1 – 3
<p>1. สำรวจตรวจสอบ องค์ประกอบและสมบัติของดิน จำแนกประเภทและอธิบายประโยชน์ของดินในท้องถิ่น</p> <p>2. สำรวจแหล่งน้ำในท้องถิ่น ทดสอบและอธิบายสมบัติของน้ำ การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ ความจำเป็นของน้ำต่อสิ่งมีชีวิตและการใช้น้ำอย่างประหยัด</p> <p>3. สังเกตและแสดงให้เห็นว่ารอบๆ ตัวเรามีอากาศ ศึกษาส่วนประกอบของอากาศ และอธิบายความสำคัญของอากาศต่อการดำรงชีวิต</p>	<p>1. สำรวจ สังเกตลักษณะองค์ประกอบ และสมบัติของหิน เปรียบเทียบและจำแนกประเภทของหินในท้องถิ่น โดยระบุเกณฑ์ที่ใช้ และอธิบายการใช้ประโยชน์ของหิน</p> <p>2. สำรวจตรวจสอบ และอธิบายเกี่ยวกับการผุพังอยู่กับที่ การกร่อนของหินเป็นกรวดหรือทราย หรือเม็ดดิน และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของหิน การเกิดดิน</p> <p>3. สำรวจตรวจสอบดิน อภิปราย เปรียบเทียบและอธิบายลักษณะ สมบัติของดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต</p>	<p>1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางลมฟ้าอากาศ แปลความหมายจากการพยากรณ์อากาศ อธิบายผลของลมฟ้าอากาศต่อการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p> <p>2. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติของโลก และกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น		
ป. 1 – 3	ป. 4 – 6	ม. 1 – 3
<p>4. ตำรวจตรวจสอบ และเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน และอธิบายว่าอุณหภูมิของอากาศที่แตกต่างกันทำให้อากาศเกิดการเคลื่อนที่</p>	<p>ของพืชในท้องถิ่นและการใช้ประโยชน์ของดิน</p> <p>4. ตำรวจตรวจสอบ และเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมต่างกัน และอธิบายว่าอุณหภูมิของอากาศที่แตกต่างกันทำให้อากาศเกิดการเคลื่อนที่</p> <p>5. ตำรวจตรวจสอบอุณหภูมิ ความชื้นและความดันของบรรยากาศ และอธิบายองค์ประกอบเหล่านี้ รวมทั้งสภาพภูมิประเทศที่มีผลต่อวัฏจักรของน้ำ</p> <p>6. ตำรวจตรวจสอบ และอธิบายการเกิดลม การใช้ประโยชน์จากพลังงานลม</p>	<p>3. สืบค้นข้อมูล ตำรวจตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบของโลกและทรัพยากรในโลก</p> <p>4. สืบค้นข้อมูล ตำรวจตรวจสอบและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการยกตัว การยุบตัวและการคดโค้งงอ การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน พัดพา การทับถมและผลของกระบวนการดังกล่าวทำให้เกิดภูมิประเทศแตกต่างกัน</p> <p>5. ตำรวจตรวจสอบอภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับชั้นหน้าตัดของดินสมบัติของดิน การปรับปรุงคุณภาพของดินและการนำไปใช้ประโยชน์</p> <p>6. ตำรวจตรวจสอบอภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับแหล่งน้ำบนพื้นโลก แหล่งน้ำใต้ดินและการนำมาใช้ประโยชน์</p> <p>7. ตำรวจตรวจสอบ สังเกต และอธิบายกระบวนการเกิดลักษณะขององค์ประกอบสมบัติของหินและแร่ รวมทั้งการใช้ประโยชน์</p>

## 2. หลักสูตรสถานศึกษาวัดท่าไชย (ประชาชนกุล)

2.1 บริบทของโรงเรียน สภาพทั่วไปของสถานศึกษาโรงเรียนวัดท่าไชย(ประชาชนกุล) เลขที่ 219 หมู่ที่ 2 ตำบลหัวโพธิ์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาล ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปัจจุบันโรงเรียนมีจำนวนครู 34 คน เป็นข้าราชการครู 32 คน พนักงานราชการ 2 คน นักการภารโรง 1 คน มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 712 คน

สภาพชุมชนโดยรวม รอบบริเวณโรงเรียนมีลักษณะเป็นชุมชนที่อยู่กันค่อนข้างหนาแน่นมีพื้นที่จำกัด สภาพบ้านเรือนส่วนใหญ่เป็นบ้านชั้นเดียวหลังเล็กอาศัยอยู่กันหลายคน มีประชากรประมาณ 4,500 คน บริเวณใกล้เคียงโดยรอบโรงเรียนได้แก่ สถานีอนามัย วัด อาชีพหลักของชุมชนคือ อาชีพรับจ้าง ทำนา เลี้ยงสัตว์ เนื่องจาก ประชาชนมีความรู้ น้อย ไม่มีพื้นที่ทำกินเป็นของตนเอง และสภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มเหมาะแก่การทำนาและเลี้ยงสัตว์ ประชากรนับถือศาสนาพุทธ ประเพณีศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นที่เป็นที่รู้จักโดยทั่วไป คือ ประเพณีบายศรีขึ้นศาลเจ้าแม่ประจำหมู่บ้าน ผู้ปกครองส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับ ประถมศึกษาปีที่ 6 ร้อยละ 70 ประกอบอาชีพ รับจ้างทั่วไป ร้อยละ 100 นับถือศาสนาพุทธและมีฐานะทางเศรษฐกิจ รายได้โดยเฉลี่ยต่อปี 25,000 บาท

## 2.2 ปรัชญา วิสัยทัศน์ พันธกิจ

2.2.1 ปรัชญา ปญญา นรานิ รตนินิ (ปัญญาเป็นรัตนของนรชน)

2.2.2 วิสัยทัศน์ ภายในปี 2555 โรงเรียนวัดท่าไชย (ประชาชนกุล) มุ่งมั่นสร้างความเป็นเลิศด้านวิชาการ บริหารจัดการอย่างมีส่วนร่วม ส่งเสริมครูผู้มืออาชีพ ชุมชนร่วมจัดการศึกษา ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น เรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย ก้าวไกลสู่สากลบนรากฐานแห่งเศรษฐกิจพอเพียง พัฒนาสิ่งแวดล้อมให้สะอาดร่มรื่น สวยงาม เอื้อต่อการเรียนรู้และปฏิบัติตนตามโครงการเยาวชนคนดีศรีสุพรรณ

### 2.2.3 พันธกิจ

1. จัดหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่น
2. จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนภาคภูมิใจในความเป็นไทย และ ปฏิบัติตนตามโครงการเยาวชนคนดีศรีสุพรรณ
3. จัดกระบวนการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ และภูมิปัญญาท้องถิ่น ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานทุกระดับชั้น
4. พัฒนาบุคลากรให้มีคุณภาพทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง

5. บริหารจัดการอย่างมีระบบ
6. จัดสภาพแวดล้อม สะอาด ร่มรื่น สวยงาม และเอื้อต่อการเรียนรู้
7. จัดทำรายงาน การจัดการศึกษาต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และ

สาธารณชนทุกปี

**2.3 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนวัดท่าไชย(ประชานุกูล) มีการกำหนดโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ดังตารางที่ 2**

ตารางที่ 2 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐานโรงเรียนวัดท่าไชย(ประชานุกูล)

(เวลาเรียน / ชั่วโมง/สัปดาห์) กลุ่มสาระ	ช่วงชั้นที่ 1			ช่วงชั้นที่ 2			ช่วงชั้นที่ 3		
	ป.1	ป.2	ป.3	ป.4	ป.5	ป.6	ม.1	ม.2	ม.3
1. ภาษาไทย	7	7	7	6	6	6	3	3	3
2. คณิตศาสตร์	5	5	5	4	4	4	3	3	3
3. วิทยาศาสตร์	1	1	1	2	2	2	4	4	4
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม	2	2	2	2	2	2	4	4	4
5. สุขศึกษา พลศึกษา	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6. ศิลปะ	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี	2	2	2	2	2	2	4	4	4
8. ภาษาต่างประเทศ	2	2	2	3	3	3	3	3	3
9. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน	2	2	2	2	2	2	5	5	5
<b>รวม</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

**2.4 คำอธิบายรายวิชา** กลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กำหนดไว้ดังนี้

ศึกษาวิเคราะห์ โครงสร้างและหน้าที่ของระบบร่างกายสัตว์และมนุษย์ การเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์ อาหาร ความสำคัญของอาหารต่อเพศและวัย สารในสิ่งเสพติด ธาตุและ สารประกอบ การเปลี่ยนแปลงของสารเกี่ยวกับสารละลาย การเปลี่ยนสถานะ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน ประโยชน์ โทษและผลต่อสิ่งแวดล้อม การสะท้อนและการหักเหของแสง การเกิดภาพจากกระจกเงา เลเซอร์และเส้นใยนำแสง ความสว่าง และการมองเห็น โลกของเรา หิน แร่ การเปลี่ยนแปลงบนเปลือกโลก ดิน น้ำ ทรัพยากรธรณี

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

**2.5 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี** ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีดังนี้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพส่วนประกอบของโลก
2. สืบค้นข้อมูล สำรวจ และระบุทรัพยากรธรณีในท้องถิ่นในประเทศไทยและของโลก
3. อภิปรายและเสนอแนะแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรณีในท้องถิ่น
4. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และใช้สถานการณ์ จำลองอธิบายหลักการเกิดกระบวนการยกตัว การยุบตัว การคดโค้งโค้งงอ การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน การพัดพา การทับถม
5. สำรวจและอธิบายลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันในท้องถิ่นและในประเทศไทย และอธิบายผลของกระบวนการทางธรณีต่อการเกิดภูมิประเทศที่แตกต่างกัน
6. ทดสอบและอธิบายสมบัติบางประการของดิน และเขียนแผนภาพชั้นหน้าตัดของดิน การกำเนิดดิน
7. อภิปรายและเสนอแนะการปรับปรุงคุณภาพของดินให้เหมาะกับการใช้ประโยชน์
8. ทดลองและอธิบายลักษณะ สมบัติ และคุณภาพของแหล่งน้ำบนพื้นโลกและใต้ดิน
9. สำรวจ อธิบาย และยกตัวอย่างการใช้ ประโยชน์จากแหล่งน้ำในท้องถิ่น
10. ทดลองและอธิบายการเกิด สมบัติ ของหินและแร่ในท้องถิ่น
11. สืบค้นข้อมูลนำเสนอและจำแนกประเภทของหินในท้องถิ่น การใช้ประโยชน์จากหินและแร่ในท้องถิ่น

**2.6 หน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์** มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 หน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ร่างกายของเรา	30
	- โครงสร้างและการทำงานของระบบต่างๆในร่างกาย	12

ตารางที่ 3 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	- ความสัมพันธ์ของระบบต่างๆ ในร่างกาย	10
	- อาหารและสารอาหาร	4
	- สารเสพติดและผลต่อร่างกาย	4
	ชีวิตสัตว์	30
	- โครงสร้างและการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย	12
	- ความสัมพันธ์ของระบบต่างๆ ในร่างกายสัตว์	8
	- การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสัตว์	5
- เทคโนโลยีชีวภาพกับที่ใช้ในการขยายและปรับปรุงพันธุ์สัตว์	5	
3	สารและการเปลี่ยนแปลง	25
	- ธาตุและสารประกอบ	6
	- การเปลี่ยนสถานะและการเกิดสารละลาย	8
	ปฏิกิริยาเคมี	6
- ผลของปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม	5	
4	แสงและการเกิดภาพ	25
	- ความสว่างและการมองเห็น	4
	- การสะท้อนของแสงและการเกิดภาพจากกระจกเงา	8
	- การหักเหของแสงการเกิดภาพจากกระจกและเลนส์	10
	- เลเซอร์และเส้นใยนำแสง	3
5	โลกและการเปลี่ยนแปลง	30
	- ส่วนประกอบของโลก	6
	- การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก	4
	- ดิน	8
	- หินและแร่	8
	- น้ำบนพื้นโลกและน้ำใต้ดิน	4
6	กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์	20
	- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	5
	- โครงงานวิทยาศาสตร์	15

### 3. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ครูผู้สอนที่ประสบความสำเร็จในการสอน ย่อมเป็นผู้ที่มีเทคนิคการสอนที่ดี เช่น เทคนิคการใช้คำถาม การดึงความสนใจ การเร้าความสนใจ การเสริมแรง การใช้จิตวิทยาการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน กล่าวคือเป็นผู้รู้จักบูรณาการวิชาการทางการศึกษา เช่น ปรัชญาการศึกษา หลักสูตรและการสอน จิตวิทยาการศึกษา การวัดและประเมินผล การใช้สื่อการสอนและอื่นๆ ในการแก้ปัญหา รวมถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูจะต้องมีทักษะในการเลือกวิธีสอนได้อย่างเหมาะสมกับสภาพชั้นเรียน นักเรียน เนื้อหาวิชา ความสามารถของครูในการสอนและเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าไม่มีวิธีการสอนวิธีใดที่ดีที่สุด

#### 3.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการกระบวนการเรียนรู้ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 เป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่สอดคล้องตามแนวการจัดการศึกษา หมวด 4 มาตรา 22 ที่กล่าวไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น มีรูปแบบการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

##### 3.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

สุวิทย์ มูลคำ (2545 : 44 – 46 ) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ได้นำเอาระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ โดยผู้เรียนพยายามคิดค้นหาวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ลำดับขั้นตอนทั้ง 5 ขั้นตอนของวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาคด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญ ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ เพราะปัญหาจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น เกิดความกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหาค

2. ขั้นกำหนดสมมติฐาน เป็นขั้นที่ครูผู้สอนให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐาน เพื่อคาดคะเนคำตอบของปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาจากความรู้และประสบการณ์เดิม รวมทั้งให้ผู้เรียนวางแผนหาวิธีการที่จะค้นคว้าหาข้อมูลมาจากแหล่งต่างๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานอันจะนำไปสู่คำตอบของปัญหาค

3. **ขั้นรวบรวมข้อมูล** เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนที่วางไว้ ซึ่งอาจจะเป็นการศึกษาจากตำรา การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ หรือทำการทดลอง แล้วจดบันทึกและรวบรวมข้อมูล ในขั้นนี้จะเป็นขั้นของการทดลองและลงมือแก้ปัญหาด้วย

4. **ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล** เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์ วินิจฉัยว่ามีความถูกต้อง เทียบตรงและเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดและวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุป

5. **ขั้นสรุปและประเมินผล** เป็นขั้นสรุปและการนำไปใช้ ดำเนินการคือ ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปข้อค้นพบเรียบเรียงให้เป็นหลักการ แนวทางหรือระเบียบ โดยอาจเรียบเรียงเป็นเรื่องหรือบทความเพื่อการนำไปใช้ และตรวจสอบสมมติฐานและพิจารณาว่าผลการศึกษา ทดลองนั้นได้ผลสอดคล้องกับสมมติฐานที่วางไว้ล่วงหน้าหรือไม่ ถ้าไม่สอดคล้องต้องแก้ไขใหม่ให้ถูกต้องต่อไป

3.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบทดลอง ( Experimental Method ) การจัดการเรียนรู้แบบทดลอง หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ และทำการทดลองด้วยตนเอง เพื่อทำการพิสูจน์หลักการ ทฤษฎี หรือ ข้อเท็จจริงต่างๆ โดยกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐานในการทดลอง ลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด โดยใช้วัสดุอุปกรณ์จำเป็น เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปอภิปรายผลการทดลองและสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทดลองภายใต้การแนะนำ ดูแล ให้คำปรึกษาและช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดจากผู้สอน ( สุวิทย์ มูลคำ 2546 : 48) การจัดการเรียนรู้แบบทดลองถือว่านักเรียนได้ทำงาน ได้ปฏิบัติ ได้เรียนรู้ด้วยการทดลองด้วยตนเองภายใต้การแนะนำของครู การสอนแบบการทดลองนี้ ครูมีหน้าที่เตรียมการทดลองและเตรียมเอกสารที่แนะนำวิธีการทดลองอย่างเป็นขั้นตอน ตลอดจนการจัดระเบียบในห้องปฏิบัติการให้รัดกุม ดังนั้น สิ่งที่ครูวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมี คือ ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือเครื่องใช้ในห้องปฏิบัติการและต้องเข้าใจให้เป็นอย่างดีไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือสำเร็จรูปและเครื่องมือที่ใช้ประกอบกัน

3.1.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ( Inquiry Method ) การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสาธิตนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดลอมในสภาพการณ์ต่าง ๆ

ได้อย่างกว้างขวาง (สุวิทย์ มูลคำ 2546 : 136) นอกจากนี้ยังกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เป็นวิธีการที่ครูและนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยนักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นเพียงผู้แนะนำ ผู้อำนวยการสะควก ( พิมพันธ์ เดชะคุปต์ 2545 : 69 ) ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ต้องใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ( Inquiry process ) ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2546 : 219 – 220 )

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม

2. ขั้นสำรวจและค้นหา ( exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้ ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสารสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างสถานการณ์ ( Simulation ) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ( explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสารสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง

4. ขั้นขยายความรู้ ( elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ

5. ขั้นประเมิน ( evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

3.1.4 การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา ( Problem Solving Method ) การจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการที่ผู้สอนเน้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นกระบวนการ มีขั้นตอนมีเหตุผลด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่มีการกำหนดปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐาน เก็บรวบรวม พิสูจน์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล (สุวิทย์ มูลคำ 2546 : 57) ได้สรุปรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา มีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

## 1. ขั้นเตรียม

1.1 ผู้สอนศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาสาระและจุดประสงค์  
อย่างละเอียด

1.2 ผู้สอนวางแผนกำหนดกิจกรรมเป็นขั้นตอนตามลำดับ

## 2. ขั้นการเรียนรู้

2.1 ขั้นกำหนดปัญหา ผู้สอนเน้นให้ผู้เรียนมองเห็นและเข้าใจปัญหา  
รวมทั้งการกำหนดขอบเขตของปัญหา อาจใช้เทคนิควิธีต่างๆ เช่น การเล่าเรื่อง การสร้าง  
สถานการณ์จำลอง

2.2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดหาวิธีวางแผน  
เพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นที่ 2.1 ประกอบกับข้อมูลและ  
ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น นำมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา

2.3 ขั้นตั้งสมมติฐาน เป็นขั้นคาดคะเนคำตอบของปัญหา โดยใช้  
ความรู้และประสบการณ์ช่วยในการคาดคะเน ปัญหานั้นน่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร หรือวิธีการ  
แก้ปัญหานั้นน่าจะแก้ไขได้โดยวิธีใดบ้าง ซึ่งควรจะต้องตั้งสมมติฐานไว้หลายๆ อย่าง

2.4 ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นที่ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาความรู้  
จากแหล่งต่างๆ เช่น ค้นคว้าจากตำรา เอกสารต่างๆ สัมภาษณ์ผู้รู้ หรือผู้เชี่ยวชาญ หรือทำการท  
ลอง แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมติฐานในขั้นต่อไป

2.5 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน เป็นการนำข้อมูลที่  
รวบรวมได้นั้นมาวิเคราะห์และทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นไปตามที่กำหนดไว้หรือไม่

2.6 ขั้นสรุปผล ผู้เรียนประเมินผลวิธีการแก้ปัญหา หรือตัดสินใจ  
เลือกวิธีการที่ได้ผลดีที่สุดในการแก้ปัญหา หรือเป็นลักษณะการสรุปลงไปว่าเชื่อสมมติฐานใด  
นั่นเอง โดยอาจสรุปเป็นหลักการที่จะนำไปอธิบายเป็นคำตอบ หรือวิธีแก้ของปัญหาที่กำหนดไว้  
ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้

3. ขั้นประเมินผล ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินผลการเรียนรู้ของ  
ผู้เรียนด้วยวิธีการต่างๆ ที่หลากหลาย นำผลการประเมินไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนต่อไป การ  
จัดการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา

3.1.5 การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ (Project Method) การจัดการเรียนรู้แบบ  
โครงการ หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน  
กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน ผู้เรียนมีโอกาสลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตามหลักการของวิธีสอนแบบ  
โครงการเพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดวิเคราะห์ รู้จักแก้ปัญหาและสามารถวางแผนในการทำงานอย่างมี

ระบบ ( กระทรวงศึกษาธิการ 2543 : 28 – 31) นอกจากนี้สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ( 2541 : 37 ) กล่าวถึงการเรียนการสอนแบบโครงการว่า เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกสิ่งที่ศึกษา กำหนดเรื่องที่ศึกษาหรือโครงการที่สนใจจะทำ ศึกษาด้วยตนเองในสิ่งที่มีความคล้ายคลึงเกี่ยวข้องเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความรู้ ความคิดที่ลึกซึ้งเชื่อมโยงสัมพันธ์กันจนได้ความรู้ ความคิดที่ลึกซึ้งเชื่อมโยงสัมพันธ์จนได้ความรู้ใหม่ มีความหมายสอดคล้องและเชื่อมโยงกัน จากแนวคิดที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นระบบ ภายใต้คำแนะนำดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อช่วยให้การศึกษาค้นคว้านั้นบรรลุตามจุดประสงค์

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2542 : 10 – 17 ) ได้กำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการไว้สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2546 : 86-87) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. การเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
2. การวางแผน ประกอบด้วย การกำหนดจุดประสงค์ การตั้งสมมติฐานและ การกำหนดวิธีการศึกษา
3. การลงมือปฏิบัติ
4. การเขียนรายงาน
5. การนำเสนอผลงาน

### 3.2 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

แนวทางการวัดและประเมินผลเรียนรู้จะบรรลุตามเป้าหมายของการเรียนการสอนที่วางไว้ได้ ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้ ( สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2546 : 231- 233)

- ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน
- วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
- ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลโดยตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่
- ผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล
- การวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของ

## วิธีการวัด โอกาสของการประเมิน

จุดมุ่งหมายของการวัดผลและประเมินผล จุดมุ่งหมายของการวัดผลและประเมินผล เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมของผู้เรียน และเพื่อซ่อมเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถ และทักษะได้เต็มตามศักยภาพ เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวผู้เรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด เพื่อใช้ข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนการสอน วิธีการวัดและประเมินผลที่สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริงของผู้เรียนและครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน ตามที่กล่าวมาแล้ว จึงต้องวัดและประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic assessment) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2546 : 231 )

การวัดผลและประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic assessment) การจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนใช้กระบวนการเรียนรู้หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นพบองค์ความรู้ใหม่ และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง นั้น ครูควรต้องมีการประเมินผลตามสภาพจริง การประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic assessment) หมายถึง การตีค่าความสามารถ ความรู้ลึกและทักษะที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เป็นกระบวนการสังเกต การบันทึก และรวบรวมข้อมูลจากกระบวนการคิด (process) การทำงาน ภาคปฏิบัติ ( performance ) และผลงาน (product) ของผู้เรียน เพื่อเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจเพื่อตีค่าผู้เรียน (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ 2545 : 124) ซึ่งสอดคล้องกับความหมายของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่กล่าวว่า การประเมินผลตามสภาพจริง หมายถึง กระบวนการ สังเกต การบันทึก และรวบรวมข้อมูลจากงานและวิธีการที่นักเรียนทำ เพื่อเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจในการศึกษาถึงผลกระทบต่อนักเรียน การประเมินผลจากสภาพจริงจะไม่เน้นการประเมินเฉพาะทักษะพื้นฐาน แต่จะเน้นการประเมินทักษะการคิดที่ซับซ้อนในการทำงานของนักเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และการแสดงออกที่เกิดจากการปฏิบัติจริงในการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นผู้ค้นพบและผู้ผลิตความรู้ นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง การประเมินผลตามสภาพจริงเป็นการประเมินเพื่อต้องการทราบว่า ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ซึ่งบูรณาการกันในตัวผู้เรียน แล้วแสดงออกมาให้ปรากฏในชีวิตประจำวันตามสภาพที่แท้จริง ( Authentic Performance) มากน้อยเพียงใด ผลการประเมินตามสภาพจริงของผู้เรียนจะพัฒนามากน้อยเพียงไร ขึ้นอยู่กับกิจกรรมการเรียนการสอนและการเรียนรู้ตามสภาพจริง ( Authentic Learning ) ซึ่งตามแนวทางการจัดการศึกษา หมวด 4 ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ”

กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด ตามมาตรา 22 ผู้สอนจะต้องปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child Center) ซึ่งอาจจะมีหลักการดังนี้

1. ผู้เรียนมีโอกาสสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Construct)
2. ให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข (Happyness)
3. ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (Interaction)
4. ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการควบคู่กับผลงาน/ความรู้ที่สรุปได้
5. ให้ผู้เรียนมีบทบาทและมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากที่สุด

(Participation)

6. ให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Application)

วิธีและแหล่งข้อมูลที่ใช้เพื่อการวัดและประเมินผลได้สะท้อน

ความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้

- สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
- ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
- การสัมภาษณ์
- บันทึกของผู้เรียน
- การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
- การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ (Practical assessment)
- การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment)
- แฟ้มผลงาน (Portfolio)

การวัดผลและประเมินผลด้านความสามารถ ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2546 : 233 – 234 )

1) มอบหมายงานให้ทำ งานที่มอบหมายมีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2) การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

3) กำหนดตัวอย่างชิ้นงานให้ แล้วให้ผู้เรียนศึกษางานนั้น และสร้างชิ้นงานที่มีลักษณะของการทำงานได้เหมือนหรือดีกว่าเดิม

4) สร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน โดยกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา

#### 4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมาย และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542:3) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) หรือเป็นทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับวาสนา พรหมสุรินทร์ (2540 : 27) ที่กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกอันเกิดจากความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลและการปฏิบัติการเพื่อให้เกิดความชำนาญ และความคล่องแคล่วในการแสวงหาความรู้ หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และคลอเฟเฟอร์ (Klopfer 1971 : 568 – 573) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับโรบินสัน (Robinson 1972 : 48 ) ได้แบ่งส่วนประกอบของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ มโนมติ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี และกฎต่างๆ และส่วนที่เป็นกระบวนการซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้

สำหรับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2524 :1 –17 ) ได้กล่าวถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์เพราะว่าการศึกษาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้า ทดลอง เพื่อหาข้อเท็จจริงและพิสูจน์กฎเกณฑ์บางอย่าง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 13 ทักษะ โดยยึดตามแนวของสมาคมเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ( The American Association for The Advancement of Science : AAAS) ทักษะที่ 1- 8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะที่ 9 -13 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง หรือขั้นผสม หรือขั้น

บูรณาการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้ามี 13 ทักษะ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการใหญ่ ๆ มีดังนี้

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน( Basic Process Skills) ได้แก่

- 1.1 การสังเกต (Observing)
- 1.2 การวัด (Measuring)
- 1.3 การจำแนกประเภท (Classifying)
- 1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

(Space/Space Relationships and Space/Time Relationships)

- 1.5 การคำนวณ (Using Number)
- 1.6 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล( Organizing Data and Communication )
- 1.7 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)
- 1.8 การพยากรณ์ (Predicting)

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นผสมผสาน(Integrated Science Process Skills) มี 5 ทักษะ ได้แก่

- 2.1 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)
- 2.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
- 2.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling variables )
- 2.4 การทดลอง (Experimenting)
- 2.5 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อมูล (Interpreting Data and Conclusion)

Conclusion)

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดหลักการแบ่งประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ( 2524 : 1 – 17) ซึ่งมีทั้งหมด 13 ทักษะแบ่งออกเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นผสมผสาน 5 ทักษะ โดยเรียงลำดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใหม่ เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์กันของเนื้อหาในแต่ละทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จาก

การสังเกตประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ประกอบด้วย การชี้บ่ง และการบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณและบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด (Measuring) หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือนั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด แสดงวิธีใช้เครื่องมือวัดอย่างถูกต้องพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การแบ่งพวกของสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้ นอกจากนั้นสามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตัวเองพร้อมทั้งบอกได้ว่าผู้อื่นแบ่งพวกของสิ่งนั้นโดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา (Using Space/Time Relationships) สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูงความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส ได้แก่ การชี้บ่งรูป 2 มิติ และ 3 มิติได้ สามารถวาดภาพ 2 มิติจากวัตถุหรือจากภาพ 3 มิติได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ การบอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์ บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่ง เปลี่ยนขนาด หรือปริมาณของวัตถุกับเวลาได้

5. การคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับและนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ ได้แก่ การนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง เช่น ใช้ตัวเลขแทนจำนวนใน

การนับได้ ตัดสินได้ว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกัน เป็นต้น การคำนวณ เช่น บอกรวีกำนวณคิดคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณ ได้อย่างถูกต้อง และประการสุดท้ายคือ การหาค่าเฉลี่ย เช่น การบอกและแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (organizing data and Communication) การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท หรือการคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม กราฟ สมการ การเขียนบรรยาย เป็นต้น การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดกระทำนั้นมาเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น อาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย หรือย่อความพอสังเขป เป็นต้น

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมและใช้กระบวนการทางสมองคิดค้นเกี่ยวกับความหมายของข้อมูลที่ได้รับมา ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้คือ การอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูล โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบหรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือข้อมูลจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัว ขึ้นไปที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป เช่น การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ซึ่งทำได้สองแบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์นอกเขตข้อมูลที่มีอยู่ เช่น การพยากรณ์ผลของข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นต้น

9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ในการตั้งสมมติฐานหนึ่ง ๆ สำหรับตัวแปรนั้น หมายถึง สิ่งที่แปรเปลี่ยนค่าได้ เช่น อายุ ความสูง ประเภทของรถ อุณหภูมิ ระดับการศึกษา เป็นต้น

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

10. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง เป็นคำตอบที่รอการพิสูจน์ สมมติฐานได้มาโดยอาศัยการสังเกตความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานคือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มีกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามสมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนสมมติฐานหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการตั้งสมมติฐานคือ การบอกชื่อตัวแปรต้นซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตาม และในการคิดตั้งสมมติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้น สมมติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่

11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ( Defining Variables Operationally ) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น

12. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสม พร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าของตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย

ในการทดลองแต่ละครั้งจะเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง คือสามารถที่จะบอกชนิดของตัวแปรในการทดลองว่า ตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม หรือตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ในการทดลองหนึ่ง ๆ จะต้องมีตัวแปรตัวหนึ่งเท่านั้นที่มี

ผลต่อการทดลอง และเพื่อให้แน่ใจว่าผลที่ได้เกิดจากตัวแปรนั้นจริง ๆ จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรอื่นไม่ให้มีผลต่อการทดลอง ซึ่งเรียกตัวแปรนี้ว่าตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต การใช้ตัวเลข เป็นต้น และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการลงข้อสรุป คือ บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ เช่น การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟ ถ้ากราฟเป็นเส้นตรงก็สามารถอธิบายได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตาม ขณะที่ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลง หรือถ้าลากกราฟเป็นเส้นโค้งให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยนทิศทาง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้ว

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้กระบวนการคิด เพื่อค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างคล่องแคล่วและชำนาญโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะตามแนวของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำหนด

### 5. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม

5.1 แนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ในปัจจุบัน คือ ทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม (constructivism) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2546 : 219) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบค้นตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ที่น้อยอย่างมีความหมาย จึงสามารถสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนเอง ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้ความรู้อย่างได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการทางปัญญาสร้างความรู้โดยทำความเข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นกระบวนการสร้างความรู้ค้นหาความรู้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ 2545 : 7)

แนวคิดคอนสตรัคติวิซึม (constructivism) เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม เป็นปรัชญาที่มีข้อสันนิษฐานว่า ความรู้ไม่สามารถแยกจากความอยากรู้ ความรู้ได้มาจากการสร้างเพื่ออธิบาย (มาร์ตินและคณะ Martin and others, 1994 อ้างถึงในพิมพันธ์ เดชะคุปต์ 2545 : 15) การจัดการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ โดยผ่านกระบวนการทางคิด

ด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) ของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งเป็นสถานะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมแล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ แนวคิดนี้ถือว่าการเรียนรู้ของนักเรียนสามารถเกิดขึ้นได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ผู้สอนต้องพยายามช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ให้เข้ากับประสบการณ์เดิม และวัตถุประสงค์ของผู้เรียน จึงจะทำให้เกิดความรู้ที่มีความหมาย เฮนเดอร์สัน (Henderson 1993 :4-5, อ้างถึงในพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ 2545 : 15-16 )

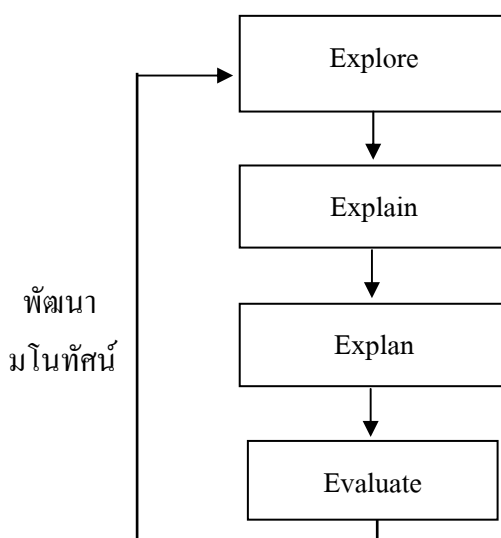
คอบบ์ (Cobb 1994 ) กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ว่าเป็นกระบวนการที่ไม่ได้หยุดนิ่งอยู่กับที่ ในการสร้าง การรวบรวมและตกแต่งความรู้ ผู้เรียนมีโครงสร้างความรู้ที่ใช้ในการตีความหมายและทำนายเหตุการณ์ต่างๆ รอบตัวเขา โครงสร้างความรู้ของผู้เรียนอาจแปลกและแตกต่างจากโครงสร้างของผู้เชี่ยวชาญ และในทัศนะทางวัฒนธรรมสังคมของคอนสตรัคติวิสต์ ถือว่าเป็นกระบวนการทางสังคมและเป็นความร่วมมือกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ในการประนีประนอมความหมายที่สร้างขึ้น สภาพแวดล้อมของผู้เรียนจะมีอิทธิพลต่อความคิดเห็นของผู้เรียน บุคคลที่อยู่รอบตัวผู้เรียน ภาษาและวัฒนธรรมเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

ฟอสโนท ( Fosnot.1996, อ้างถึงใน วรรณวิพา รอดแรงคำ 2541: 7) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมไว้ว่า “เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ และเป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา และมนุษยวิทยาว่าความรู้คืออะไร และได้ความรู้มาอย่างไร” ทฤษฎีนี้จึงอธิบายว่าความรู้เป็นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนาไม่เป็นปรนัยและถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า แนวคิดคอนสตรัคติวิซึม หมายถึง เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ผู้เรียนแสวงหาความรู้ และสร้างความรู้ (Construct) ด้วยตนเอง ความรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับบุคคลอื่น ๆ หรือสิ่งที่พบเห็นรอบตัว แล้วนำมาสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนใหม่ โดยมีการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับประสบการณ์ของตนเอง

**5.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม** การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซมนักการศึกษาได้นำแนวคิดการสร้างเสริมความรู้ (constructivism) มาใช้เป็นหลักการการสอน มาร์ติน และคณะ (Martin et al. 1994 :44, อ้างถึง

ในพิมพ์นธ์ เฉชะคุปต์ 2545:15) ได้พัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึ่ม มีขั้นตอนดังแผนภาพที่ 2 ดังนี้



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

แผนภาพที่ 2 รูปแบบการสอนตามแนวคิดตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม

ที่มา : พิมพ์นธ์ เฉชะคุปต์, พฤติกรรมกรสอนวิทยาศาสตร์ (กรุงเทพมหานคร:บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2545, 68.

1. Explore หมายถึง การสำรวจ โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสังเกต สนับสนุน การร่วมมือกันสำรวจเพื่อให้เห็นปัญหา
2. Explain หมายถึง การอธิบาย ผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น แนะนำ ถามให้คิดเพื่อให้ผู้เรียนค้นพบ หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้เป็นความรู้เชิงประจักษ์
3. Explan หมายถึง การคิดค้นเพิ่มเติม ผู้สอนช่วยพัฒนาผู้เรียนให้คิดค้น ต่อ ๆ ไป พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และพัฒนา ให้มีประสบการณ์กว้าง ไกลทั้งเรื่องธรรมชาติและเทคโนโลยี
4. Evaluate หมายถึง การประเมินผล ผู้สอนประเมินมโนทัศน์ของผู้เรียน โดยตรวจสอบความคิดที่เปลี่ยนไปและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติ การแก้ปัญหา การถามคำถาม ตลอดจนพัฒนาให้ผู้เรียนสนใจและเคารพความคิด และเหตุผลของคนอื่นๆ ด้วย

ไดเวอร์และเบลล์ (Driver และ Bell 1986, อ้างถึงในพิมพ์นธ์ เศรษฐบุตร: 46–47) ได้ระบุลักษณะและขั้นตอนของการสอนที่เน้นผู้เรียนสร้างความรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (constructivism) ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมาย และแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน

2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation of the prior knowledge) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน วิธีการให้ผู้เรียนแสดงออกอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม การให้ผู้เรียนออกแบบโปสเตอร์หรือเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่เขามีอยู่แล้ว

3. ขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด (Turning restructuring of ideas) เป็นขั้นตอนที่สำคัญ หรือเป็นหัวใจสำคัญตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (constructivism) ขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ระหว่างกันและกัน (Clarification and exchange of ideas) ผู้เรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้น เมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนกับของผู้อื่น

3.2 สร้างความคิดใหม่ (Construction of new ideas) จากการอภิปรายและการสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทาง รูปแบบ วิธีการที่หลากหลายในการตีความปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ แล้วกำหนดความคิดใหม่หรือความรู้ใหม่

3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of new ideas) โดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนควรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิดหรือความรู้ในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนอาจจะรู้สึกไม่พึงพอใจความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่ เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า

4. ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of ideas) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิด หรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย เป็นการแสดงว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

5. ขั้นทบทวน (Review) เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้เรียนจะได้ทบทวนว่าความคิดความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไป โดยเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (constructivism) ผู้เรียนควรจะเรียนเนื้อหาสาระไปพร้อมกับการเรียนรู้กระบวนการเรียนรู้ โดยเน้นความสำคัญของกระบวนการเรียน

ของผู้เรียน และความสำคัญของความรู้เดิม ในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสร้างความรู้  
ครูควรมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือจัดการในการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง  
บทบาทของครูจึงเปลี่ยนแปลงจากการเป็นผู้ให้ ผู้บอก ผู้บรรยาย มาเป็นผู้จัดประสบการณ์เรียนรู้  
ให้ผู้เรียนค้นคว้าสร้างความรู้ บทบาทของครู มีลักษณะดังนี้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ 2545 : 18)

1. ผู้นำเสนอ ( presenter) ครูไม่ใช่ผู้บรรยายแต่เป็นผู้สาธิต เตรียม  
ประสบการณ์เรียนรู้ จัดกิจกรรมให้กลุ่ม หรือรายบุคคลเพื่อให้สร้างความรู้เอง
2. ผู้สังเกต ( observer) ครูสังเกตอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ สังเกต  
กระบวนการทางปัญญา ได้แก่ การแก้ปัญหาและกระบวนการทางสังคม เช่น การทำงานร่วมกับ  
ผู้อื่น การปฏิสัมพันธ์กัน
3. ผู้ถามคำถาม (question asker) ครูควรใช้คำถามระดับต่ำและสูง เพื่อกระตุ้น  
ให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหา
4. ผู้ทำให้เกิดปัญหา ( problem poser) ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาหรือกระตุ้นให้ผู้เรียน  
เป็นปัญหา
5. ผู้จัดบรรยากาศ ( environment organizer) ครูควรจัดสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ  
และจิตใจเพื่อสนับสนุน กระตุ้นให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนรู้  
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม เป็น การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียน  
เป็นสำคัญ เน้นการเรียนตามสภาพจริง ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ผู้เรียนใช้ทักษะ  
กระบวนการ ( Process skills) คือ กระบวนการคิด กระบวนการกลุ่ม และสร้างความรู้ด้วยตนเอง  
ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และมีปฏิสัมพันธ์กัน สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ใน  
ชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม  
มีดังนี้ คือ

สุดท้าย กัตัญญา (2542 : 8-9) ได้พัฒนารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ตาม  
แนวคิดคอนสตรัคติวิซึม ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นค้นหาความรู้เดิม เป็นขั้นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดภาวะไม่สมดุลย์ทาง  
ปัญญา โดยครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเสนอเหตุการณ์ที่ชวนสงสัย เป็นการกระตุ้นผู้เรียนหรือทำ  
ทนายให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา กิจกรรมที่ใช้ คือ การสร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัย การซักถาม การ  
อภิปราย การเล่าเหตุการณ์ และให้นักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคล
2. ขั้นทำความเข้าใจ เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสมดุลย์ทางปัญญาโดย  
กระบวนการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญา ความสมดุลย์จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสามารถผสมผสาน  
ความคิดใหม่นั้นให้กลมกลืนเข้ากันได้กับประสบการณ์เดิม ในขั้นนี้ให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็น

กลุ่ม กิจกรรมที่ใช้ คือ ครูตั้งปัญหาจากเหตุการณ์ที่ครูเสนอ นักเรียนตั้งสมมติฐาน จากสมมติฐานทำการทดลองเพื่อรวบรวมหลักฐาน และพิสูจน์สมมติฐาน

3. ขั้นจัดโครงสร้างแนวความคิดใหม่ เป็นขั้นที่ผู้เรียนพัฒนาความคิดของเขาเพิ่มขึ้น โดยผ่านกระบวนการรับรู้ทางกายภาพและกิจกรรมทางปัญญา จากความร่วมมือภายในกลุ่มจะช่วยให้ผู้เรียนปรับปรุงความคิดรวบยอดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น กิจกรรมที่ใช้ คือ การรายงานผลการทดลอง การอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เป็นที่ยอมรับและถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

4. ขั้นการนำแนวความคิดไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำแนวความคิดรวบยอดที่ได้ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือนำความรู้ไปใช้แก้ไขปัญหาและใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมที่ใช้ คือ การอภิปรายร่วมกันของครูกับนักเรียน การประเมินตนเองของนักเรียนลงในแบบฟอร์ม เพื่อเป็นการตรวจสอบพัฒนาการในด้านความคิดของนักเรียน

สุภัทรา วงษ์คงคำ (2546 : 13) ได้กำหนดขั้นตอนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมร่วมกับการร่วมมือกันเรียนรู้ สรุปได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายและแรงจูงใจในการเรียนด้วยการเสนอเหตุการณ์ที่น่าสงสัยเป็นการกระตุ้นผู้เรียนหรือทำให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหา กิจกรรมที่ใช้ คือ สร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัย การซักถาม การอภิปรายและให้นักเรียนตอบคำถามหรือเขียนบรรยายคำตอบเป็นรายบุคคล

2. ขั้นกิจกรรม เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสมดุลทางปัญญาโดยกระบวนการปรับขยายทางโครงสร้างความสมดุลจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสามารถผสมผสานความคิดใหม่ให้กลมกลืนเข้ากันได้กับประสบการณ์เดิม โดยนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม กิจกรรมที่ใช้ คือ การเลือกรื่องที่สนใจ การจัดทีมเพื่อการศึกษา ดำเนินการศึกษา การเตรียมเสนอผลงาน นำเสนอผลงาน

3. ขั้นวิเคราะห์ร่วมกัน เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมอภิปรายและสะท้อนความคิด ถึงผลการทำกิจกรรมทั้งที่เป็นผลงาน ข้อความรู้และกระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์และเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้ให้สูงขึ้น ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อเรื่องที่ศึกษา

4. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำแนวความคิดรวบยอดที่ได้ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาและใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมที่ใช้ คือ การอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด

5. **ขั้นสรุปผลและประเมินผล** เป็นขั้นการสรุปผลการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้โดยครูเป็นผู้เสนอแนะและใช้การประเมินด้วยวิธีหลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง และให้เพื่อกับผู้ปกครองมีส่วนร่วมประเมินด้วย

จากแนวคิดตามที่ได้กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม หมายถึง วิธีการที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น ศึกษา ค้นคว้า สืบค้น วิเคราะห์ อภิปราย ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาจากสื่อ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ( Science process skills) และอาศัยประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกช่วยเหลือ จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 6.1 งานวิจัยในประเทศ

วิโรจน์ เฉลยสุข (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษา เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ โดยการสุ่มนักเรียนของโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล จังหวัดนครพนม จำนวน 72 คน โดยแบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้เวลาสอนกลุ่มละ 18 คาบๆ ละ 50 นาที ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติสูงกว่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาที่สอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติสูงกว่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองและแบบปกติ หลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มนวิภา อ่อนศรี (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษา เรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาส่วนกลาง กลุ่มที่ 5 จำนวน 552 คน จากการวิจัยสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนทักษะด้านการสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่งผลต่อความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จาวรรรณ ยังรักษา (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึมเป็นกลุ่มกับเป็นรายบุคคล และการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 120 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบค้นพบโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึมเป็นกลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบค้นพบ โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึมเป็นรายบุคคล และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาในการทดลอง 14 คาบ คาบละ 50 นาที มีขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นนำ เป็นการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ทบทวนความรู้พื้นฐาน 2) ขั้นสอนนักเรียนศึกษาไปความรู้ โดยการสังเกต อภิปรายผล และตรวจสอบคำตอบ 3) ขั้นสรุป นักเรียนตรวจสอบข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการโดยการรายงานผลต่อกลุ่มใหญ่ และทำแบบฝึกหัดผลการวิจัยสรุปว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความคงทนในด้านการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรหม ผูกดวง (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่องผลของการสอนแนวคอนสตรัคติวิซึมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมตามแนวคิดของ Underhill (1991) มีขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สรุปได้คือ 1) ขั้นนำ เป็นการทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นสอน เป็นขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา เป็นการสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือเสนอคำถาม เสนอคำถามเป็นรายบุคคล อภิปรายเปรียบเทียบคำตอบและตรวจสอบและนำเสนอคำตอบของกลุ่ม 3) ขั้นการไตร่ตรอง เป็นการให้ความรู้เพิ่มเติม และอภิปรายเปรียบเทียบคำตอบของแต่ละกลุ่ม 4) ขั้นสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา เป็นการสร้างคำถามและเสนอคำตอบ อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกลุ่ม 5) ขั้นสรุป เป็นการอภิปรายสรุปและทำแบบฝึกหัด ผลการวิจัยสรุปว่า การสอนแนวคอนสตรัคติวิซึมตามแนวคิดของ Underhill (1991) สามารถช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลของการจัดกิจกรรมในขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา พบว่า การใช้สื่อเพื่อเร้าความสนใจของนักเรียน ส่วนใหญ่สามารถใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย การใช้คำถาม ควรเลือกใช้ประเด็นคำถามหลักๆ ที่มีความ

กระชับและชัดเจน ในขั้นการสร้างความขัดแย้งทางปัญญา จะต้องทำให้นักเรียนทุกคนเข้าใจในประเด็นปัญหาและกระตุ้นให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปราย โดยการใช้อุปกรณ์หรือแนวการจัดกิจกรรมที่แปลกใหม่และหลากหลาย ผลของการจัดกิจกรรมในขั้นการได้ตรง พบว่า การใช้บัตรเนื้อหาและสื่อการสอนและลักษณะการจัดกิจกรรมแบบใหม่ๆ เช่น การตัดภาพปริศนา (จิ๊กซอ) ช่วยให้นักเรียนสนใจเรียนและตั้งใจทำกิจกรรมมากขึ้นเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากขึ้น ส่วนในขั้นสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญานั้น พบว่า ลักษณะของการจัดกิจกรรมส่วนใหญ่ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้และแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ โดยอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมาก่อนแล้ว นักเรียนมีพัฒนาการดีขึ้นและกล้าแสดงออก มีความมั่นใจในการตอบมากขึ้น

สุกัญญา กัตัญญ ( 2542 : บทคัดย่อ ) ได้ศึกษา เรื่องผลของการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นค้นหาความรู้เดิม เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการเสนอเหตุการณ์ที่ชวนสงสัย โดยการซักถาม การอภิปราย การเล่าเหตุการณ์ และการตอบคำถามหรือเขียนบรรยายคำตอบเป็นรายบุคคล 2) ขั้นทำความเข้าใจ เป็นขั้นที่ผู้เรียนเกิดความสมดุลย์ทางปัญญา โดยนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มจากเหตุการณ์ที่ครูเสนอแล้วตั้งสมมติฐาน ทำการทดลองเพื่อรวบรวมหลักฐานและพิสูจน์สมมติฐาน 3) ขั้นจัดโครงสร้างและแนวความคิดใหม่ เป็นขั้นของการรายงานผลการทดลอง การอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ 4) ขั้นการนำแนวความคิดไปใช้ นักเรียนนำแนวความคิดรวบยอดที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนกับครู การประเมินตนเองของนักเรียนเพื่อตรวจสอบพัฒนาการในด้านความคิดของนักเรียน ผลการวิจัยสรุปว่า หลังการทดลองค่าเฉลี่ยคะแนนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุดา เขียวคำ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องเศษส่วนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม มีการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการเตรียมความพร้อมโดยการแจ้งจุดประสงค์และทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นสอน เป็นขั้นที่ครูเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและนักเรียนแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล และกลุ่มย่อยร่วมได้ตรงตรง ร่วมกันเสนอแนวทางแก้ปัญหา 3) ขั้นสรุป เป็นการสรุปมติ ความรู้หรือหลักการต่าง ๆ ที่ได้เรียนมา 4) ขั้นฝึกทักษะและการนำไปใช้ 5) ขั้นประเมินผล เป็นการตรวจสอบระดับความรู้ของนักเรียนจากการทำบัตรกิจกรรม และ

แบบฝึกหัดในบทเรียน ผลการวิจัยสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีผลการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปโดยทั้งชั้นมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 74.57 คะแนน ซึ่งผ่านเกณฑ์ความรู้ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

หนึ่งนุช กาพักคี (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 42 คน ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้เนื้อหาในการสอนเดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม เรื่อง วิทยาศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ จากการวิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และด้านการคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมดังกล่าว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทิพสุคนธ์ ไชยราช (2545 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กลไกมนุษย์ระหว่างการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มของ Underhill กับการสอนตามปกติ โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา โดยมีขั้นตอนการสอนประกอบด้วยกิจกรรม 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้นำเป็นการทบทวนความรู้พื้นฐาน 2) ชี้นำสร้างความขัดแย้งทางปัญญา เป็นการสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือถามคำถาม โดยตอบเป็นรายบุคคลและกลุ่มเป็น 3) ชี้นำไตร่ตรอง เป็นการให้ความรู้เพิ่มเติม คิววิเคราะห์ และเปรียบเทียบคำตอบของแต่ละกลุ่ม 4) ชี้นำสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา เป็นการสร้างคำถามและเสนอคำตอบ อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกลุ่ม 5) ชี้นำสรุป เป็นการอภิปรายสรุป และทำแบบฝึกหัด ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มของ Underhill มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และจากการดำเนินการสอนทั้งหมด 9 แผนการสอน แล้วนักเรียน ให้ความสนใจและได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง แล้วสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาใหม่จากกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์ไว้

ศจี คำภู (2545 :บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลการสอน เรื่องเศษส่วน ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการทบทวนความรู้เดิม จากการสนทนา ซักถามหรือการสาธิตวิธีทำที่นักเรียนมา 2) ชี้นำสอน เป็นการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย ได้แก่ การอธิบาย การอภิปรายแนวความคิด

ในการแก้ปัญหาพร้อมกัน การทำใบกิจกรรม เป็นกลุ่ม การเสนอแนวคิดในการปัญหา 3 ) ขึ้นสรุป เป็นการสรุปแนวคิด และจัดโครงสร้างความรู้ โดยการอภิปรายร่วมกัน แล้วสรุปความรู้อีกครั้ง ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเศษส่วน ที่ได้รับการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ และได้รับการสอนปกติไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญที่ .05

ละเอียด มาตี ( 2546 : บทคัดย่อ ) ได้ศึกษาเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชางานบ้านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน คือ 1) ช้่นนำ เป็นการนำเสนอสถานการณ์ที่ท้าทายความคิด และแสดงวิธีการแก้ปัญหา 2) ช้่นทบทวนความรู้เดิม โดยศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล 3) ช้่นปรับเปลี่ยนแนวคิด เป็นการแปลความคิดและวิเคราะห์ ประเมินความคิดใหม่ 4) ช้่นนำความคิดไปใช้ เป็นการตีความ การสร้างความหมายและสังเคราะห์ข้อมูล5) ช้่นทบทวน เป็นการบันทึกรายละเอียด และตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบ ผลการวิจัยสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดจากคะแนนแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชางานบ้าน และการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนในด้านการเรียนรู้ ด้านกระบวนการปฏิบัติงาน และด้านการเขียนสรุปองค์ความรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/1 และ 5/2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) มีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยหลังเรียนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่า ในด้านความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ในด้านบรรยากาศในการเรียนการสอนและด้านประโยชน์ในการเรียนวิชางานบ้านอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก โดยบรรยากาศในการเรียนการสอนทำให้รู้สึกสนุกสนาน ส่วนด้านประโยชน์ในการเรียน ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบงานมากขึ้น และช่วยเสริมสร้างนิสัยรักการทำงาน

โชติ คำเด่นเหล็ก (2546 : 109-110 ) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนของครูโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมผสาน หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนราชดำริ สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 180 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการสอนของครูโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นผสมผสาน ใน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการกำหนดและการควบคุมตัวแปร ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ด้านทักษะการทดลอง ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป และรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก นักเรียนที่มีเพศต่างกัน มีความพึงพอใจที่มีต่อการสอนของครูโดยใช้ทักษะกระบวนการชั้นผสมผสานไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่มีระดับชั้นเรียนต่างกัน มีความพึงพอใจที่มีต่อการสอนของครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## 6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

สจิวต์ (Stewart 1997 : Abstract) ได้ศึกษาผลกระทบของการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อการเตรียมการและการทดลองสอนของครูฝึกสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจในการสอนและประสบการณ์การเรียนรู้ของครู และความสนใจของนักเรียนในห้องเรียน และผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนมีความฉลาดเฉลียวแหลมขี้้น และกล้าแสดงมโนคติและความคิดใหม่ที่สร้างสรรค์ขึ้น

ยูเธอร์แบช (Uterbach 1997 : Abstract) ได้ทำการศึกษา การเปรียบเทียบ การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 สูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

เดลล่า และคริสโตเฟอร์ (Della and Chritopher 1997 : Abstract) ได้ทำการศึกษา ผลการสอนวิชาดนตรี ตามแนวคิดแบบคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความเข้าใจและความสามารถนำไปประยุกต์ใช้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในวิชาดนตรี ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ความเข้าใจในทำนองและจังหวะเกี่ยวกับวิชาดนตรี ซึ่งผลการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์หลังการทดลองแตกต่างกัน คือ นักเรียนมีการพัฒนาขึ้น โดยแสดงร่วมกับผู้อื่นได้โดยไม่ได้มีการเตรียมตัวมาก่อน

ดาร์แลล คาร์เมล และสลิม (Dallal,Kamel,and Salim 1997 : Abstract) ได้ทำการศึกษา อิทธิพลของการสอนฟิสิกส์ตามรูปแบบการสอนแบบแนะแนวทางตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อทัศนคติของนักเรียนกับการสอนปกติ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ทำให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด มีมุมมองทางการเรียนวิชาฟิสิกส์กว้างขึ้นและมีความสุขกับการเรียนอีรอน(Heron 1997, อ้างถึงในทิพสุคนธ์ ไชยราช 2545 : 29) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา กับการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา เคมี และวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จำนวน 2 โรงเรียนประกอบด้วยนักเรียน จำนวน 249 คน และครู จำนวน 10 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองใช้ครู 6 คน และกลุ่มควบคุมใช้ครู 4 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสังเกต แบบวัดเจตคติ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า กลุ่มควบคุมมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มทดลอง แต่กลุ่มควบคุมมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปในทางลบ ในขณะที่กลุ่มทดลอง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไปในทางบวก เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของเพศหญิงและเพศชาย

### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม” เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้แผนการวิจัยแบบ Pre- Experimental Designs แบบ One Group Pretest- Posttest Design โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดท่าไชย (ประชานุกูล) เป็นหน่วยวิเคราะห์ (Unit of Analysis) ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

#### การดำเนินการวิจัย

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดรายละเอียดของการดำเนินการวิจัยไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การจัดเตรียมโครงการวิจัยเป็นการศึกษาเอกสาร ตำรา ข้อมูล สถิติ ปัญหา วรรณกรรม และการสัมภาษณ์ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสร้างเครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม และปรับปรุงคุณภาพของเครื่องมือ เสนอความคิดเห็น การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ และเสนอความเห็นชอบโครงการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินงานตามโครงการวิจัย เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยทดลองใช้เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นในขั้นตอนที่ 1 ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม นำไปทดลองใช้เพื่อรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง นำมาตรวจสอบความถูกต้อง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 การรายงานผลการวิจัย เป็นขั้นตอนระหว่างการรายงานผลการวิจัย เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามที่คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เสนอแนะ จัดพิมพ์รายงานผลการวิจัยฉบับร่าง ปรับปรุงแก้ไข จัดพิมพ์ และส่งรายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร เพื่อขอจบการศึกษา

### วิธีการและขั้นตอนการวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยครั้งนี้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับวิธีวิจัย ประกอบด้วย ประชากร ตัวแปรที่ศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน วัดท่าไชย(ประชานุกูล) ตำบลหัวโพธิ์ อำเภอสองพี่น้อง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สุพรรณบุรี เขต 2 จำนวน 63 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลาก 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 2 ห้อง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง ข โรงเรียนวัดท่าไชย (ประชานุกูล) ตำบลหัวโพธิ์ อำเภอสองพี่น้อง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาจังหวัดสุพรรณบุรี เขต 2 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2550 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก ดังนี้

- 1) เป็นโรงเรียนที่มีผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดไว้ คือ ร้อยละ 60
- 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งสองห้องมีพื้นฐานความรู้ใกล้เคียงกัน และอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน

### ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเวลาในการทดลองทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ๆ ละ 4 ชั่วโมง เวลา 30 ชั่วโมง รวมแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 5 แผน

### เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ประกอบด้วย เรื่อง ส่วนประกอบของโลก การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ดิน หินและแร่ น้ำบนพื้นโลกและน้ำใต้ดิน

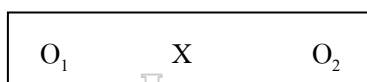
### ตัวแปรที่ศึกษา

ผู้วิจัยได้ศึกษาตัวแปรที่จะส่งผลต่อผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
  - 2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
  - 2.2 ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ( Experimental Research ) ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย Pre-Experimental Design แบบหนึ่งกลุ่ม สอบก่อน- สอบหลัง (One-Group Pretest- Posttest Design) (Tuckman 1999 : 160 ) ซึ่งมีรูปแบบการทดลอง ดังนี้



สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- O<sub>1</sub> ทดสอบก่อนเรียน (pretest)  
 X การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม  
 O<sub>2</sub> ทดสอบหลังเรียน (posttest)

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม จำนวน 5 แผน เวลา 30 ชั่วโมง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางการเรียนรู้และเวลาเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ ที่	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ส่วนประกอบของโลก	4
2	การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก	6
3	ดิน	6
4	หินและแร่	8
5	น้ำบนพื้นโลกและน้ำใต้ดิน	6
	รวม	30

ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีการกำหนด  
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและจุดประสงค์การเรียนรู้ มีรายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและจุดประสงค์การเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้
1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียน แผนภาพส่วนประกอบของโลก	1. บอกความเป็นมาของการเกิดโลกได้
2. สืบค้นข้อมูล ตำรวจ และระบุ ทรัพยากรธรณีในท้องถิ่นในประเทศไทย และของโลก	2. อธิบายส่วนประกอบของโลกได้
3. อภิปรายและเสนอแนวทางการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรณีในท้องถิ่น	3. อธิบายความหมายของคำว่าเปลือกโลก แมนเทิล แก่นโลกได้
	4. บอกสารต่างๆที่อยู่ในโลกได้
	5. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของโลกโดยการ กระทำของมนุษย์ได้
	6. อธิบายสาเหตุ กระบวนการของการ เปลี่ยนแปลงของโลกที่เกิดจากธรรมชาติได้

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้
4. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และในสถานการณ์จำลองอธิบายหลักการเกิดกระบวนการยกตัว การยุบตัว การคดโค้ง โกงงอ การผูกพันอยู่กับที่ การกร่อน การพัดพา การทับถม	7. บอกผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตจากการเปลี่ยนแปลงของโลกได้
5. สำรวจและอธิบายลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันในท้องถิ่นและในประเทศไทย และอธิบาย ผลของกระบวนการทางธรณีต่อการเกิดภูมิประเทศที่แตกต่างกัน	8. อธิบายการเกิดและสมบัติของดินได้ 9. อธิบายลักษณะชั้นหน้าตัดดินได้
6. ทดสอบและอธิบายสมบัติบางประการของดิน และเขียนแผนภาพชั้นหน้าตัดของดิน การกำเนิดดิน	10. บอกการปรับปรุงคุณภาพดินในท้องถิ่นได้ 11. อธิบายการเกิดของหินได้ 12. บอกชนิดของหินได้
7. อภิปรายและเสนอแนะการปรับปรุงคุณภาพของดินให้เหมาะกับการใช้ประโยชน์	13. อธิบายการเกิดและสมบัติของแร่ได้ 14. อธิบายประโยชน์จากดิน หิน แร่ได้ 15. อธิบายทรัพยากรธรณีในท้องถิ่นในประเทศไทยและโลกได้
8. ทดลองและอธิบายการเกิด สมบัติของหินและแร่ในท้องถิ่น	16. อธิบายการอนุรักษ์ดิน หิน แร่ได้ 17. อธิบายการเกิดของน้ำบนพื้นโลกได้
9. สืบค้นข้อมูลนำเสนอและจำแนกประเภทของหินในท้องถิ่น การใช้ประโยชน์จากหินและแร่ในท้องถิ่น	18. อธิบายประเภทของแหล่งน้ำบนพื้นโลกได้ 19. อธิบายการเกิดของน้ำใต้ดินได้
10. ทดลองและอธิบายลักษณะ สมบัติ และคุณภาพของแหล่งน้ำบนพื้นโลกและใต้ดิน	20. ทดลองการเกิดน้ำใต้ดินได้ 21. อธิบายคุณภาพแหล่งน้ำบนพื้นโลกและใต้ดินได้
11. สำรวจ อธิบาย และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำในท้องถิ่น	22. อธิบายการอนุรักษ์น้ำในท้องถิ่นได้

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อน(Pretest) และหลังการจัดการเรียนรู้ (Posttest ) จำนวน 1 ฉบับ โดยใช้เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กำหนดให้เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดการให้ค่าคะแนน คือ ถูกได้ 1 คะแนน ผิด ได้ 0 คะแนน จำนวน 40 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยวัดทักษะกระบวนการขั้นผสมผสาน เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยให้คะแนนข้อละ 4 คะแนน รวมทั้งสิ้น 20 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนตามระดับความสามารถ เป็น 5 ระดับ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

- ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 1 ข้อ
- ทักษะการตั้งสมมติฐาน 1 ข้อ
- ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 1 ข้อ
- ทักษะการทดลอง 1 ข้อ
- ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 1 ข้อ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อน (Pretest) และหลังการจัดการเรียนรู้ (Posttest ) มีรายละเอียดสรุปได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจำนวนข้อทดสอบแบบปรนัยและอัตนัย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ		คะแนน
	ปรนัย	อัตนัย	
1. ทักษะการสังเกต	3	-	3
2. ทักษะการวัด	3	-	3
3. ทักษะการจำแนกประเภท	3	-	3
4. ทักษะการคำนวณ	3	-	3

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ		คะแนน
	ปรนัย	อัตนัย	
5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	3	-	3
6. ทักษะการสื่อความหมายจากข้อมูล	3	-	3
7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	3	-	3
8. ทักษะการพยากรณ์	3	-	3
9. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	3	4	7
10. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	3	4	7
11. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	4	7
12. ทักษะการทดลอง	4	4	8
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	3	4	7
รวม(ข้อ)	40	4	45
คะแนน	40	20	60

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนและระดับคุณภาพของแบบทดสอบอัตนัย

คะแนน	การปฏิบัติทักษะการตั้งสมมติฐาน
0	ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก
1	ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา
2	ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา และไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล
3	ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลแต่ยังไม่ชัดเจน
4	ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลชัดเจน

ตารางที่ 7 (ต่อ)

คะแนน	การปฏิบัติทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
0	ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก
1	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองไม่ถูกต้อง
2	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองได้เข้าใจ
3	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองได้ค่อนข้างชัดเจน
4	กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองได้เข้าใจ สามารถสังเกตหรือวัดได้ถูกต้องและสมบูรณ์
<b>การปฏิบัติทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร</b>	
0	ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก
1	กำหนดตัวแปรต้นได้ถูกต้อง
2	กำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง
3	กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง
4	กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้ถูกต้องสมบูรณ์
<b>การปฏิบัติทักษะการทดลอง</b>	
0	ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก
1	ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ตามลำดับขั้นตอน
2	กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม คำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม
3	กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม คำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่ต้องใช้ได้เหมาะสมและถูกต้อง
4	กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม คำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม ระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่ต้องใช้ปฏิบัติการทดลอง และบันทึกผลการทดลองได้เหมาะสมและถูกต้อง

ตารางที่ 7 (ต่อ)

การปฏิบัติทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	
0	ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูก
1	แปลความหมายของข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูลไม่ถูกต้องและไม่สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด
2	แปลความหมายของข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูลถูกต้องแต่ไม่สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด
3	แปลความหมายของข้อมูลหรือบรรยายลักษณะข้อมูลถูกต้อง และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดแต่ไม่ครอบคลุม
4	แปลความหมายของข้อมูลหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ถูกต้อง และสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ครอบคลุม

## มหาวิทยาลัยศิลปากร ส่วนศึกษานิเทศน์

2. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) มี 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด โดยแบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพ และข้อมูลทั่วไปของนักเรียน เพศ การเรียนพิเศษ ผู้ที่นักเรียนอาศัยอยู่ด้วย การศึกษาและอาชีพของผู้ที่นักเรียนอาศัยอยู่ด้วย ซึ่งเป็นแบบตรวจสอบรายการ (check list) จำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มี 5 ระดับ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อย น้อยที่สุด จำนวน 15 ข้อ โดยถามใน 3 ประเด็น คือ

- 1) บรรยากาศในการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ
- 2) กิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ
- 3) ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ

การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนโดย นำค่าระดับที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปแปลความหมายค่าระดับตามแนวความคิดของ เบสท์ (Best 1981 : 182)

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.00 – 1.49 หมายถึง ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มอยู่ในระดับต่ำที่สุด

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึง ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มอยู่ในระดับต่ำ

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.50 – 3.49 หมายถึง ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึง ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มอยู่ในระดับสูง

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.50 – 5.00 หมายถึง ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มอยู่ในระดับสูงที่สุด

ตอนที่ 3 แบบสอบถามแบบพรรณนาความเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม ที่ผู้สอนจัดให้กับนักเรียน ในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้

### การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีวิธีการและขั้นตอน

ในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1. การสร้างแผนจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ด้วยการเรียนรู้ตามแนวคิคอนสตรัคติวิซึ่ม มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดของหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ คู่มือครู และเนื้อหาในเรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1.2 ศึกษาการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิคอนสตรัคติวิซึ่ม จากหนังสือ เอกสารทางวิชาการ และงานวิจัย

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิคอนสตรัคติวิซึ่ม

ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ
- ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปราย
- ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา

- ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย
- ขั้นที่ 5 ขั้นคิดค้นเพิ่มเติม
- ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปและประเมิน

แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีองค์ประกอบ คือ เวลาเรียน มาตรฐานการเรียนรู้ แนวความคิดหลัก ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ กระบวนการวัดและประเมินผล

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ด้านการสอน และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ในด้านเวลา เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ แล้ววิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ( Index of Item Objective Congruence : IOC ) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

-1 หมายถึง เมื่อ แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

นำคะแนนที่ได้มาแทนค่าในสูตร ดังนี้

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

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

$\sum R$  หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกัน

ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

1.5 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 คน

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม จำนวน 5 แผน ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย ดังรายละเอียดแผนภาพที่ 3



แผนภาพที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อน(Pretest) และหลังการจัดการเรียนรู้ (Posttest) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.2 ศึกษาหลักและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารหลักสูตรและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3 สร้างแบบทดสอบความวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ครอบคลุม

ทั้ง 13 ทักษะ

2.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) และนำตารางวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ มาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องแล้วเลือกข้อสอบที่มี ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงกับจุดประสงค์ข้อนั้น

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงกับจุดประสงค์ข้อนั้น

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์ข้อนั้น

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67 – 1.00

2.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

2.5.1 ปรับปรุงข้อความที่นำมาเป็นข้อคำถามในแบบทดสอบ

2.5.2 ปรับปรุงคำตอบของข้อคำถามในแต่ละข้อ

จากนั้นจึงนำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดท่าไชย(ประชานุกูล) จำนวน 30 คน ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 พบว่า นักเรียนทำข้อสอบไม่เสร็จในเวลาที่กำหนด จึงปรับเวลาในการทำแบบทดสอบให้มากขึ้น

2.6 นำผลการทดลองมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ ดังนี้

2.6.1 ข้อสอบปรนัย

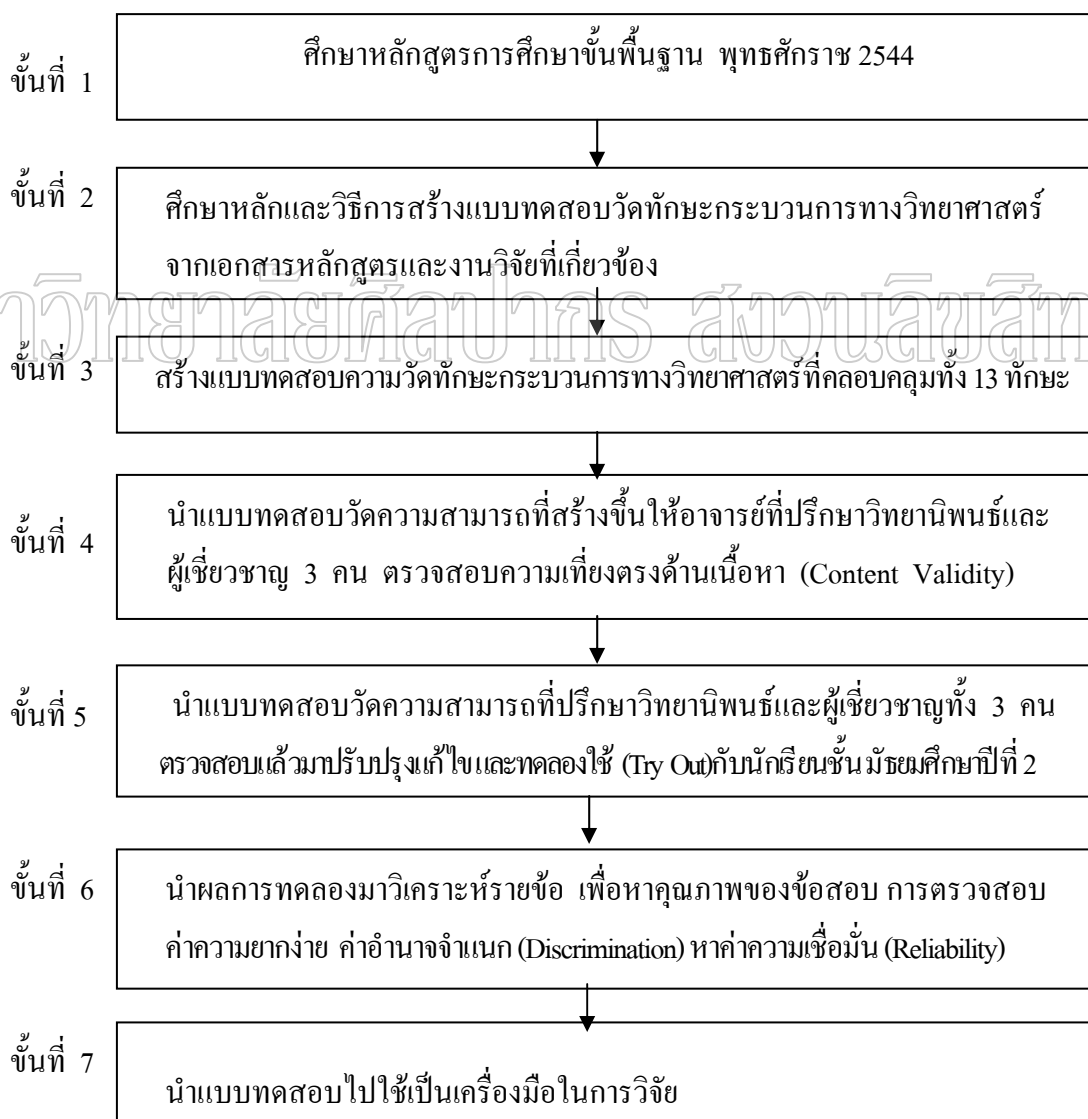
2.6.1.1 การตรวจสอบค่าความยากง่าย คือ สัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อต่อจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด โดยใช้เกณฑ์ความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543 : 129) แต่เนื่องจากข้อสอบมีจำนวนเกิน 40 ข้อ ผู้วิจัยจึงเลือกข้อสอบโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้ 1) มีจำนวนข้อสอบในแต่ละทักษะใกล้เคียงกันและกระจายให้ครบทุกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2) มีความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.20 – 0.80

2.6.1.2 การตรวจสอบหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือการตรวจสอบว่าข้อสอบสามารถจำแนกนักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อนได้เพียงใด โดยใช้เกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป(พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543 : 130) แต่เนื่องจากข้อสอบมีจำนวนเกิน 40 ข้อ ผู้วิจัยจึงเลือกข้อสอบโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้ 1) มีจำนวนข้อสอบในแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใกล้เคียงกัน 2) มีอำนาจจำแนก (x) ตั้งแต่ 0.20 – 0.27

2.6.1.3 การตรวจสอบหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) คือการตรวจสอบผลการวัดที่สม่ำเสมอและคงที่ โดยผู้วิจัยเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ได้ 20 ข้อ นำมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson, อ้างถึงใน พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543 : 123) ด้วยสูตร KR 20 ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.80

2.6.2 ข้อสอบอัตนัย มีการตรวจสอบหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยการตรวจสอบผลการวัดที่สม่ำเสมอและคงที่ โดยใช้สูตร Alpha efficient ของ Cronbach (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543 : 125–126) โดยกำหนดความเชื่อมั่น 0.70 ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.80 มีเกณฑ์การให้คะแนนและระดับคุณภาพ

2.7 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อน (Pretest) และหลังการจัดการเรียนรู้ (Posttest) ที่สร้างขึ้น ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยสรุปดังรายละเอียดของแผนภาพ ที่ 4



แผนภาพที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามแนวคิดของลิเคอร์ท (Likert) จำนวน 20 ข้อ มี 5 ระดับ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด โดยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพ และข้อมูลทั่วไปของนักเรียนเพศ การเรียนพิเศษ ผู้ที่นักเรียนอาศัยอยู่ด้วย การศึกษาและอาชีพของผู้ที่นักเรียนอาศัยอยู่ด้วย ซึ่งเป็นแบบตรวจสอบรายการ (check list) จำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มี 5 ระดับ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 15 ข้อ โดยถามใน 3 ประเด็น คือ

- บรรยากาศในการเรียนรู้
- กิจกรรมการเรียนรู้
- ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้

ตอนที่ 3 แบบสอบถามแบบพรรณนาความเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ที่ผู้สอนจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น มีดังนี้

3.1 ศึกษารูปแบบการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนวิทยาศาสตร์

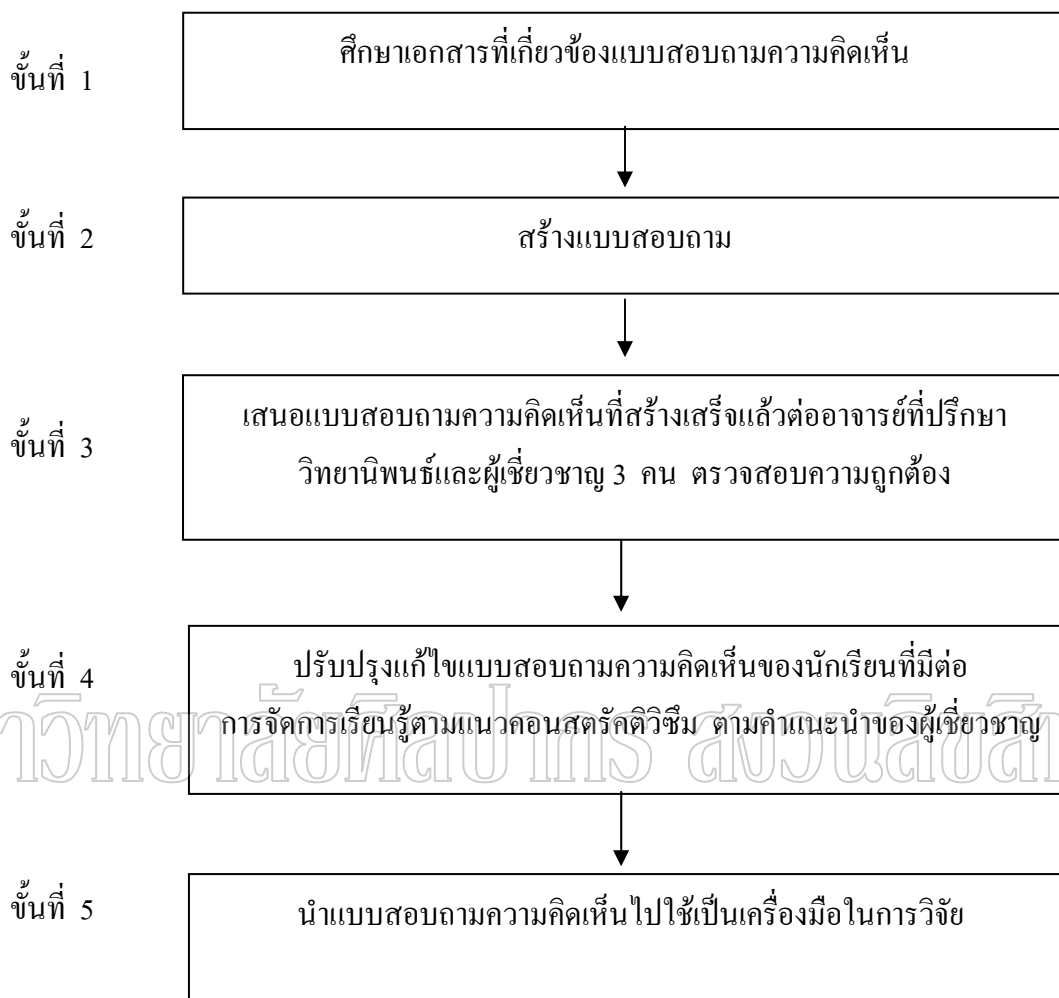
3.2 นำแบบสอบถามความคิดเห็นมาปรับรายละเอียดให้เหมาะสมกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม หน่วยการเรียนรู้ โลกและการเปลี่ยนแปลง

3.3 นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลประเมินผล ด้านเนื้อหาและด้านการสอน 3 คน ตรวจสอบความถูกต้องของการวัด และใช้กลยุทธ์พินิจเพื่อตรวจสอบความตรงของแบบสอบถาม นำตารางวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง เลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ยอมรับได้

3.4 ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

3.5 นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย สอบถามนักเรียนกลุ่มทดลอง สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มได้ดังแผนภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม

#### การดำเนินการทดลอง

ในการทดลอง ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้ การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม และทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มในเนื้อหาอื่นกับกลุ่มทดลอง เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจวิธีการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม มากยิ่งขึ้น และสร้าง

ความคุ้นเคยกับนักเรียนเป็นเวลา 3 ชั่วโมง และให้นักเรียนในกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest)

2. ขั้นทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้สร้างไว้ เพื่อป้องกันมิให้เกิดตัวแปรแทรกซ้อน อันเนื่องมาจากครู เช่น ประสบการณ์ในการสอน ได้ดำเนินการทดลองโดยใช้เครื่องมือที่จัดเตรียมไว้ ซึ่งรายละเอียดมีดังต่อไปนี้

2.1 เวลาที่ใช้ในการทดลอง ทำการทดลองจำนวน 8 สัปดาห์ๆ ละ 4 ชั่วโมง และประเมินผล 2 ชั่วโมง

2.2 การจัดการเรียนรู้ในแต่ละวันของกลุ่มทดลอง กำหนดให้ใช้เวลา 09.30 –11.30 น.ของวันอังคารและวันพฤหัสบดี ปรากฏในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ตารางสอนของกลุ่มทดลอง

เวลา	09.30-11.30 น.
วัน	
วันอังคาร	กลุ่มทดลอง
วันพฤหัสบดี	กลุ่มทดลอง

2.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ โลกและการเปลี่ยนแปลง ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยกำหนดสาระการเรียนรู้ เป็น 5 สาระ ดังนี้

2.3.1 ส่วนประกอบของโลก

2.3.2 การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

2.3.3 ดิน

2.3.4 หินและแร่

2.3.5 น้ำบนพื้นโลกและน้ำใต้ดิน ซึ่งมีรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้โลกและการเปลี่ยนแปลง ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 วิเคราะห์เนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่วัด
1 2 3 4 5	ส่วนประกอบของโลก การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ดิน หินและแร่ น้ำบนพื้นโลกและน้ำใต้ดิน	1. การสังเกต 2. การวัด 3. การจำแนกประเภท 4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสและสเปสกับเวลา 5. การคำนวณ 6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล 8. การพยากรณ์ 9. การตั้งสมมติฐาน 10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร 12. การทดลอง 13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

#### 2.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการค้นหาความคิดเห็นของนักเรียน โดยมีการนำเสนอสถานการณ์ที่ชวนสงสัยหรือเป็นปัญหา ใช้คำถามกระตุ้นผู้เรียนหรือท้าทายให้นักเรียนคิด แก้ปัญหา หรือให้ความสนใจในเรื่องที่กำลังเรียน โดยผู้เรียนอาจทำกิจกรรมที่หลากหลาย ได้แก่ การฝึกระดมความคิด การซักถามปัญหา การอภิปราย การเล่าเหตุการณ์ โดยให้นักเรียนตอบคำถามหรือเขียนบรรยายคำตอบเป็นรายบุคคล

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายเป็นขั้นที่นำคำตอบที่นักเรียนนำเสนอมาฝึกวิเคราะห์ นักเรียนสามารถให้เหตุผล และสามารถตั้งสมมติฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่

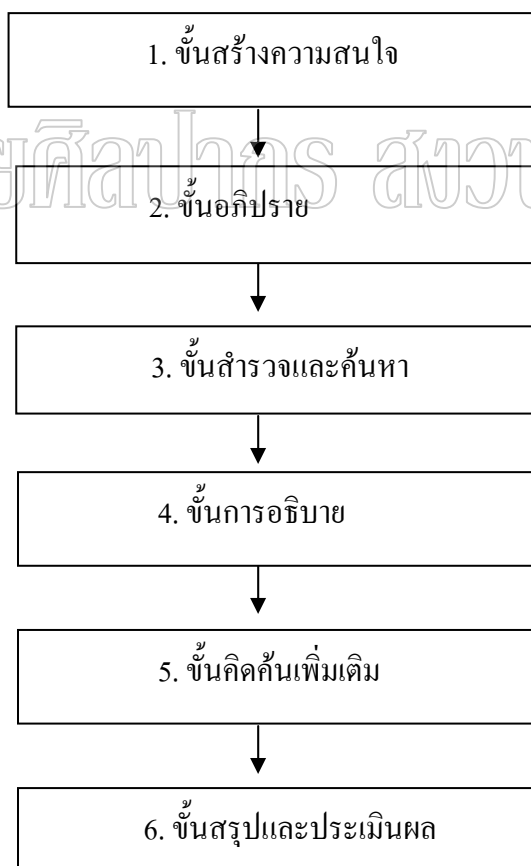
มีอยู่แล้วมาจัด ความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังเรียน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้ดำเนินการภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อส่งเสริมให้รู้จักตัดสินใจและแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้นำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากการสืบค้น หรือทำกิจกรรมโดยสามารถบอกได้ว่าค้นพบอะไรบ้าง สามารถอธิบายแนวความคิดของกลุ่มเพื่อฝึกทักษะการสื่อความหมายข้อมูล

ขั้นที่ 5 ขั้นคิดค้นเพิ่มเติม เป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในแนวคิดใหม่หรือความรู้ใหม่

ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปและประเมิน เป็นขั้นที่นักเรียนได้สะท้อนแนวคิดของตนเองที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเป็นอย่างไร โดยนำเสนอความรู้ที่ได้และสรุปเป็นความคิด

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนแนวคอนสตรัคติวิซึม ที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนการสอน 6 ขั้นตอน สรุปได้ตามแผนภาพที่ 6



แผนภาพที่ 6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการเก็บข้อมูลดังนี้

1. ขอนหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร เพื่อให้ออกหนังสือถึงโรงเรียนวัดท่าไชย(ประชาชนกุล) เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ขั้นตอนการทดลองใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ผู้วิจัยสอนด้วยตนเองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการจัดการจัดการเรียนรู้อิง 5 แผน มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
  - 2.1 ผู้วิจัยปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำความเข้าใจถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม จุดประสงค์ในการเรียนรู้และวิธีการวัดประเมินผลการเรียนรู้
  - 2.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเก็บคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน
  - 2.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวม 8 สัปดาห์

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย กำหนดให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดท่าไชย เป็นหน่วยในการวิเคราะห์ หลังจากได้รับแบบทดสอบและแบบสอบถามทั้งหมดมาจัดระเบียบข้อมูล ลงรหัสเพื่อคำนวณหาค่าสถิติดังนี้

1. การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการสอนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมใช้ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม โดยใช้ t – test แบบ dependent
3. การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับใช้สูตร KR 20 ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้งฉบับ
4. การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า (rating scale) โดยนำค่าระดับที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปแปลความหมายค่าระดับตามแนวความคิดของ เบสท์ (Best 1981 : 182)
 

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.00 – 1.49 หมายถึง ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมอยู่ในระดับต่ำที่สุด

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึง ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มอยู่ในระดับต่ำ

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.50 – 3.49 หมายถึง ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึง ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มอยู่ในระดับสูง

ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.50 – 5.00 หมายถึง ผู้เรียนที่มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มอยู่ในระดับสูงที่สุด

### สรุป

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม” เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยใช้แผนการวิจัย Pre- Experimental Design แบบ One Group Pretest-Posttest Design โดยกำหนดให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดท่าไชย (ประชาชนกุล) เป็นหน่วยวิเคราะห์ (Unit of analysis) เป็นกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาจัดระเบียบข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

## บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เพื่อเป็นการตอบวัตถุประสงค์และข้อคำถามในการวิจัย ผู้วิจัยจึงขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

การวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามของการวิจัยข้อที่ 1 ผลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แตกต่างกันหรือไม่ (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก จ หน้า 234 )

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test	Sig
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน	24	11.57	1.91	18.90	1.99	4.785	.000

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	คะแนน เต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test	Sig
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน	24	11.57	1.91	18.90	1.99	34.785	.000
ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ขั้นผสมผสาน	36	15.20	3.61	25.37	3.93	14.229	.000
ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ	60	26.77	3.56	44.27	3.96	28.18	.000

จากตารางที่ 10 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่กำหนดไว้ โดยภาพรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีคะแนนหลังเรียน ( $\bar{X} = 44.27, S.D. = 3.96$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X} = 26.77, S.D. = 3.56$ ) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน มีคะแนนหลังเรียน ( $\bar{X} = 18.90, S.D. = 1.99$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X} = 11.57, S.D. = 1.91$ ) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน มีคะแนนหลังเรียน ( $\bar{X} = 25.37, S.D. = 3.93$ ) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X} = 15.20, S.D. = 3.61$ )

การทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม โดยเป็นข้อทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย รายละเอียดดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม (60 คะแนน)	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ (%)	ลำดับที่
1. การสังเกต	3	2.70	0.47	90.00	1
2. การวัด	3	2.43	0.63	81.11	3
3. การจำแนกประเภท	3	2.63	0.49	87.78	2
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	3	2.07	0.37	68.89	11
5. การคำนวณ	3	2.17	0.46	72.22	9
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	3	2.43	0.5	81.11	3
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	3	2.37	0.49	78.89	6
8. การพยากรณ์	3	2.10	0.4	70.00	10
9. การตั้งสมมติฐาน	7	5.67	0.96	80.95	5
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	7	5.23	1.01	74.76	7
11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	7	5.1	1.18	72.86	8
12. การทดลอง	8	4.8	1	68.57	12
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	7	4.57	0.9	65.24	13

จากตารางที่ 11 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทักษะการสังเกตมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 90.00 รองลงมาคือ ทักษะการจำแนกประเภท คิดเป็นร้อยละ 87.78 ทักษะการวัดเท่ากับทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล คิดเป็นร้อยละ 81.11 ทักษะการตั้งสมมติฐาน คิดเป็นร้อยละ 80.95 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล คิดเป็นร้อยละ 78.89 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คิดเป็นร้อยละ 74.76 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดเป็นร้อยละ 72.86 ทักษะการคำนวณ คิดเป็นร้อยละ 72.22 ทักษะการพยากรณ์ คิดเป็นร้อยละ 70.00 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา คิดเป็นร้อยละ 68.89 ทักษะ คิดเป็น

ร้อยละ ทักษะการทดลอง คิดเป็นร้อยละ 68.57 และลำดับสุดท้ายคือ ทักษะการตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป คิดเป็นร้อยละ 65.24

## ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 2 คือ ศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม จากการตอบแบบสอบถามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม การวิเคราะห์ข้อมูล ระดับความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ข ในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ระดับความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมในภาพรวม

ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น	ลำดับที่
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้	4.28	0.51	เห็นด้วยมาก	1
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.19	0.50	เห็นด้วยมาก	3
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.23	0.52	เห็นด้วยมาก	2
รวม	4.16	0.51	เห็นด้วยมาก	

จากตารางที่ 12 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม มีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมพบว่า นักเรียนเห็นด้วยอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 4.16$ , S.D. = 0.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ลำดับที่ 1 นักเรียนเห็นด้วยมากที่สุดด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 4.28$ , S.D. = 0.51) ลำดับที่ 2 นักเรียนเห็นด้วยมากด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 4.23$ , S.D. = 0.52) และลำดับที่ 3 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 4.19$ , S.D. = 0.50)

ตารางที่ 13 ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มด้าน  
บรรยากาศในการเรียนรู้

ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น	ลำดับ ที่
1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนมีบรรยากาศการเรียนที่ตื่นเต้น อยากรู้อยากเรียน.....	4.47	0.57	เห็นด้วยมาก	1
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มทำให้นักเรียนอยากตอบปัญหาในกิจกรรมการ เรียนรู้.....	4.33	0.48	เห็นด้วยมาก	2
3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้.....	4.20	0.41	เห็นด้วยมาก	4
4. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน.	4.30	0.60	เห็นด้วยมาก	3
5. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มทำให้นักเรียนเรียนอย่างมีความสุข.....	4.10	0.48	เห็นด้วยมาก	5
รวม	4.28	0.51	เห็นด้วยมาก	

จากตารางที่ 13 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม เห็นด้วยกับบรรยากาศในการเรียนรู้ ในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 4.28$ , S.D. = 0.51) โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนมีบรรยากาศการเรียนที่ตื่นเต้น อยากรู้อยากเรียน ( $\bar{X} = 4.47$ , S.D. = 0.57) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มทำให้นักเรียนอยากตอบปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้อีก ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D. = 0.48) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ( $\bar{X} = 4.30$ , S.D. = 0.60) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 4.20$ , S.D. = 0.41) และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข ( $\bar{X} = 4.10$ , S.D. = 0.48)

ตารางที่ 14 ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มด้าน  
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น	ลำดับที่
1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มมี ความท้าทายทำให้นักเรียนอยากพิสูจน์ ค้นคว้าและทดลอง.....	4.20	0.48	เห็นด้วยมาก	3
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม ช่วยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ทุกครั้งในกิจกรรมการเรียนรู้.....	4.33	0.48	เห็นด้วยมาก	1
3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม ช่วยให้นักเรียนได้เลือกเรียนตามความ สนใจของตนเองเสมอ.....	4.30	0.53	เห็นด้วยมาก	2
4. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม ช่วยให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้า ความรู้ด้วยตนเอง.....	4.10	0.61	เห็นด้วยมาก	4
5. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม ช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วย ตนเอง.....	4.03	0.41	เห็นด้วยมาก	5
รวม	4.19	0.50	เห็นด้วยมาก	

จากตารางที่ 14 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการ  
เรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม เห็นด้วยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับเห็น  
ด้วยมาก ทุกประเด็น ( $\bar{X}=4.19$  , S.D. = 0.50 ) โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ การจัดการ  
เรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นทุกครั้งในกิจกรรมการเรียนรู้  
( $\bar{X}=4.33$  , S.D. = 0.48 ) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนได้เลือกเรียน  
ตามความสนใจของตนเองเสมอ( $\bar{X}=4.30$  , S.D. = 0.53 ) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม  
มีความท้าทายทำให้นักเรียนอยากพิสูจน์ค้นคว้าและทดลอง ( $\bar{X}=4.20$  , S.D. = 0.48) การจัดการ

เรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง ( $\bar{X} = 4.10$ , S.D. = 0.61) และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ( $\bar{X} = 4.03$ , S.D. = 0.41 )

ตารางที่ 15 ระดับความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม  
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น	ลำดับที่
1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยให้นักเรียนทำงานได้อย่างมีระบบและรอบคอบ.....	4.20	0.48	เห็นด้วยมาก	3
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน.....	4.27	0.58	เห็นด้วยมาก	1
3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง.....	4.20	0.41	เห็นด้วยมาก	3
4. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยให้นักเรียนมีทักษะทางสังคม และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข.....	4.27	0.52	เห็นด้วยมาก	1
5. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยให้นักเรียนสามารถนำขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ในวิชาอื่น ๆ.....	4.20	0.61	เห็นด้วยมาก	3
รวม	4.23	0.52	เห็นด้วยมาก	

จากตารางที่ 15 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เห็นด้วยกับประโยชน์ที่ได้รับ ในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 4.23$ , S.D. = 0.52 ) โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ( $\bar{X} = 4.27$ , S.D. = 0.58 ) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยให้นักเรียนมีทักษะทางสังคม และทำงานร่วมกับผู้อื่น

อย่างมีความสุข ( $\bar{X} = 4.27$  , S.D. = 0.52 ) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยให้นักเรียนทำงานได้อย่างมีระบบและรอบคอบ ( $\bar{X} = 4.20$  , S.D. = 0.48 ) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมช่วยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง ( $\bar{X} = 4.41$  , S.D. = 0.41 ) และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ช่วยให้นักเรียนสามารถนำขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ในวิชาอื่น ๆ ( $\bar{X} = 4.20$  , S.D. = 0.61 )

## ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแบบพรรณนาความของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

### 1. ด้านการจัดการเรียนรู้

นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ดังนี้ 1) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมเป็นลำดับขั้นตอน โดยนักเรียนส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่า การเรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิด ปฏิบัติกิจกรรมที่ช่วยให้ค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง 2) ได้ทำกิจกรรมที่มีความหลากหลาย เช่น การสืบค้นข้อมูล การสำรวจ การทดลอง การนำเสนอข้อมูล และกิจกรรมปฏิบัติภาคสนาม 3) มีการศึกษาจากสื่อการเรียนรู้ ได้แก่ ใบกิจกรรม ใบความรู้ ศึกษาจากของจริง และแหล่งเรียนรู้ทางอินเทอร์เน็ต

### 2. ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้

นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ในด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 1)การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมส่งเสริมให้มีบรรยากาศในการเรียนที่ดี 2) มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม และ3) มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบการทำงานภายในกลุ่ม โดยมีครูเป็นผู้ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ

### 3. ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมในด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ตามลำดับดังนี้ 1) ช่วยให้มีการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง 2) มีการทำงานเป็นกลุ่ม ได้แสดงความคิดเห็น 3) นำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตสำนึกที่ดีในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม 2) เพื่อศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนวัดท่าไชย(ประชานุกูล) มีนักเรียนทั้งหมด 63 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง ข โรงเรียนวัดท่าไชย(ประชานุกูล) ตำบล หัวโพธิ์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 30 คน

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผ่านการตรวจหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ได้ค่าระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกัน ใช้แบบทดสอบแบบปรนัยจำนวน 40 ข้อ และแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ซึ่งใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ มีค่าความเที่ยงตรง ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ที่ผ่านการตรวจหาค่าดัชนีความสอดคล้องได้ค่าระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test Design จำนวนข้อมูลโดยการคำนวณคะแนนเป็นค่าร้อยละ (%) การหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

### สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ คือ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน 5 ทักษะ

โดยภาพรวม พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีคะแนนหลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ เมื่อพิจารณาในรายทักษะ พบว่านักเรียนมีทักษะการสังเกตมากที่สุด ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปน้อยที่สุด

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เห็นด้วยต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก เมื่อพิจารณาในแต่ละวิธีการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เห็นด้วยมากเป็นลำดับที่ 1 ในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ลำดับที่ 2 ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ และเห็นด้วยเป็นลำดับสุดท้ายคือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

### อภิปรายผล

จากผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 ที่กำหนดไว้ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนใช้กระบวนการในการแสวงหาความรู้ เกิดทักษะกระบวนการ และสรุปความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของมาร์ติน และคณะ (Martin and others 1994, อ้างถึงในพิมพ์พันธ์ ๒๕๔๕:15) ที่ว่า การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการทางความคิดด้วยตัวของผู้เรียนเอง เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นรายทักษะ พบว่า ทักษะการสังเกตมีคะแนนสูงกว่าทักษะอื่น ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมตามสภาพจริง มีการเรียนรู้จากสิ่งใกล้ตัว ได้ใช้สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาให้นักเรียนมีทักษะการสังเกตได้มากขึ้น และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีคะแนนค่อนข้างต่ำ คือ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและ

ลงข้อสรุป และทักษะการทดลอง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนมีจดบันทึก อธิบายหรือบรรยาย ข้อมูลยังไม่ครอบคลุมกิจกรรมที่ปฏิบัติ การเขียนข้อมูลและลงข้อสรุปยังขาดความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลที่มีอยู่ มีการฝึกปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อย ซึ่ง สอดคล้องกับผลการวิจัยของสุกัญญา กัตัญญา (2542 : บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาผลของการสอน วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องฝึกทักษะกระบวนการ และ สอดคล้องกับวิโรจน์ เฉลยสุข (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษา เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบ ปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติสูงกว่ากันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาที่ สอนแบบปฏิบัติการทดลองกับการสอนแบบปกติสูงกว่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ทางชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ ทดลองและแบบปกติ หลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ สอดคล้องกับมนวิภา อ่อนศรี (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษา เรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาส่วนกลาง กลุ่มที่ 5 จากการวิจัยพบว่า ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มี ความสัมพันธ์ทางบวกกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ด้านการจำแนกส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนทักษะด้านการสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และด้านการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้อง กับโชติ คำเด่นเหล็ก (2546 : 109-110 ) ที่ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนของ ครูโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียน ราชดำริ สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อ การสอนของครูโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ใน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการ

กำหนดและการควบคุมตัวแปร ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ด้านทักษะการทดลอง ด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปและรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก นักเรียนที่มีเพศต่างกัน มีความพึงพอใจที่มีต่อการสอนของครู โดยใช้ทักษะกระบวนการขั้นผสมผสานไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่มีระดับชั้นเรียนต่างกัน มีความพึงพอใจที่มีต่อการสอนของครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลจากการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม นักเรียนเห็นด้วยในระดับมากทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ นักเรียนเห็นด้วยกับวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านบรรยากาศการเรียนรู้นักเรียนเห็นด้วยมาก เป็นลำดับที่ 1 ทั้งนี้อาจมาจากนักเรียนสามารถทำงานตามกิจกรรมที่กำหนด ได้ และทำกิจกรรมที่เกิดจากการออกแบบ คิดค้นของนักเรียนเอง ทำให้มีความรู้สึกรู้สึกมีความสุขในการเรียนรู้ มีการช่วยเหลือ แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ ได้แลกเปลี่ยนความรู้กับกลุ่มเพื่อน และนักเรียนมีบทบาทในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ มีความกระตือรือร้นอยากรู้ อยากเรียนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของละเอียด มาดี (2546 :บทคัดย่อ) ที่ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist ) ในด้านบรรยากาศในการเรียนการสอนและด้านประโยชน์ในการเรียนวิชางานบ้านอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก โดยบรรยากาศในการเรียนรู้ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนาน ส่วนด้านประโยชน์ในการเรียนทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบงานมากขึ้น และช่วยเสริมสร้างนิสัยรักการทำงาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และได้ปฏิบัติกิจกรรม มีการแบ่งหน้าที่ ความรับผิดชอบภายในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของทิพสุคนธ์ ไชยราช ( 2545 : บทคัดย่อ ) ที่ได้ศึกษา เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง กลไกมนุษย์ระหว่างการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มของ Underhill กับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า การสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มของ Underhill ทำให้นักเรียนมีความสนใจและได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง แล้วสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาใหม่จากกิจกรรมที่สร้างสถานการณ์ไว้

### ข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่เห็นว่าเป็น

ประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ และการศึกษาในครั้งต่อไป ซึ่งประกอบด้วยข้อเสนอแนะทั่วไป และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย ดังนี้

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม หลังจัดการเรียนรู้มีคะแนนสูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้นั้น ทำให้ทราบว่าสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้เกิดขึ้นได้ โดยเฉพาะนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมจึงเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นครูจึงควรนำวิธีการจัดการเรียนรู้นี้ดังกล่าวไปใช้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อฝึกฝนให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ และสามารถนำกระบวนการในการเสาะแสวงหาความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำในด้านทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และทักษะการทดลอง ดังนั้นครูควรแสวงหาแนวทางจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และทักษะการทดลองให้มากขึ้น

3. จากผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก ทั้งในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละด้าน จะช่วยให้นักเรียนมีกระบวนการในการแสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และเกิดการสร้างองค์ความรู้ ดังนั้นครูควรนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

### ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป สำหรับผู้ที่สนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมและทำวิจัยในประเด็นต่อไปนี้

1. ควรมีการศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการจัดการเรียนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม กับนักเรียนในช่วงชั้นอื่น ๆ และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ได้แก่ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาวิจัย เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นพื้นฐาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานหรือขั้นบูรณาการ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบอื่นๆ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้แบบโครงการ การเรียนรู้แบบแก้ปัญหา

3. ควรมีการศึกษาค้นคว้าหาความสัมพันธ์ของตัวแปรอื่น ๆ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา การคิดอย่างมีเหตุผล เป็นต้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2544.
- . การประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2542.
- . หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2544.
- . สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์(ร.ส.พ.), 2544.
- . การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท., 2546.
- . แนวทางการวัดและประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2545.
- . หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: ไทยร่วมเกล้า, 2544.
- . สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. รายงานการสัมมนา เรื่อง นโยบายการปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพมหานคร: บริษัทเซเว่น พรินติ้ง กรุ๊ป จำกัด, 2544.
- . สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ของไทย. กรุงเทพมหานคร : บริษัทไอซีดี จำกัด, 2541.
- . สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. เคล็ดลับความสำเร็จของครูต้นแบบ. กรุงเทพมหานคร: บริษัท 21 เซ็นจูรี่ จำกัด, 2546.
- กรมทรัพยากรธรณี. ถ้ำทะเล [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://www.dmr.go.th/Attractive\\_Geo/south/s07.html](http://www.dmr.go.th/Attractive_Geo/south/s07.html)
- กรมวิชาการ. สำนักงานทดสอบทางการศึกษา. แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2545.

จรรยา ฤๅดม. “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้.”

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,  
2544.

ทวีศักดิ์ บุญบุชาไชย และสำราญ พุกภัยสุนทร. คู่มือตัวเข้มเพิ่มคะแนนสอบ โลก คณิตศาสตร์และ  
โอกาส กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ม.2. กรุงเทพมหานคร : บริษัทสำนักพิมพ์  
พ.ศ. พัฒนา จำกัด, 2549.

ทิพสุคนธ์ ไชยราช. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กลไคนุษย์ระหว่างการสอน  
ตามแนวคอนสตรัคติวิซซิมของ UNDERHILL กับการสอนตามปกติ.” วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ขอนแก่น, 2545.

ทิสนา แจมมณี. ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.  
กรุงเทพมหานคร : บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด, 2545.

น้ำค้าง เพิ่มพูน. “พฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูคณิตศาสตร์ใน  
โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดกาญจนบุรี.”

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2541.

บัญชา แสนทวี. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ เล่ม 4. กรุงเทพมหานคร :  
สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด, 2547.

พรหม ผูกดวง. “ผลของการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซซิม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา  
วิทยาศาสตร์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ขอนแก่น, 2542.

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : บริษัทพัฒนาคุณภาพ  
วิชาการ (พว.) จำกัด, 2545.

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และคณะ. ชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดวิเคราะห์ เสริมสร้างคุณธรรม จริยธรรม  
และค่านิยมที่ดีงาม วิทยาศาสตร์ ม.2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์บริษัทพัฒนา  
คุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2550.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร :  
ม.ป.ท., 2543.

ภพ เลหาไพบูลย์. แนวการสอนวิทย์. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2537.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต. ส่วนประกอบของโลก [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 2 พฤศจิกายน2550.

เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth02.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth02.htm)

\_\_\_\_\_ . กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน2550. เข้าถึง  
ได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth06.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth06.htm)

\_\_\_\_\_ . กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน2550. เข้าถึง  
ได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth07.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth07.htm)

\_\_\_\_\_ . กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน2550. เข้าถึง  
ได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth08.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth08.htm)

\_\_\_\_\_ . กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน2550. เข้าถึง  
ได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth09.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth09.htm)

\_\_\_\_\_ . กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก[ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน2550. เข้าถึง  
ได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth10.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth10.htm)

\_\_\_\_\_ . กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน2550. เข้าถึง  
ได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth11.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth11.htm)

\_\_\_\_\_ . กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน2550. เข้าถึง  
ได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth12.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth12.htm)

\_\_\_\_\_ . กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน2550. เข้าถึง  
ได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth13.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth13.htm)

ละเอียด มาตี. “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชางานบ้านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการ  
เรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสม์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2546.

วรรณทิพา รอดแรงคำ และจิต นวนแก้ว. การพัฒนาการคิดของนักเรียนด้วยกิจกรรมทักษะ  
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่2 พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร: บริษัท  
เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้น จำกัด, 2542 .

วัชรรา เล่าเรียนดี. เทคนิควิธีจัดการเรียนรู้สำหรับครุมีอาชีพ. นครปฐม: โครงการส่งเสริมการ  
ผลิตตำราและเอกสารการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2547.

วิมลศรี สุวรรณรัตน์. การวิจัยการสอนโครงการงาน ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: บริษัท  
พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.) จำกัด, 2547.

ศจี คำภู. “ การศึกษาผลการสอน เรื่องเศษส่วนที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ในชั้นประถมศึกษา ปีที่6.”  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2542.

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์. ธรณี [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2550.

เข้าถึงได้จาก <http://www.lesa.in.th/index6.htm>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท., 2546.

———. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์(ร.ส.พ.), 2544.

สุกัญญา กัตัญญ. “ผลของการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสม์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สุรพล พยอมแย้ม. จิตวิทยาพื้นฐานสำหรับการศึกษา. นครปฐม : โครงการส่งเสริมการผลิตตำรา และเอกสาร คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2540.

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ. เรียนรู้สู่ครูมืออาชีพ. กรุงเทพมหานคร : ที. พี. พรินท์ , 2543.

———. 21 วิธีจัดการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์, 2546.

สุภัทรา วงษ์คงคำ. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนด้วยวิธีสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสม์ร่วมมือกันเรียนรู้และวิธีสอนตาม คู่มือครู.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2546.

สุดา เขียวคำ. “การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง เศษส่วน ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสม์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546.

สุดาวัลย์ ทับแอน. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำระหว่างวิธีสอนแบบการสร้างองค์ความรู้กับวิธีสอนแบบปกติ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.

สำนักนายกรัฐมนตรื. หลากหลายวิธีสอนของครูต้นแบบ 2541 วิชาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บริษัท พิมพ์ดี จำกัด, 2542.

หนึ่งนุช กาฬภักดี. “การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิสม์กับการสอนตามคู่มือครู.” วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2542.

องค์การส่งเสริมการท่องเที่ยว. ทะเลไทย [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก  
[http://www.talaythai.com/issue/phangnga\\_park/p04.php3](http://www.talaythai.com/issue/phangnga_park/p04.php3)

### ภาษาอังกฤษ

Bloom, Benjamin S., George F. Madaus, and Thomas J. Hastings. Evaluation to Improve Learning. 2 nd ed., New York : McGraw – Hill, Inc., 1981.

Carin and Sund. Teaching Modern Science. 3 rd ed. Columbus : Charle E. Merrill Publishing 1980.

Della Pietra, Chritopher John. The effects of a three- phase constructivist instructional model for improvisal rhythm . University of Washington, 1997.

Fosnot, Catherine. ed., Constructivism : Theory Perspectives and Practice. New York : Teachers College Press, 1996.

Heron, Lory Elen. “Using constructivist teaching strategies in high school science classrooms to cultivate positive attitudes toward science.” Ed. D. Dissertation, University of Nevada Reno, 1997.

Luterbach, Kenneth James. Refining instructional design theories : A comparison of constructivist instructional strategies for teaching computer mastery. Indiana University, 1997.

Martin, Ralph E. Jr and other. Teaching Science for All Children. Massachusett : Allyn and Bacon, 1994.

Robinson, J.T. Science Children Reading in Elementary Science Education. U.S.A. : wmc.Brown Company Punlichers, 1972.

Stewart, Sondra Kay Grizzell. The impact of a constructivist instructional framework on preservice and novice teachers : A case study. Texas A & M University, 1997.

Tuckman, Bruce W. Conducting Educational Research. New York : Harcourt Brace Jovanovich, Inc, 1972.

มหาวิทยาลัยศิลปากร ภาคผนวก สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. นายวินัย มากระจันทร์ ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 2 อำเภอเมือง  
จังหวัดสุพรรณบุรี  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. นางยุพดี โพธิ์พันธุ์ ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ  
โรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ ตำบลสองพี่น้อง อำเภอสองพี่น้อง  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 2  
ผู้เชี่ยวชาญด้านวิธีการจัดการเรียนรู้
3. นางสาวชีวรัตน์ สาลีประเสริฐ ตำแหน่ง ครู โรงเรียนวัดยางสว่างอารมณ์  
ตำบลบ้านดอน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 2  
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก ข

มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาลัยนานาชาติ  
หนังสือขอเชิญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย  
และหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ที่ ศธ 0520.107 (นฐ) / 6189



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 73000

20 ธันวาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นายวินัย มากระจันทร์

ด้วย นางสาวราภรณ์ สีดำนิต นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (CONSTRUCTIVISM) มีความประสงค์จะขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ในครั้งนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์ จากท่านโปรดเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย ชินะตั้งกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

นครปฐม โทร. 0-3421-8788, 0-3424-3435

ปณิธานของบัณฑิตวิทยาลัย “มุ่งมั่นให้บริการ พัฒนางานให้มีคุณภาพ”



ที่ ศธ 0520.107 (นฐ) / 1687

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 73000

20 ธันวาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นางยุพดี โพธิ์พันธุ์

ด้วย นางสาววราภรณ์ สีดำนิล นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (CONSTRUCTIVISM) มีความประสงค์จะขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์ จากท่านโปรดเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย ชินะตั้งกรู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

นครปฐม โทร. 0-3421-8788, 0-3424-3435

ปณิธานของบัณฑิตวิทยาลัย “มุ่งมั่นให้บริการ พัฒนางานให้มีคุณภาพ”

ที่ ศธ 0520.107 (นฐ) / 6188



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 73000

20 ธันวาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวชีวรัตน์ สาลีประเสริฐ

ด้วย นางสาววราภรณ์ สีด่านิล นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม(CONSTRUCTIVISM) มีความประสงค์จะขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัย เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์ จากท่านโปรดเป็นผู้ตรวจเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตั้งกฎ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

นครปฐม โทร. 0-3421-8788, 0-3424-3435

ปณิธานของบัณฑิตวิทยาลัย “มุ่งมั่นให้บริการ พัฒนางานให้มีคุณภาพ”



ที่ ศธ 0520.107 (นฐ) / 6189

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 73000

27 ธันวาคม 2550

เรื่อง ขอตกลงเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถานศึกษาโรงเรียนวัดท่าไชย ประชานุกูล)

ด้วย นางสาววราภรณ์ สีดำนิล นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (CONSTRUCTIVISM) มีความประสงค์จะขอตกลงเครื่องมือวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง ก ใน โรงเรียนของท่าน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้นักศึกษาดังกล่าวได้ทดลองเครื่องมือวิจัยด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตังกูร)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

นครปฐม โทร. 0-3421-8788, 0-3424-3435

ปณิธานของบัณฑิตวิทยาลัย “มุ่งมั่นให้บริการ พัฒนางานให้มีคุณภาพ”

ที่ ศธ 0520.107 (นฐ) / 0002



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 73000

4 มกราคม 2551

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการสถานศึกษาโรงเรียนวัดท่าไชย ประชานุกูล)

ด้วย นางสาววราภรณ์ สีดำนิล นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม(CONSTRUCTIVISM) มีความประสงค์จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง ข ในโรงเรียนของท่าน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ในกรณีนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดแจ้งนักเรียนทราบ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะดังกู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย

นครปฐม โทร. 0-3421-8788, 0-3424-3435

ปณิธานของบัณฑิตวิทยาลัย “มุ่งมั่นให้บริการ พัฒนางานให้มีคุณภาพ”

ภาคผนวก ค  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อน-หลังการจัดการเรียนรู้
- แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี สงวนลิขสิทธิ์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้จัดทำขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 2 ตอน ให้นักเรียนอ่านคำสั่งทุกแห่งให้เข้าใจหากสงสัยให้สอบถามผู้ควบคุมการสอบ

ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีข้อคำถามทั้งหมด 40 ข้อ กำหนดเวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
2. เขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ ข้อ ก. ข. ค. หรือ ง. ที่นักเรียนคิดว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
X				

หากต้องการเปลี่ยนคำตอบให้เขียนเครื่องหมาย (~~X~~) แล้วจึงเลือกคำตอบที่ถูกต้องใหม่ ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
<del>X</del>		X		

ตอนที่ 2 เป็นแบบทดสอบอัตนัย (วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน) จำนวน 5 ข้อ โดยให้เขียนลงในกระดาษคำตอบ กำหนดเวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

**ทักษะการสังเกต (ข้อ 1-3)**

1. ถ้าขุดดินในสวนที่ระดับความลึกจากผิวดินลงไปประมาณ 50 เซนติเมตร ดินที่ขุดได้จะมีลักษณะอย่างไร

- ก. เมื่อดินขนาดใหญ่ น้ำและอากาศผ่านได้ดี มีค่า pH ประมาณ 6
- ข. เมื่อดินมีลักษณะร่วนซุย มีแมลง มด และรากไม้ปนอยู่มีค่า pH ประมาณ 6.5
- ค. เมื่อดินขนาดเล็ก ละเอียดเนื้อแน่น สีน้ำตาลอ่อนพบรากไม้เล็กน้อย ไม่พบแมลงเล็ก ๆ มีค่า pH ประมาณ 7
- ง. ดินมีสีดำ มีรากไม้ปนเล็กน้อย และแมลงอาศัยอยู่ในดินชั้นนี้ได้ มีค่าประมาณ 7

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 2 จากการศึกษาลักษณะของหิน

6 ชนิดได้ข้อมูล ดังนี้

ชนิดหิน	ลักษณะและสมบัติของหิน
A	เนื้อแน่น ผิวเรียบ เรียงกันเป็นชั้น ๆ แยกออกจากกันเป็นแผ่นได้
B	มีผลึกขนาดโต สีขาว ดำ สลับกัน แข็งมาก
C	เป็นก้อนแข็งมีกรวดกระจายอยู่ทั่วไปมองเห็นได้ชัดเจน
D	แข็ง ไม่ทนทานการสึกกร่อน สาก เปราะ มีรูพรุน
E	ผลึกอัดกันแน่น สีขาวขุ่น สีดำ เรียงกันอยู่เป็นริ้วขนาน
F	สีดำเนื้อละเอียด ใช้เล็บบูดเป็นรอยได้

2. หินในข้อใดคือหินอัคนี

- ก. A, B      ข. B, D      ค. C, E      ง. D, F

3. ลักษณะของดินชั้นบนต่างจากดินชั้นล่างอย่างไร

- ก. ดินชั้นบนมีความพรุนน้อยกว่าดินชั้นล่าง
- ข. ดินชั้นบนมีขนาดของเม็ดดินเล็กกว่าดินชั้นล่าง
- ค. ดินชั้นบนมีสีจางกว่าดินชั้นล่าง
- ง. ดินชั้นบนมีอิวมัสสะสมอยู่มากกว่าดินชั้นล่าง

**ทักษะการวัด (ข้อ 4- 6)**

6. ข้อใดจัดเรียงลำดับเครื่องมือตรวจสอบแร่ตามลำดับความแข็งได้ถูกต้อง

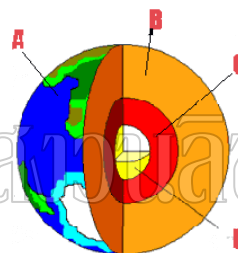
- ก. เล็บบมือ มีด ลวดทองแดง กระจก
- ข. ตะไบเหล็ก มีด ลวดทองแดง เพชร

- ค. กระจก มีด ตะไบเหล็ก ลวดทองแดง  
ง. กระจก ตะไบเหล็ก มีด ลวดทองแดง
5. ข้อใดใช้เครื่องมือวัดได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง
- ก. ใช้เครื่องชั่งสปริงวัดหาน้ำหนักสร้อยคอทองคำ  
ข. วัดความกว้างและความยาวของห้องนอน โดยใช้ตลับเมตร  
ค. วัดอุณหภูมิของร่างกายโดยใช้เทอร์มอมิเตอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ  
ง. วัดหาปริมาตรของของเหลวจำนวน 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตรโดยใช้หลอดฉีดยา
6. เด็กชายแดงพบก้อนแร่ก้อนหนึ่ง เขาต้องการทราบว่าก้อนแร่เป็นแร่อะไร เขามีวิธีการตรวจสอบหลายวิธี ข้อใดเหมาะสมน้อยที่สุดในการตรวจสอบแร่
- ก. ชั่งหามวล                      ข. ตรวจสอบความแข็ง  
ค. หาคความหนาแน่น            ง. ตรวจสอบสีผงละเอียด

ทักษะการจำแนก (ข้อ7-9)

7. จากรูป เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งโครงสร้างของโลก คือข้อใด

- ก. สถานะ  
ข. ระดับความลึก  
ค. ความแข็ง  
ง. ข้อ1, 2 และ 3 ถูกต้อง



8. การแบ่งดินออกเป็นดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ใช้สมบัติใดของดินเป็นเกณฑ์
- ก. สีของดิน  
ข. ลักษณะของเนื้อดิน  
ค. ลักษณะของดินตามแนวลึก  
ง. ความเป็นกรดเป็นเบสของดิน

9. ตารางแสดงรูปร่าง สี และลักษณะผิวของหินชนิดต่าง ๆ

ชนิดของหิน	รูปร่าง	สี	ลักษณะของผิว
1	สี่เหลี่ยม	ดำ	เรียบ
2	กลมมน	เทา	เรียบ
3	ห้าเหลี่ยม	ขาว	ขรุขระ
4	กลมรี	ดำ	เรียบ

จากตารางข้างบน ถ้าใช้รูปร่างเป็นเกณฑ์ในการจำแนก จะจำแนกหินได้เป็น 2 พวก ดังนี้

ก. 1, 2, 4 กับ 3                      ข. 1, 4 กับ 2, 3

ค. 1, 3 กับ 2, 4                      ง. 1, 2 กับ 3, 4

**ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา ข้อ 10-12**

10. สมรักษ์เดินไปโรงเรียนตอนเช้า ดวงอาทิตย์ส่องหน้าเขา ตอนเย็นกลับบ้านดวงอาทิตย์จะอยู่ที่ใด

ก. ด้านหน้า                              ข. ด้านหลัง

ค. ด้านซ้าย                              ง. ด้านขวา

11. ถ้านักเรียนหมุนรูป  ที่ติดกับแกนไม้ให้เร็วที่สุดเท่าที่ นักเรียนคิดว่าจะเกิดรูปอะไร

ก. รูปไข่                                      ข. รูปกรวย

ค. รูปทรงกลม                              ง. รูปทรงกระบอก

12. บ้านของคณียอยู่ห่างจากโรงเรียน 500 เมตร ส่วนบ้านของเดือนใจอยู่ห่างจากโรงเรียน 550 เมตร ถ้าคณียและเดือนใจออกจากบ้านเวลา 7.00 น. แล้วเดินตรงมาโรงเรียน ปรากฏว่าทั้งคู่ถึงโรงเรียนเวลา 7.25 น. พร้อมกัน นักเรียนคิดว่าข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด

ก. เดือนใจเดินช้ากว่าคณีย

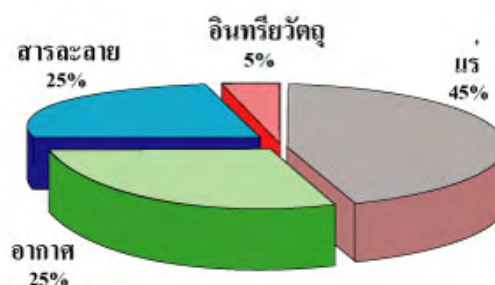
ข. เดือนใจเดินเร็วกว่าคณีย

ค. คณียและเดือนใจเดินเร็วเท่ากัน

ง. ถูกทุกข้อ

**ทักษะการคิดคำนวณ (ข้อ 13-15)**

13. จากแผนภาพแสดงองค์ประกอบของดิน ถ้ามีดิน 1,200 กรัม จะมีอินทรีย์วัตถุเท่าใด



ก. 5 กรัม

ข. 12 กรัม

ค. 60 กรัม

ง. 120 กรัม

จากข้อมูลในตาราง จงตอบคำถามข้อ 14

สาร	มวล(g)	ปริมาตร(cm <sup>3</sup> )
ก	18.6	20
ข	26.4	24
ค	56.2	30

14. สารใดมีความหนาแน่นมากที่สุด

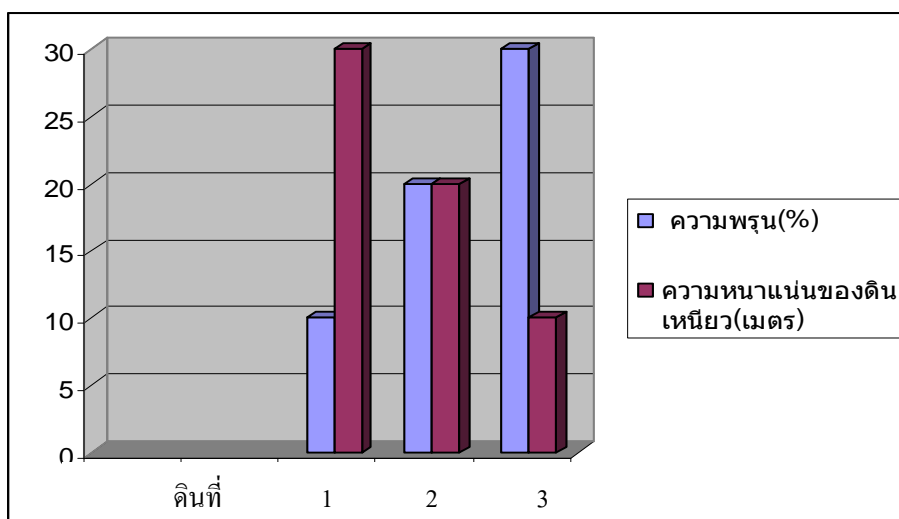
- ก. สาร ก                      ข. สาร ข  
ค. สาร ค                      ง. เท่ากันทั้ง 3 ชนิด

15. แร่ก้อนหนึ่งมีมวล 280 กรัม มีปริมาตร 140 ลูกบาศก์เซนติเมตร อยากทราบว่าแร่นี้มีความหนาแน่นเท่าใด

- ก. 1.5 กรัม / ลูกบาศก์เซนติเมตร  
ข. 1.0 กรัม / ลูกบาศก์เซนติเมตร  
ค. 0.5 กรัม / ลูกบาศก์เซนติเมตร  
ง. 2.0 กรัม / ลูกบาศก์เซนติเมตร

**ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล(ข้อ 16-18)**

16. ถ้าต้องการนำเสนอข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความพรุนกับความหนาแน่นของดินเหนียว จะสื่อความหมายในลักษณะใด



- ก. สื่อความหมายในรูปวิภูจักร                      ข. สื่อความหมายในรูปแผนผัง  
ค. สื่อความหมายในรูปการบรรยาย                      ง. สื่อความหมายในรูปแผนภูมิ

17. ถ้าต้องการนำเสนอสถิติของข้อมูลแรงสั่นสะเทือนจากการเกิดแผ่นดินไหว ควรนำเสนอด้วยวิธีใดจึงจะเหมาะสม

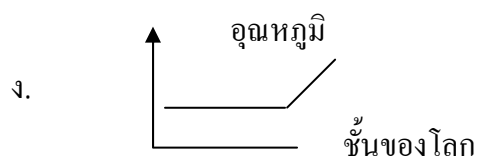
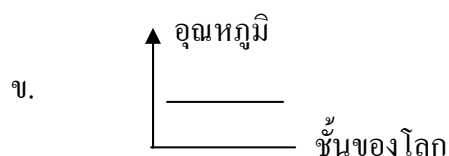
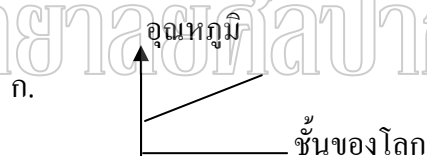
- ก. บรรยาย                      ข. ตาราง  
ค. แผนภูมิ                      ง. กราฟ

18. จากตาราง อุณหภูมิที่ชั้นต่างๆ ภายในของโลก

ชั้นต่างๆ ภายในของโลก	อุณหภูมิ (C)
เปลือกโลกชั้นใน	1000
แมกเทิลชั้นใน	2000
แก่นโลกชั้นนอก	5000
แก่นโลกชั้นใน	9000

ถ้านำข้อมูลนี้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับชั้นต่าง ๆ ภายในของโลก จะเป็นไปตามข้อใด

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



**ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (ข้อ 19-21)**

19. เมื่อนำกรวด หิน ดิน และทราย มาคลุกเคล้ากันแล้วเทใส่ลงในท่อแก้วที่บรรจุน้ำ ผลจะเป็นอย่างไร

- ก. ตะกอนของหินจะอยู่ด้านบนสุด
- ข. ตะกอนของดินจะตกทับถมอยู่ด้านล่างสุด
- ค. กรวด หิน ทราย จะตกตะกอนแต่ดินไม่ตกตะกอน
- ง. ตะกอนจะเรียงลำดับจากล่างขึ้นบน คือ หิน กรวด ทราย ดิน

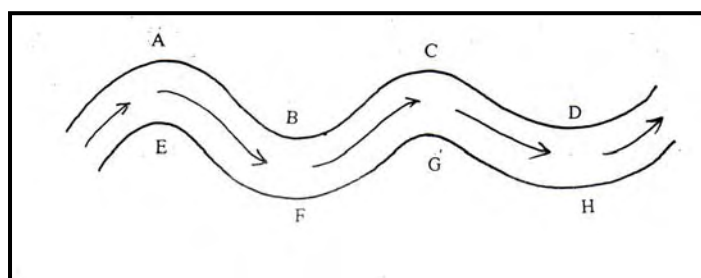
อ่านข้อความแล้วตอบคำถามข้อ 20

ภายหลังจากที่ฝนตกหนักทุกครั้งจะเห็นว่าน้ำในแม่น้ำลำคลองขุ่นกว่าปกติ

20. จากข้อความดังกล่าว การที่น้ำในแม่น้ำลำคลองขุ่นเกิดจากสาเหตุใดมากที่สุด

- ก. น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ
- ข. ฝนชะล้างฝุ่นละอองในอากาศลงมา
- ค. ฝนชะล้างหน้าดินไหลลงสู่แม่น้ำ
- ง. กระแสน้ำไหลแรง

21. จากการศึกษาการไหลของกระแสน้ำที่ไหลผ่านบริเวณต่าง ๆ ดังภาพ คำกล่าวในข้อใดถูกต้อง



	บริเวณลึกร่อน	บริเวณที่ทับถม
ก.	E,G	A,C
ข.	B,D	E,G
ค.	A,C	B,D
ง.	F,G	A,D

**ทักษะการพยากรณ์ (ข้อ 22-24)**

ถ้าออกซิเจนในน้ำต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำเสีย  
สิ่งมีชีวิตก็จะอาศัยอยู่ไม่ได้

22. จากข้อมูล ถ้าตรวจสอบปริมาณออกซิเจนในสระน้ำแห่งหนึ่ง พบว่ามี 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร นักเรียนคิดว่าผลจะเป็นอย่างไร

- ก. สัตว์น้ำเจริญเติบโตได้ดี
- ข. สัตว์น้ำตาย
- ค. สัตว์ไม่ตายแต่ขยายพันธุ์ไม่ได้
- ง. ไม่มีข้อถูก

23. จุดเทียนไขซึ่งมีความยาว 8 ซม. และเทียนลูกใหม่อย่างสม่ำเสมอใน 5 นาที จะไหม้ไป 1 ซม. เมื่อเทียนเหลือความยาว 1 ซม. จะใช้เวลาลูกใหม่ไปเท่าไร

- ก. 40 นาที
- ข. 35 นาที
- ค. 10 นาที
- ง. 5 นาที

24. โดยปกติเซลล์สมองในร่างกายคนเราจะขาดเลือดไปเลี้ยงได้ไม่เกิน 4 นาที ถ้าหากนายตี๋หมดสติไปเป็นเวลา 8 นาที นักเรียนคิดว่าต่อมานายตี๋น่าจะเป็นอย่างไร

- ก. ความจำเสื่อม
- ข. เป็นคนสติฟั่นเฟือน
- ค. เป็นอัมพาตเพราะเซลล์ร่างกายไม่สามารถทำงานได้อีก
- ง. เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งร่างกายจะกลับสู่ภาวะปกติได้

**ทักษะการตั้งสมมติฐาน (ข้อ 25-27)**

25. ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

- ก. บริเวณฝนตกน้อยจะเกิดการกร่อนโดยลมมากกว่าบริเวณที่มีฝนตกมาก
- ข. บริเวณฝนตกน้อยจะเกิดการกร่อนโดยปฏิกิริยาเคมีมากกว่าบริเวณที่มีฝนตกมาก
- ค. เมื่อป่าไม้ถูกทำลายจะทำให้ผิวดินกร่อนโดยลมมากกว่าการกร่อนโดยกระแส น้ำ
- ง. บริเวณภูเขาสูงที่มีต้นไม้ถูกตัดจนโล่งเตียนจะเกิดการกร่อนโดยลมมากกว่าบริเวณ ทะเลทราย

26. ทำการทดลองโดยใส่ดิน น้ำ และทราย ปริมาณเท่าๆ กัน ลงในภาชนะชนิดเดียวกัน วัดอุณหภูมิ แล้วนำไปไว้กลางแดดเป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นวัดอุณหภูมิอีกครั้งหนึ่ง นักเรียนคิดว่า การทดลองนี้ทดสอบสมมติฐานข้อใด

- ก. น้ำ ดิน และทราย อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากัน
- ข. น้ำ ดิน และทราย ดูดความร้อนไว้เท่ากัน
- ค. น้ำ ดิน และทราย ได้รับแสงเท่ากัน
- ง. น้ำ ดิน และทราย คายความร้อนไว้ไม่เท่ากัน

จากสถานการณ์ต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อ 27

มาลีปลูกต้นข้าวโพดไว้ 1 แปลง โดยปฏิบัติตามขั้นตอนการปลูกพืชอย่างถูกต้อง แล้วใส่ปุ๋ย รดน้ำ พรวนดิน ต้นข้าวโพดเหมือนกัน มาลีสังเกตเห็นว่ามีข้าวโพดต้นหนึ่ง เจริญเติบโตมากกว่าต้นอื่น ๆ ในแปลงเดียวกัน

27. นักเรียนจะช่วยมาลีตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร

- ก. มีอะไรเกิดขึ้นกับต้นข้าวโพดในแปลง
- ข. การใส่ปุ๋ยรดน้ำพรวนดิน ช่วยให้ข้าวโพดเจริญเติบโต
- ค. ทำไมต้นข้าวโพดจึงเจริญเติบโตมากกว่าต้นอื่น ๆ ในแปลงเดียวกัน
- ง. ถ้ามีต้นข้าวโพดเจริญเติบโตมากกว่าต้นอื่น ๆ ในแปลงเดียวกัน น่าจะได้รับแร่ธาตุที่มีอยู่ในดินมากกว่าต้นอื่น ๆ

**ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (ข้อ 28-30)**

28. ข้อใดเป็นคำถามที่นำไปสู่การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

- ก. นักเรียนคิดว่าของสิ่งนี้จะจมน้ำหรือไม่
- ข. เราควรปลูกต้นไม้ไว้ที่บริเวณใด
- ค. ดินทรายในที่นี้ หมายถึง ดินกี่ส่วนปนกับทรายกี่ส่วน
- ง. นมถั่วเหลืองให้ประโยชน์แก่เราอย่างไร

29. ในการทดลองเรื่อง “การฝังมะนาวในทรายที่มีอุณหภูมิพอเหมาะ จะทำให้มะนาวคงความสดไว้ได้นาน” ข้อใดไม่ต้องมีนิยามเชิงปฏิบัติการ

- ก. มะนาว                      ข. ความสด
- ค. การฝังมะนาว            ง. อุณหภูมิพอเหมาะ

30. ในการทดลองเลี้ยงไก่ ข้อใดเป็นคำนิยามเชิงปฏิบัติการของ “การเจริญเติบโต”

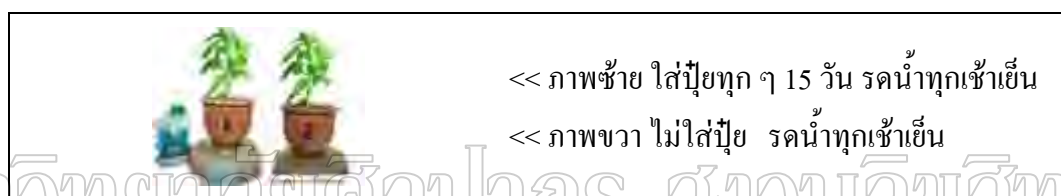
- ก. ไก่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น    ข. ไก่มีความสูงเพิ่มขึ้น
- ค. ไก่มีขนาดใหญ่ขึ้น        ง. ไก่มีความแข็งแรงมากขึ้น

**ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (ข้อ 31-33 )**

31. ถ้าต้องการทดสอบว่าอุณหภูมิ มีผลต่อการกร่อนของหินหรือไม่ ควรใช้สิ่งใดเป็นตัวแปรต้น และตัวแปรตาม

ตัวเลือก	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
ก	ชนิดของหิน	การกร่อนของหิน
ข	อุณหภูมิ	ชนิดของหิน
ค	อุณหภูมิ	การกร่อนของหิน
ง	การกร่อนของหิน	อุณหภูมิ

จงดูรูปต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 32



32. ข้อใดคือตัวแปรต้น

- ก. ขี้เถ้า
- ข. แสงแดด
- ค. ชนิดและขนาดของต้นพืช
- ง. การเจริญเติบโตของพืช

33. นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบว่า “ต้นดาวเรืองที่ปลูกในดินร่วนจะสูงเร็วกว่า ต้นดาวเรืองที่ปลูกในดินเหนียว และดินทรายจริงหรือไม่” นักเรียนจะกำหนดตัวแปรควบคุมตามข้อใด

- ก. สถานที่, ปริมาณน้ำที่ใช้รด, ชนิดของภาชนะ
- ข. ดินร่วน ดินเหนียว และดินทราย
- ค. ดาวเรืองพันธุ์ต่าง ๆ
- ง. การวัดความสูงของต้นดาวเรือง

**ทักษะการทดลอง (ข้อ34 - 37)**

34. ถ้าดินทราย ดินเหนียว และดินร่วน มาใส่ลงในกระบอกพลาสติกที่มีน้ำเต็มแล้วตั้งทิ้งไว้ จะได้ผลตามข้อใด

ก.	ดินเหนียว
	ดินทราย
	ดินร่วน

ข.	ดินเหนียว
	ดินร่วน
	ดินทราย

ค.	ดินทราย
	ดินร่วน
	ดินเหนียว

ง.	ดินร่วน
	ดินเหนียว
	ดินทราย

มหาวิทยาลัยศิลปากร ส่วนวนลิขสิทธิ์

คำชี้แจง จากการศึกษาลักษณะของดิน 3 ชนิด มีลักษณะตามตาราง ใช้ประกอบการตอบ  
คำถามข้อ 35-36

ชนิดของดิน	การทดลองศึกษาลักษณะของดิน		
	สี	สิ่งเจือปนในดิน	ลำดับความสามารถในการ ตกตะกอนของดิน
A	ซีด	ไม่มี	1
B	ซีด	มีสารอินทรีย์น้อย	2
C	ดำเข้ม	เศษใบไม้ ซากสัตว์	3

35. ข้อใดคือชนิดของดินทั้งสาม

A	B	C
ก. ดินเหนียว	ดินทราย	ดินร่วน
ข. ดินร่วน	ดินทราย	ดินเหนียว
ค. ดินทราย	ดินเหนียว	ดินร่วน
ง. ดินทราย	ดินร่วน	ดินเหนียว

36. ถ้านำกระป๋องที่เจาะรูขนาดเท่ากันมา 3 ใบ ใส่ดิน A,B,C ปริมาณเท่ากันกระป๋องละ 1 ชนิด แล้วรดน้ำปริมาณเท่ากัน อัตราการไหลของน้ำจะเป็นไปตามข้อใด

ก. $A < C < B$	ข. $C > B > A$	ค. $A > C > B$	ง. $A < B < C$
----------------	----------------	----------------	----------------

37. จากการทดลองนำดิน 4 ชนิดมาปั้นเป็นแผ่นเล็ก ๆ ขนาด 3 ซม. X 5 ซม. X 1 ซม. แล้วนำมา ทำให้แห้งในที่ร่มเป็นเวลาประมาณ 2 วัน จากนั้นนำมาเผา สังเกตเห็นว่ามีความแข็ง แต่สิ่งที่แตกต่างกันอย่างเห็นชัด คือ สีและเนื้อดิน

แผ่นที่ 1 มีสีดำ เนื้อดินเกาะติดกันแน่น

แผ่นที่ 2 มีสีแดง น้ำซึ่มยาก

แผ่นที่ 3 มีสีเทา เนื้อหยาบ น้ำซึ่มง่าย

แผ่นที่ 4 มีสีเทา-ดำ เนื้อละเอียดเป็นมันเงา

ดินในข้อใดเป็นดินชั้นบน

ก. แผ่นที่ 1	ข. แผ่นที่ 2	ค. แผ่นที่ 3	ง. แผ่นที่ 4
--------------	--------------	--------------	--------------

**ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป(ข้อ 38-40)**

ศึกษาตารางข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 38

แผ่นดินเหนียวลักษณะต่างๆ	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
ดินเหนียวยังไม่แห้ง	ละเอียด เหนียว นุ่ม
ดินเหนียวแห้ง	เกาะติดกัน เพราะ น้ำซึ่มได้
ดินเหนียวเผา	เกาะติดแน่น น้ำซึ่มยาก

38. ในการทดลอง เอาแผ่นดินเหนียวผึ่งให้แห้งในที่ร่มแล้วเผา ได้ผลการทดลองดังตาราง ข้อใดไม่ใช่ข้อสรุปที่ได้จากการทดลอง

- ก. การเผาทำให้เนื้อดินละเอียดมากขึ้น
- ข. การเผาเป็นการเพิ่มความแข็งของดิน

- ค. การเผาทำให้เนื้อดินเกาะติดกันมากขึ้น  
ง. การเผาเป็นการเพิ่มความสามารถในการกักน้ำของดิน

39. ศึกษาข้อมูลในตาราง แล้วตอบคำถาม

ก้อนหิน	ลักษณะของก้อนหิน
1	รูปร่างกลมเกลี้ยง
2	ขนาดใหญ่ ผิวขรุขระ
3	ขนาดเล็ก ผิวละเอียด
4	มีแร่ธาตุปนมาก มีสีแดง

ข้อใดเป็นการสรุปข้อมูลในตารางที่ถูกต้อง

- ก. หินก้อนที่ 1 เป็นหินที่อยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล  
ข. หินก้อนที่ 2 เป็นหินที่อยู่ในทะเล  
ค. หินก้อนที่ 3 เป็นหินที่เกิดจากลาวาของภูเขาไฟ  
ง. หินก้อนที่ 4 เป็นหินที่เกิดจากการทับถมของตะกอน

40. เมื่อเทน้ำเชื่อมปริมาตรเท่ากันลงในกระป๋องขนาดเดียวกันซึ่งเจาะรูที่ก้นเท่า ๆ กัน 4 ใบ ซึ่งบรรจุดินประเภทต่าง ๆ คือ ใบที่ 1 ดินทราย ใบที่ 2 ดินเหนียว ใบที่ 3 ดินกรวด และใบที่ 4 ดินร่วน ตามลำดับ พร้อมกัน **ข้อสรุปใดเป็นจริงที่สุด**

- ก. กระป๋องที่ 1 น้ำเชื่อมไหลออกเร็วที่สุดเพราะทรายไม่อุ้มน้ำ  
ข. กระป๋องที่ 2 น้ำเชื่อมไหลออกช้าที่สุด เพราะดินมีสารอินทรีย์มาก  
ค. กระป๋องที่ 3 น้ำเชื่อมไหลออกเร็วที่สุด เพราะมีอนุภาคขนาดใหญ่  
ง. กระป๋องที่ 4 น้ำเชื่อมไหลออกช้าที่สุด เพราะเป็นดินที่มีอิวมัสสูง

ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน จำนวน 5 ข้อ

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในช่องว่างตามหัวข้อที่กำหนดให้โดยหาคำตอบของสถานการณ์ หรือปัญหา โดยเริ่มจากขั้นต่อนดังต่อไปนี้

- การตั้งสมมติฐาน
- การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
- การกำหนดและควบคุมตัวแปร
- การทดลอง
- การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

#### สถานการณ์/ปัญหา

ด.ช.วิศรุตเป็นเด็กขยันอยู่บ้านจะช่วยพ่อแม่ทำงานทุกอย่างที่ช่วยได้ เมื่อวานพ่อซื้อต้น มะม่วงมาจากตลาด พ่อจึงชวน ด.ช. วิศรุต ไปช่วยปลูก ต้นมะม่วงในสวนด้วยกัน นับเป็นครั้งแรกที่เขามีโอกาสได้เข้ามาในสวนกับพ่อ ด.ช.วิศรุต อาสาขุดหลุมปลูกต้นมะม่วงด้วยตนเอง ในขณะที่ขุดดินอยู่นั้นเขาพบว่าดินขุดยากมากเนื่องจาก **มีเศษใบไม้ เศษไม้ ก้อนหินขนาดต่างๆ และสิ่งอื่นที่เล็กมาก** จนแทบมองไม่ออกว่าเป็นอะไร ปนอยู่ในดินบริเวณนั้นเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่น **ไส้เดือนเล็กๆ** เป็นจำนวนมาก ด.ช.วิศรุต จึงเกิดความสงสัยว่าดินมาจากไหนทำไมเวลาขุดลงไปลึกมากๆ ดินจึงมีลักษณะขุดง่าย

1.จากสถานการณ์ของปัญหานี้สามารถตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ได้อย่างไร

(4 คะแนน)

-----

-----

2. จากสถานการณ์ของปัญหานี้ นักเรียนสามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้อย่างไร

(4 คะแนน)

ดินชั้นล่าง หมายถึง-----

-----

3. จากสถานการณ์ของปัญหานี้สามารถกำหนดและควบคุมตัวแปร ได้อย่างไร

(4 คะแนน)

ตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้นคือ-----

ตัวแปรตาม คือ-----

ตัวแปรควบคุม คือ-----

-----

4. จากสถานการณ์ของปัญหานี้สามารถออกแบบการทดลองได้อย่างไร (4 คะแนน)

4.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

-----

-----

-----

4.2 วิธีดำเนินการทดลอง มีดังนี้

-----

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

-----

-----

-----

4.3 บันทึกผลการทดลอง ได้ดังนี้

-----

-----

-----

-----

-----

5. จากผลการทดลอง สามารถตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้อย่างไร (4 คะแนน)

-----

-----

แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

**คำชี้แจง**

แบบสอบถามฉบับนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้

มีจำนวน 3 ตอน

ตอนที่ 1 สภาพและข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มี 5 ระดับ

ตอนที่ 3 แบบสอบถามแบบพรรณนาความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

**ตอนที่ 1 สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของนักเรียน**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ครบ โดยกาเครื่องหมาย ลงในช่องว่างตามสภาพความเป็นจริงของนักเรียน

รายการประเมิน	ช่องนี้สำหรับผู้วิจัย <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1. เพศของนักเรียน <input type="checkbox"/> 1. ชาย <input type="checkbox"/> 2. หญิง.....	3 <input type="checkbox"/>
2. การเรียนพิเศษวิชาวิทยาศาสตร์ <input type="checkbox"/> 1. ได้เรียน <input type="checkbox"/> 2. ไม่ได้เรียน.....	4 <input type="checkbox"/>
3. การพักอาศัยของนักเรียนในปัจจุบัน <input type="checkbox"/> 1. พักอาศัยกับบิดา <input type="checkbox"/> 2. พักอาศัยกับมารดา <input type="checkbox"/> 3. พักอาศัยกับบิดาและมารดา <input type="checkbox"/> 4. พักอาศัยกับบุคคลอื่น.....	5 <input type="checkbox"/>
4. ระดับการศึกษาของผู้ปกครองนักเรียน <input type="checkbox"/> 1. ไม่ได้เรียนหนังสือ <input type="checkbox"/> 2. ประถมศึกษา <input type="checkbox"/> 3. มัธยมศึกษาตอนต้น <input type="checkbox"/> 4. มัธยมศึกษาตอนปลาย <input type="checkbox"/> 5. ปริญญา <input type="checkbox"/> 6. อื่นๆ.....	6 <input type="checkbox"/>
5. อาชีพของผู้ปกครองนักเรียน <input type="checkbox"/> 1. รับราชการ <input type="checkbox"/> 2. รับจ้าง <input type="checkbox"/> 3. ค้าขาย <input type="checkbox"/> 4. ทำการเกษตร <input type="checkbox"/> 5. อื่นๆ.....	7 <input type="checkbox"/>

**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

**คำชี้แจง** ตัวเลขในช่องระดับความคิดเห็นของนักเรียนด้านขวามือของแบบสอบถาม ซึ่งเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ มีความหมายดังต่อไปนี้

ระดับ 5 หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยมากที่สุด กับข้อความที่กำหนด

ระดับ 4 หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยมาก กับข้อความที่กำหนด

ระดับ 3 หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยปานกลาง กับข้อความที่กำหนด

ระดับ 2 หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยน้อย กับข้อความที่กำหนด

ระดับ 1 หมายความว่า นักเรียนเห็นด้วยน้อยที่สุด กับข้อความที่กำหนด

**คำสั่ง** ให้นักเรียนอ่านแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่นักเรียนเห็นว่าตรงกับความรู้สึกของนักเรียน

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ช่องนี้ สำหรับ ผู้วิจัย
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
1.	ด้านการบรรยากาศในการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ช่วยให้นักเรียนมีบรรยากาศการเรียนที่ดีขึ้นเต็ม อยากรู้อยากเรียน.....	.....	.....	.....	.....	.....	8 <input type="checkbox"/>
2.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมทำ ให้นักเรียนอยากตอบปัญหาในกิจกรรมการ เรียนรู้.....	.....	.....	.....	.....	.....	9 <input type="checkbox"/>
3.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ช่วยให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้.....	.....	.....	.....	.....	.....	10 <input type="checkbox"/>
4.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมทำ ให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน...	.....	.....	.....	.....	.....	11 <input type="checkbox"/>
5.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมทำ ให้นักเรียนเรียนอย่างมีความสุข.....	.....	.....	.....	.....	.....	12 <input type="checkbox"/>

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ช่องนี้ สำหรับ ผู้วิจัย
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
6.	<b>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b> การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มมีความท้าทายทำให้นักเรียนอยากพิสูจน์ค้นคว้าและทดลอง.....	.....	.....	.....	.....	.....	13 <input type="checkbox"/>
7.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นทุกครั้งในกิจกรรมการเรียนรู้.....	.....	.....	.....	.....	.....	14 <input type="checkbox"/>
8.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจของตนเองเสมอ.....	.....	.....	.....	.....	.....	15 <input type="checkbox"/>
9.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง.....	.....	.....	.....	.....	.....	16 <input type="checkbox"/>
10.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	.....	.....	.....	.....	.....	17 <input type="checkbox"/>
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับ</b>							
11.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนทำงานได้อย่างมีระบบและรอบคอบ.....	.....	.....	.....	.....	.....	18 <input type="checkbox"/>
12.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน.....	.....	.....	.....	.....	.....	19 <input type="checkbox"/>
13.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง .....	.....	.....	.....	.....	.....	20 <input type="checkbox"/>
14.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนมีทักษะทางสังคม การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข.....	.....	.....	.....	.....	.....	21 <input type="checkbox"/>
15.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มช่วยให้นักเรียนสามารถนำขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ในวิชาอื่น	.....	.....	.....	.....	.....	21 <input type="checkbox"/>

ตอนที่ 3 เขียนพรรณนาความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนพรรณนาความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม  
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ที่ครูผู้สอนจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นอย่างไร  
บรรยายภาคในการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยศิลปากร ส่วนวนดุขฉัตร  
การจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประโยชน์ที่ได้รับ .....

.....

.....

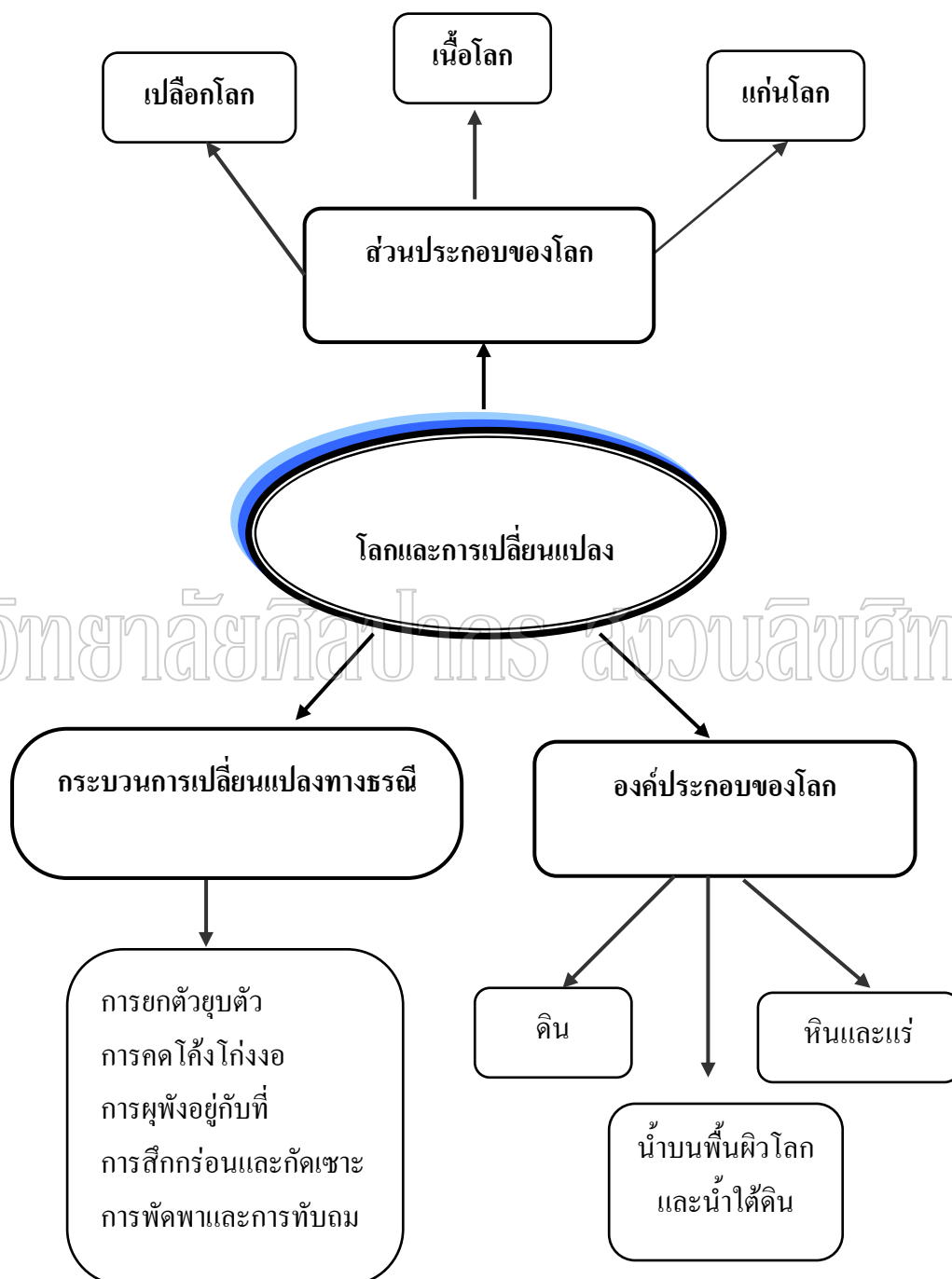
.....

.....

.....

.....

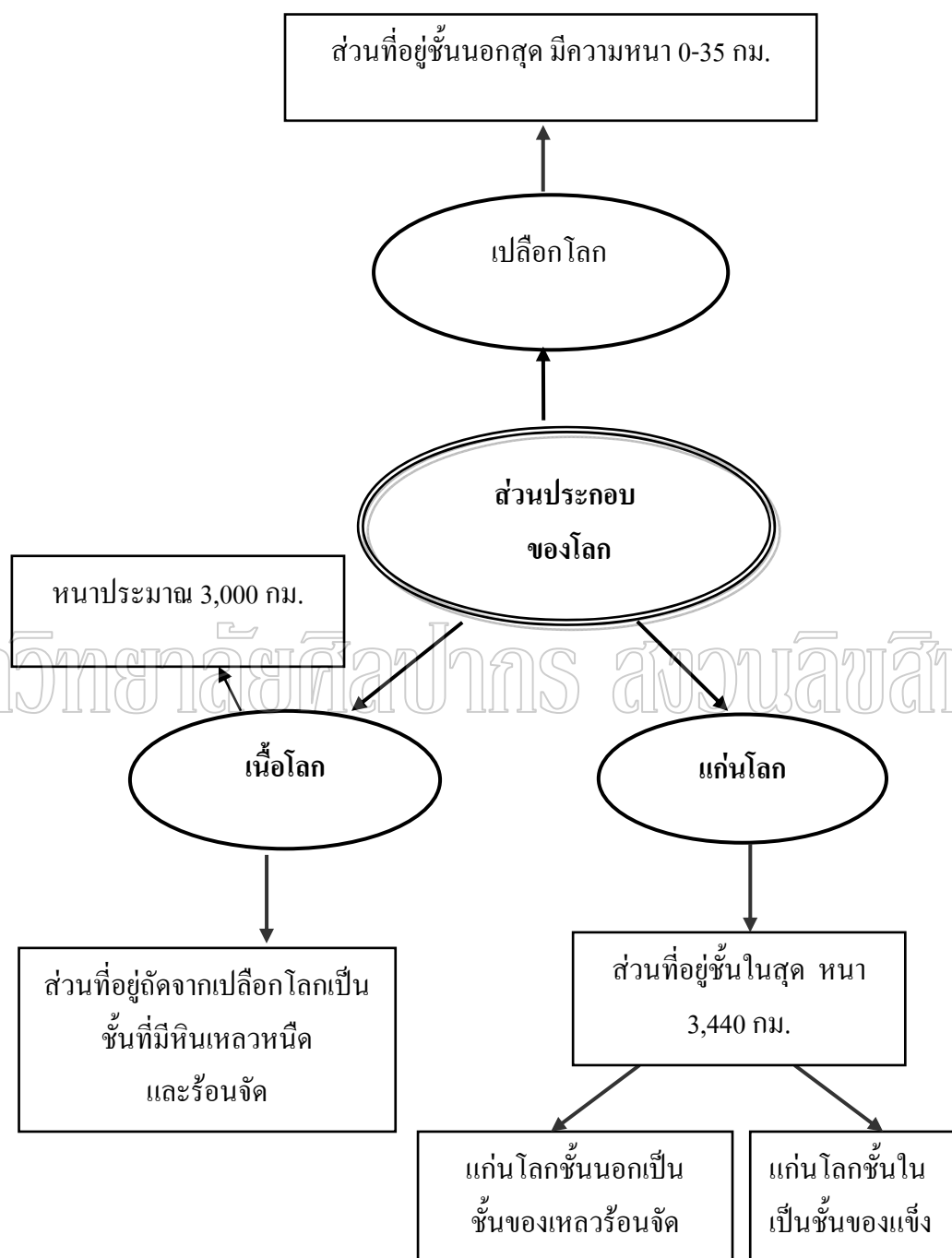
ผังความคิดหน่วยการเรียนรู้ โลกและการเปลี่ยนแปลง



แผนภาพที่ 1 ผังความคิดหน่วยการเรียนรู้ โลกและการเปลี่ยนแปลง

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กรุงเทพมหานคร: มปป, 2546 ),45.

### ผังความคิดสาระการเรียนรู้ ส่วนประกอบของโลก



แผนภาพที่ 2 ผังความคิดสาระการเรียนรู้ส่วนประกอบของโลก

ที่มา : บัญชา แสนทวี, หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 4

(กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด, 2547), 106.

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ ที่ 5 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

เวลา 30 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 1 ส่วนประกอบของโลก

เวลา 4 ชั่วโมง

### สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ภูมิประเทศ และสัญญาณของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.1-3 : 3 สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับ ส่วนประกอบของโลก และทรัพยากรธรณีในโลก

#### แนวความคิดหลัก

โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่งที่อยู่ในระบบสุริยะ เป็นส่วนหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือก โลกเป็นดาวเคราะห์หินที่ประกอบด้วย ดิน หิน แร่ น้ำ อากาศ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ทุกสิ่งดังกล่าวล้วนมีความสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องตั้งแต่โลกเริ่มเกิดจนถึงปัจจุบัน ภูมิลักษณะต่างๆ บนพื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ กิจกรรมและการกระทำต่าง ๆ ของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ บนโลก

รูปร่างของโลกมีลักษณะกลมเป็นคล้ายผลส้มเขียวหวานส่วนบนและส่วนล่างเป็นขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้จะแบนเล็กน้อย มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 12,700 กิโลเมตร โครงสร้างภายในของโลก แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ ชั้นเปลือกโลก ชั้นเนื้อโลก และชั้นแก่นโลก

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพส่วนประกอบของโลก
2. สืบค้นข้อมูล สำรวจ และระบุทรัพยากรธรณีในท้องถิ่นในประเทศไทยและของโลก
3. อภิปรายและเสนอแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรณีในท้องถิ่น

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความเป็นมาของการกำเนิดโลกได้
2. อธิบายรูปร่างและลักษณะของโลกได้
3. ระบุและเปรียบเทียบชั้นต่างๆ ของโลกได้
4. ออกแบบสร้างแบบจำลองโลก โดยแสดงถึงส่วนประกอบต่างๆ ของโลกตาม

จินตนาการของนักเรียน

## สาระการเรียนรู้

ส่วนประกอบของโลก

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

### ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูให้นักเรียนดูวีซีดีที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของโลก ดวงอาทิตย์ หรือการเปลี่ยนแปลงของดวงดาวบนท้องฟ้า ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดว่า

- นักเรียนคิดว่าโลกเกิดขึ้นมาได้อย่างไร
- ดาวเคราะห์ดวงอื่นเกิดขึ้นพร้อมกันกับโลกหรือไม่
- นักเรียนคิดว่ามีใครที่ศึกษาเกี่ยวกับการเกิดโลกบ้าง เขาใช้วิธีใดใน

การศึกษา

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายทฤษฎีที่เกี่ยวกับการเกิดโลก โดยให้เหตุผลของตนเอง

### ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปราย

3. จัดนักเรียนเข้ากลุ่ม 4-5 คน โดยมีการหมุนเวียนหน้าที่กัน โดยแต่ละกลุ่มศึกษาและทำกิจกรรมที่ 1 ปริศนากล่องดำ โดยให้นักเรียนใช้วิธีการใดก็ได้ เช่น เขย่า โยน กลิ้ง ให้นักเรียนสังเกตโดยใช้ประสาทสัมผัสให้มากที่สุด และจดบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกสิ่งที่ได้จากกิจกรรม

- นักเรียนได้ทราบข้อมูลแต่ละกลุ่มที่ได้ไม่เหมือนกัน
- ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต นักเรียนเกิดความไม่แน่ใจว่าถูกต้องทั้งหมด
- นักเรียนมีแนวทางในการพิสูจน์ความจริงความสงสัย

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการสังเกตที่ได้จากกิจกรรม “กล่องดำปริศนา”

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเกิดกรอบความคิดที่ว่า “กล่องดำเปรียบเสมือนโลกของเรา สิ่งที่อยู่ในกล่องก็เปรียบเสมือนกับส่วนประกอบของโลก ซึ่งเราไม่รู้ว่าโลกประกอบด้วยอะไรบ้าง เกิดขึ้นมาได้อย่างไร สิ่งที่บอกได้เป็นเพียงสมมติฐานเท่านั้น ซึ่งสมมติฐานอาจเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีผู้ได้ค้นคว้าข้อมูลที่น่าเชื่อถือหรือหลักฐานมาอ้างอิงได้ดีกว่า”

### ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา

6. ครูใช้คำถามเพื่อชักจูงให้นักเรียนคิดต่อไปว่า “โครงสร้างของโลกเราเป็นอย่างไร” แล้วให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและส่วนประกอบของโลก และบันทึกข้อมูลในแบบบันทึก

#### ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบาย

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ อภิปราย และสรุปข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบของโลก นักเรียนควรสรุปได้ว่า ส่วนที่อยู่บนผิวโลกมีทั้ง ดิน หิน น้ำ รวมทั้งสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต ส่วนที่ได้โลกกลิ้งลงไปจะเป็นของแข็ง เป็นหิน แร่ และถ้าในระดับลึกมากๆ จะไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ได้เลย เพราะอุณหภูมิสูงมากพอที่จะทำให้หินหลอมละลายได้

8. ครูให้นักเรียนวาดภาพโลกของเราและจัดทำแบบจำลอง โดยใช้วัสดุในท้องถิ่น วัสดุเหลือใช้ หรือเศษวัสดุ โดยแสดงถึงส่วนประกอบต่างๆ ของโลก ตามจินตนาการของนักเรียน

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแบบจำลองและภาพวาดโลกของเรา และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับส่วนประกอบ ความสำคัญ และความแตกต่างของชั้นต่างๆ ของโลก

#### ขั้นที่ 5 ขั้นคิดค้นเพิ่มเติม

10. นักเรียนนำแบบจำลองหรือภาพวาดจากกิจกรรมไปเปรียบเทียบกับลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของโลกที่ได้จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์และนักธรณีวิทยาจากใบความรู้ เรื่อง โลกของเรา

11. ให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดโดยเขียน ฟังความคิดเรื่อง ส่วนประกอบของโลก
12. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดและอภิปรายร่วมกัน โดยใช้คำถาม

ต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์ จึงมีการศึกษาและสำรวจอวกาศและดวงดาวต่างๆ
- การนำภาพถ่ายโลกของเราและดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ มาศึกษา มีประโยชน์อย่างไรบ้าง
- การเกิดปรากฏการณ์ภูเขาไฟระเบิด น้ำพุร้อนมีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์หรือไม่ อย่างไร
- นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาส่วนประกอบของโลกไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

#### ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปและประเมิน

13. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความรู้ได้ว่า
  - โลกแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลกภายใต้ผิวโลกยังมีมวลสารก้อนมหึมาที่แข็งตัวกลายเป็นหินส่วนหนึ่งและหินบางส่วนมีลักษณะเหนียวหนืดหรือแมกมาที่พยายามดันสู่ผิวโลก เกิดภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว

- มนุษย์ควรใช้ทรัพยากรต่างๆ ของโลกอย่างระมัดระวัง ใช้อย่างคุ้มค่า มีจิตสำนึกในการช่วยกันดูแลรักษา เพื่อถนอมโลกของเราให้มีสภาพสมดุลธรรมชาติ

14. ครูให้นักเรียนเขียนคำขวัญเกี่ยวกับโลกของเรา

15. นักเรียนทำแบบฝึกหัดหลังเรียน

#### สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

##### 1. สื่อการเรียนรู้

1.1 ใบความรู้ เรื่อง โครงสร้างภายในโลก

1.2 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง โครงสร้างภายในโลก

1.3 อุปกรณ์ตามใบกิจกรรมที่ 1

##### 2. แหล่งเรียนรู้

2.1 ห้องสมุด

2.2 ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

#### กระบวนการวัดผลประเมินผล

วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่าน
1. พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	1. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60
2. การนำเสนอผลงาน	2. แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	
3. การตรวจผลงาน	3. แบบประเมินการตรวจผลงาน	

## แบบสังเกตการอภิปราย

ชื่อ..... ชื่อกลุ่ม..... ชั้น..... เลขที่.....  
 เรื่อง.....  
 วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

หัวข้อการอภิปราย	น้อย	ปาน กลาง	มาก
1. ความถูกต้องของเนื้อหา			
2. การมีส่วนร่วมในการอภิปราย			
3. ความสัมพันธ์ระหว่างกันในกลุ่ม			
4. สรุปได้อย่างมีเหตุผล			
5. ใช้เวลาได้อย่างเหมาะสม			

เกณฑ์การประเมิน 

- น้อย หมายถึง แสดงพฤติกรรม 50 %
- ปานกลาง หมายถึง แสดงพฤติกรรม 51-70 %
- มาก หมายถึง แสดงพฤติกรรม 71- 100 %

## เกณฑ์การให้คะแนน

- น้อย ให้น้ำหนักคะแนน 0 คะแนน
- ปานกลาง ให้น้ำหนักคะแนน 1 คะแนน
- มาก ให้น้ำหนักคะแนน 2 คะแนน



### แบบการประเมินผลงาน

ชื่อ..... ชื่อกลุ่ม..... ชั้น..... เลขที่.....  
 เรื่อง.....  
 วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

หัวข้อการอภิปราย	พอใช้	ดี	ดีมาก
1. ถูกต้องตามจุดประสงค์			
2. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
3. รูปแบบการนำเสนอผลงาน			
4. ถูกต้องตามเนื้อหาสาระ			
5. ตรงตามเวลาที่กำหนด			

#### เกณฑ์การประเมิน

- พอใช้ หมายถึง ผลงานตรงตามที่กำหนด 50 %
- ดี หมายถึง ผลงานตรงตามที่กำหนด 51-70 %
- ดีมาก หมายถึง ผลงานตรงตามที่กำหนด 71 % ขึ้น

#### เกณฑ์การให้คะแนน

- พอใช้ ให้นำหนักคะแนน 3 คะแนน
- ดี ให้นำหนักคะแนน 4 คะแนน
- ดีมาก ให้นำหนักคะแนน 5 คะแนน



## ใบความรู้ เรื่อง โครงสร้างภายในโลก

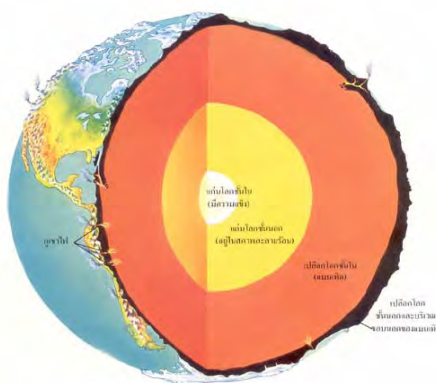
โลกของเรามีอายุประมาณ 4 – 6 พันล้านปี โดยช่วงเวลานี้ยังไม่เกิดสิ่งมีชีวิตบนโลก มนุษย์เราเพิ่งเริ่มถือกำเนิดบนโลกเมื่อประมาณ 0.003 ล้านปีมานี้เอง

โลกของเราถือกำเนิดจากการรวมตัวของอนุภาคจำนวนมากภายใต้แรงโน้มถ่วงมหาศาล จากอนุภาคเล็ก ๆ เป็นมวลขนาดใหญ่ขึ้นและใหญ่ขึ้นจนกลายเป็นดาวเคราะห์ในที่สุด

### โครงสร้างภายในโลก

รูปร่างของโลกมีลักษณะกลมแป้นคล้ายผลส้มเขียวหวาน ส่วนบนและส่วนล่างที่เป็น ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้จะแบนเล็กน้อย มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 12,700 กิโลเมตร นักวิทยาศาสตร์แบ่งส่วนประกอบของโลกได้เป็นชั้นๆ ที่สำคัญ 4 ชั้น คือ

1. เปลือกโลกชั้นนอก (earth crust)
2. เปลือกโลกชั้นใน (mantle)
3. แก่นโลกชั้นนอก (outer core)
4. แก่นโลกชั้นใน (inner core) ดังภาพข้างล่างนี้



ภาพที่ 1 โครงสร้างภายในโลก

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, [ส่วนประกอบของโลก\[ออนไลน์\]](http://www.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth02.htm), เข้าถึงเมื่อ 2 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth02.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth02.htm)

เปลือกโลก คือ ส่วนที่เป็นของแข็งห่อหุ้มโลกอยู่โดยรอบ มีความหนาประมาณ 5- 70 กิโลเมตร ส่วนที่หนาที่สุด คือ ส่วนที่เป็นเทือกเขาสูง เปลือกโลกแบ่งเป็น 2 ชั้น คือ เปลือกโลกชั้นนอก และเปลือกโลกชั้นใน

โครงสร้างภายในโลกประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. เปลือกโลก คือ ส่วนที่อยู่นอกสุดของโลกมีทั้งส่วนที่เป็นพื้นดินและพื้นน้ำ กับส่วนที่เป็นหินแข็งฝังลึกลงไปใต้ผิวดิน ส่วนนี้หนาประมาณ 6 – 35 กิโลเมตร
2. แมนเทิล คือ ส่วนที่อยู่ถัดลงไปจากเปลือกโลกประกอบด้วยหินและแร่ต่าง ๆ หนาประมาณ 3,000 กิโลเมตร บางส่วนของชั้นนี้มีหินเหลวหนืดและร้อนจัดประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ เช่น ซิลิกอน เหล็ก อะลูมิเนียม
3. แก่นโลก คือ ส่วนชั้นในสุดของโลกประกอบด้วยธาตุเหล็กและนิกเกิลเป็นส่วนใหญ่ มีความหนาแน่นมาก มีทั้งส่วนที่เป็นของแข็ง และส่วนที่ร้อนจัดจนหลอมเป็นของเหลวมีความหนาจนถึงจุดศูนย์กลางของโลกประมาณ 3,440 กิโลเมตร

เปลือกโลกมีลักษณะเป็นแผ่นหินแข็งต่อกันเหมือนกับภาพต่อ (jigsaw) ขนาดใหญ่ซึ่งเปลือกโลกมีแผ่นหลายแผ่นเรียงชิดติดกัน เรียกว่า **เพลต (Plate)** ซึ่งมีอยู่ประมาณ 20 เพลต เพลตที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ เพลตแปซิฟิก เพลตอเมริกาเหนือ เพลตอเมริกาใต้ เพลตยูเรเชีย เพลตแอฟริกา เพลตอินโดออสเตรเลีย และเพลตแอนตาร์กติก เป็นต้น เพลตทุกเพลตเคลื่อนตัวเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างอยู่ตลอดเวลา แผ่นเปลือกโลกที่อยู่ใต้ทะเลหรือมหาสมุทรเรียกว่า แผ่นมหาสมุทร (oceanic plate) จะมีความหนาน้อยกว่าแผ่นเปลือกโลกที่อยู่ใต้ทวีป เรียกว่า แผ่นทวีป (continental plate)

ใบกิจกรรมที่ 1  
เรื่อง โครงสร้างภายในโลก

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- อธิบายโครงสร้างของโลก และเขียนแผนภาพแสดงส่วนประกอบของโลกได้
- อธิบายลักษณะของเปลือกโลกได้

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำกิจกรรมและตอบคำถามต่อไปนี้

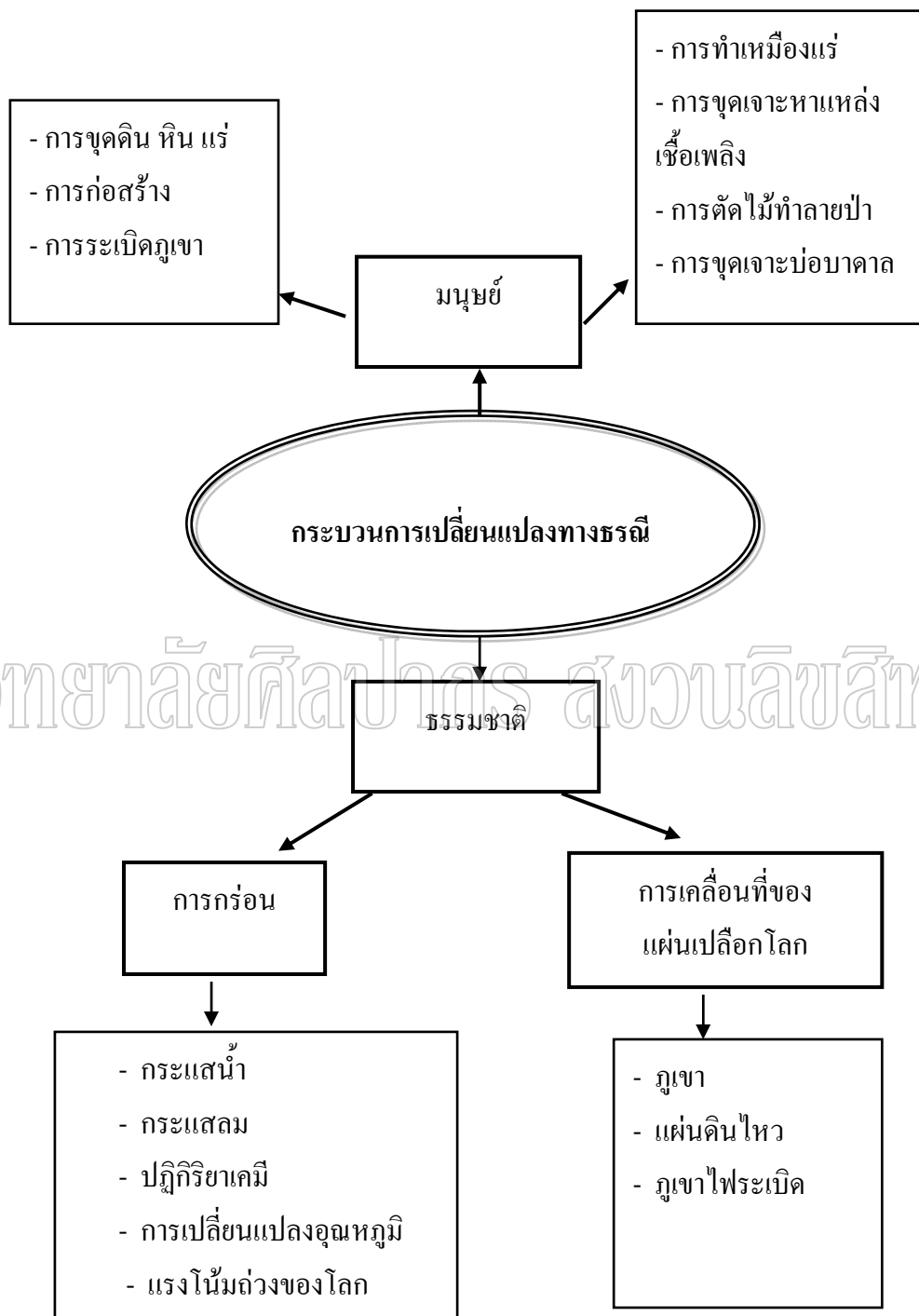
กิจกรรมที่ 1 ส่วนประกอบของโลก

ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับโลกของเราประกอบด้วยอะไรบ้าง พร้อมทั้งวาดรูปประกอบ

ให้นักเรียนบันทึกผลจากการสำรวจแผนที่โลก

ส่วนประกอบโลก	ปริมาณพื้นที่
ส่วนที่เป็นพื้นดิน	
ส่วนที่เป็นพื้นน้ำ	

### ผังความคิดสาระการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก



แผนภาพที่ 3 ผังความคิดสาระการเรียนรู้การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

ที่มา : บัญชา แสนทวี, หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ เล่ม 4 (กรุงเทพมหานคร:

สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2547 ), 106.

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

เวลา 24 ชั่วโมง

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

เวลา 6 ชั่วโมง

### สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

**มาตรฐาน ว 6.1 :** เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ภูมิประเทศและสัญญาณของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.1-3 :4** สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการยกตัว การยุบตัว และการคดโค้งโก่งงอ การผูกพันอยู่กับที่ การกร่อน การพัดพาการทับถม และผลของกระบวนการดังกล่าวที่ทำให้เกิดภูมิประเทศแตกต่างกัน

#### แนวความคิดหลัก

แผ่นเปลือกโลกมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา และแต่ละแผ่นมีทิศทางการเคลื่อนที่ต่างๆ สามารถแบ่งการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกออกเป็น 3 แบบ คือ เคลื่อนที่มาชนกัน เคลื่อนที่แยกจากกัน และเคลื่อนที่แบบสวนกัน ซึ่งมีผลทำให้เกิดกระบวนการทางธรณีวิทยา เช่น การคดโค้งโก่งงอการยกตัวและยุบตัว การผูกพันอยู่กับที่ การกร่อน การพัดพา และการทับถม

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทดลองการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก กระบวนการคดโค้งโก่งงอ การยกตัวและยุบตัวของเปลือกโลก

2. อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก กระบวนการคดโค้งโก่งงอ การยกตัวและยุบตัว การผูกพันอยู่กับที่ การกร่อน การพัดพา และการทับถมได้

#### สาระการเรียนรู้

1. การคดโค้งโก่งงอ
2. การยกตัวและยุบตัว
3. การผูกพันอยู่กับที่
4. การสึกกร่อน พังทลายและกัดเซาะ
5. การพัดพาและทับถม

## กระบวนการจัดการเรียนรู้

### ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการคดโค้งโก่งงอ โดยครูค้นกระดาษเข้าหากันและใช้คำถามดังต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่า การโค้งโก่งงอของกระดาษเกิดขึ้นจากอะไร

แนวตอบ (เกิดจากแรงกระทำของมือทั้งสองข้างดันเข้าหากัน)

- นักเรียนคิดว่า สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกนอกจากการคดโค้งโก่งงอแล้วน่าจะมีอะไรบ้าง

- แนวตอบ (การยกตัวและยุบตัว การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน การพัดพาและทับถม )

2. ครูให้นักเรียนดูภาพตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

### ขั้นที่ 2 อภิปราย

3. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ให้สมาชิกแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงาน

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

จากนั้นแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมการทดลองกลุ่มละ 1 กิจกรรม

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง การยกตัวและการยุบตัวของเปลือกโลก

กิจกรรมที่ 2 เรื่อง การพังสักร่อนของเปลือกโลก

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง การพัดพาและการทับถมกันของเปลือกโลก

### ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา

5. นักเรียนทำกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำกิจกรรม และลงมือปฏิบัติกิจกรรมสังเกตและบันทึกผล

### ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบาย

6. นักเรียนแต่ละคนนำเสนอผลงาน อธิบายและอภิปรายร่วมกันถึงผลงานของแต่ละกลุ่ม

7. นักเรียนส่งตัวแทนเสนอผลการอภิปรายของกลุ่มหน้าชั้นเรียนเพื่อหาข้อสรุป

### ขั้นที่ 5 คิดค้นเพิ่มเติม

8. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า “การยกตัวและการยุบตัวของเปลือกโลกมีผลต่อสิ่งแวดล้อมบนโลกอย่างไรบ้าง” แนวทางการนำความรู้ที่ได้จากการทดลองไปใช้ออกแบบการทดลอง ตามใบกิจกรรมที่ 2

## ขั้นที่ 6 สรุปและประเมินผล

9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม เพื่อให้ได้ผลสรุป ดังนี้  
( แผ่นเปลือกโลกมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา และแต่ละแผ่นมีทิศทางการเคลื่อนที่ต่างๆ สามารถแบ่งการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกออกเป็น 3 แบบ คือ เคลื่อนที่มาชนกัน เคลื่อนที่แยกจากกัน และเคลื่อนที่แบบสวนกัน ซึ่งมีผลทำให้เกิดกระบวนการทางธรณีวิทยา การคดโค้ง โกงงอ การยกตัวและยุบตัว การผุพังอยู่กับที่ การกัดกร่อน และพัฒนาและทับถม

### สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

#### 1. สื่อการเรียนรู้

- 1.1 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การยกตัวและการยุบตัวของเปลือกโลก
- 1.2 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การผุพังสึกกร่อนของเปลือกโลก
- 1.3 ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การพัฒนาและทับถมกันของเปลือกโลก
- 1.4 อุปกรณ์ตามใบกิจกรรม

#### 2. แหล่งเรียนรู้

##### 2.1 ห้องสมุด

##### 2.2 ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

### กระบวนการวัดผลประเมินผล

วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่าน
1. สังเกตการอภิปราย	1. แบบสังเกตการอภิปราย	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60
2. สังเกตการนำเสนอผลงาน	2. แบบประเมินการนำเสนอ	
3. ตรวจสอบผลงาน	3. แบบประเมินการตรวจสอบผลงาน	

## ใบกิจกรรมที่ 1

### เรื่อง การยกตัวและการยุบตัวของเปลือกโลก

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง อธิบายการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรม และตอบคำถามต่อไปนี้

#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
2. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

#### อุปกรณ์

กระดาษ 1 แผ่น

#### วิธีการทดลอง

1. นำแผ่นกระดาษ 1 แผ่นวางไว้บนพื้นราบ
2. ใช้นิ้วมือกดแผ่นกระดาษทั้ง 2 ข้าง
3. ออกแรงดันแผ่นกระดาษเข้าหากัน สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น พร้อมบันทึกผล

#### ตารางบันทึกผล

สถานการณ์	ผลที่เกิดขึ้น
.....	.....
.....	.....
.....	.....

#### อภิปรายผล

1. การยกตัวและการยุบตัวของเปลือกโลกมีผลต่อสิ่งแวดล้อมบนโลกอย่างไร.....

.....

2. จากแผนภาพ นักเรียนคิดว่าเปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



ภาพที่ 1 เขาฟิงกันและเขาตะปู

ที่มา: องค์การส่งเสริมการท่องเที่ยว, ทะเลไทย[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้

จาก [http://www.talaythai.com/issue/phangnga\\_park/p04.php3](http://www.talaythai.com/issue/phangnga_park/p04.php3)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

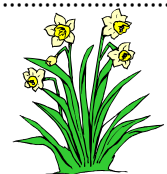
สรุปผลของกิจกรรม

.....

.....

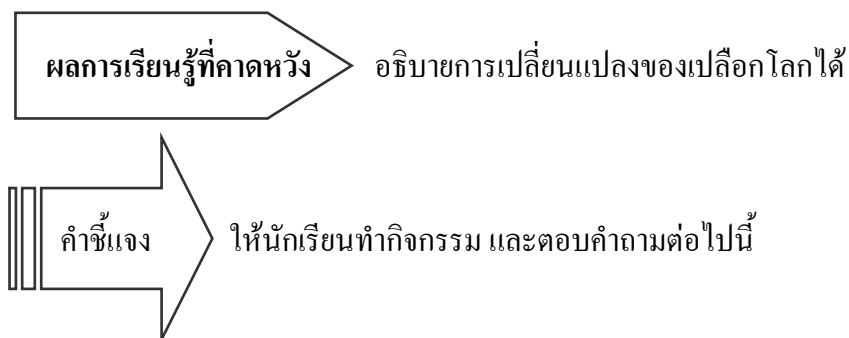
.....

.....



## ใบกิจกรรมที่ 2

### เรื่อง การผูกพันสีกร่อนของเปลือกโลก



#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
2. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

#### อุปกรณ์

1. บีกเกอร์ขนาด 50 2 ใบ
2. ก้อนหิน
3. กรดซัลฟิวริก
4. น้ำกลั่น
5. กระดาษกรอง



#### วิธีการทดลอง

1. ใส่ก้อนหินลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และ 2
2. ใส่น้ำกลั่นและกรดซัลฟิวริกในบีกเกอร์ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยา

#### พร้อมทั้งบันทึกผล

3. เทของเหลวจากบีกเกอร์ใบที่ 1 และ 2 ใส่หลอดทดลอง สังเกตของเหลวในหลอด

#### ทดลอง

4. นำของเหลวมากรองด้วยกระดาษกรอง สังเกตสิ่งที่เหลือ พร้อมทั้งบันทึกผล

### ตารางบันทึกผล

ใส่น้ำกลั่นลงในใบที่ 1	ใส่กรดซัลฟิวริกลงในใบที่ 2	เมื่อนำของเหลวมากรอง
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

### อภิปรายผล

1. การฟุ้งสีกร่อนของเปลือกโลกมีผลต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร

.....  
 .....

2. จากภาพนักเรียนคิดว่าเปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



ภาพที่ 2 ถ้ำทะเล ตำบลเขากอบ อำเภอห้วยยอด จังหวัดตรัง

ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี, [ถ้ำทะเล](#)[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก

[http://www.dmr.go.th/Attractive\\_Geo/south/s07.html](http://www.dmr.go.th/Attractive_Geo/south/s07.html)

.....

.....

.....

.....

.....

**สรุปผลของกิจกรรม**

.....

.....

.....

.....



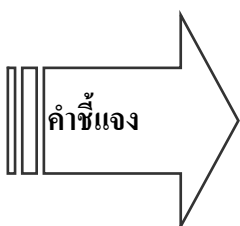
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

### ใบกิจกรรมที่ 3

#### เรื่อง การพัฒนาและการทับถมกันของเปลือกโลก

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

อธิบายการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกได้



คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำกิจกรรม และตอบคำถามต่อไปนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
2. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธานี สงวนลิขสิทธิ์

อุปกรณ์

1. กระบะ
2. ถังน้ำ
3. สายยาง
4. โต้ะ
5. กรวดและทราย
6. น้ำ



### วิธีการทดลอง

1. นำกระบอกมาใส่กรวดและทราย แล้วทำให้เกิดช่องน้ำตรงกลางเป็นรูปคดเคี้ยว
2. นำน้ำใส่ถึงน้ำทั้ง 2 ใบ
3. จัดให้กระบอกเอียงทำมุมประมาณ 15 องศา กับแนวระดับ แล้วต่อสายยางให้น้ำไหลจากถังผ่านช่องน้ำ แล้วบันทึกผลที่เกิดขึ้น
4. ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 1 -3 แต่จัดวางกระบอกให้เอียงทำมุมประมาณ 30 องศา กับแนวระดับ

### ตารางบันทึกผล

ความลาดเอียงของกระบอก	ผลที่เกิดขึ้น
15 องศา	.....
30 องศา	.....

### อภิปรายผล

1. เมื่อปล่อยน้ำไหลผ่านฝั่งน้ำที่มีความคดเคี้ยว และกระบอกทำมุมต่างกันฝั่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือแตกต่างกัน อย่างไร

.....

.....

2. ในการทดลองแต่ละครั้งลักษณะของฝั่งน้ำบริเวณต้นน้ำกับบริเวณปลายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

.....

.....

### สรุปผลของกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

### แบบฝึกหัด

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. บอกหลักฐานที่แสดงว่าเปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลง.....

.....

2. แผ่นดินไหวมักเกิดขึ้นบริเวณใดของแผ่นเปลือกโลกเพราะเหตุใด

.....

3. ให้นักเรียนอภิปรายถึงสาเหตุของการเกิดคลื่นยักษ์สึนามิที่ชายฝั่งทะเลอันดามัน

.....

4. ผลของการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกมีอย่างไรบ้าง.....

.....

5. ยกตัวอย่างสถานที่ในประเทศไทยที่เกิดจากกระบวนการยกตัว การยุบตัว และการคดโค้ง โกงังงอ การคูดังอยู่กับที่ การกร่อน การพัดพา การทับถม.....

.....

.....

.....

.....

### เฉลยแนวคำตอบ แบบฝึกหัด

1. หลักฐานที่แสดงว่าเปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลง คือ 1.1 การเคลื่อนตัวของทวีป 1.2 การระเบิดของภูเขาไฟ 1.3 การเกิดแผ่นดินไหว 1.4 การสึกกร่อน พังทลาย 1.5 การทับถม

2. แผ่นดินไหวมักเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นเปลือกโลกทั้งนี้เพราะแผ่นเปลือกโลกเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา บริเวณรอยต่อจึงมีโอกาสดเกิดการกระทบกระแทกได้ง่าย และถ้าการกระทบกระแทกเกิดขึ้นอย่างแรงจนเป็นเหตุให้เปลือกโลกบริเวณนั้นฉีกขาดตามแนวระดับหรือทรุดตัวลงอย่างรวดเร็ว

## ใบความรู้ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

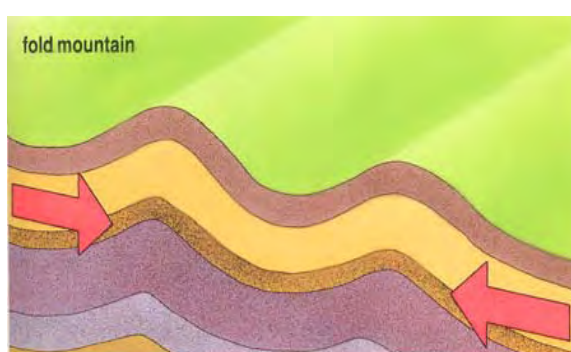
### ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก เกิดจากแรงกระทำ 2 ส่วน ได้แก่

**1. แรงกระทำจากภายในเปลือกโลก (Tectonic Forces)** เกิดจากการเคลื่อนตัวของของเหลวภายในเปลือกโลก การหดหรือขยายตัวของของเหลวร้อนภายในเปลือกโลกนี้ทำให้เกิดแรงดันและปริมาณความร้อนมหาศาลที่กระทำต่อเปลือกโลกได้ สามารถแยกออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

**1.1 กระบวนการโก่งตัวของเปลือกโลก (Diastrophism)** ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเปลือกโลกในลักษณะการโก่งงอตัว การยกตัวของเปลือกโลก

การโก่งตัวที่เกิดจากแรงดันภายในเปลือกโลก การบีบอัดฐานของชั้นหินที่โค้งงอเข้าหากัน ทำให้ดินส่วนหน้าโก่งโค้งเพิ่มขึ้น ส่วนที่โค้งขึ้นเรียกว่า ชั้นหิน โค้งรูปประทุน ส่วนที่โค้งลงเรียกว่า ชั้นหิน โค้งรูปประทุนหยาย



ภาพที่ 3 การเกิดภูเขาที่เกิดจากการคดโค้ง (fold mountain)

ที่มา : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth06.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth06.htm)



ภาพที่ 4 การโค้งงอของหินที่เกิดจากการบีบอัดเปลือกโลกเข้าหากัน

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, การเปลี่ยนแปลงของโลก[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10

พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth07.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth07.htm)



ภาพที่ 5 เทือกเขาปิเรนีส ประเทศฝรั่งเศส

ที่มา : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10

พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth07.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth07.htm)

เทือกเขาปิเรนีสประเทศเกิดจากหินละลายร้อนที่ถูกบีบอัดเป็นเวลานานหลายล้านปี  
เกิดการคดโค้ง โกงตัวขึ้นกลายเป็นเทือกเขา

**การยกตัวของเปลือกโลกตามแนวรอยเลื่อนหรือรอยแตก**

การบีบอัดของเปลือกโลกที่มีรอยแตกเข้าหากันทำให้เปลือกโลกชั้นที่อยู่ระหว่างแรง  
บีบนี้ถูกยกตัวขึ้นตามแนวรอยเลื่อนทำให้เกิดเป็นภูเขาแบบบล็อก และที่ราบสูง



ภาพที่ 6 เทือกเขาวาซาคซ์ ในสหรัฐอเมริกา

ที่มา : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth07.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth07.htm)

## 1.2 กระบวนการเคลื่อนตัวของหินละลายภายในเปลือกโลก (Volcanism)

ผืนแผ่นดินของโลกแต่ละผืนมีความหนาประมาณ 100 กม. อยู่บนผิวหน้าของชั้นหินละลายภายในเปลือกโลก ดังนั้นผืนแผ่นดินแต่ละผืนจึงสามารถเคลื่อนตัวได้ หินละลายร้อนนี้ก็คือลาวาที่ภูเขาไฟพ่นออกมานั่นเอง กระบวนการเคลื่อนตัวของหินละลายภายในเปลือกโลก เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน เกิดแผ่นดินไหวและเกิดการระเบิดของภูเขาไฟ

### ภูเขาไฟ

เป็นภูเขาที่เกิดจากหินหนืดภายในโลกพุ่งออกมาสู่พื้นผิวโลกจำแนกตามชนิดการปะทุว่าเป็นชนิดรุนแรงหรือสงบเงียบ



ภาพที่ 7 การปะทุของภูเขาไฟ

ที่มา : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, การเปลี่ยนแปลงของโลก [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth08.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth08.htm)



ภาพที่ 8 ภูเขาไฟระเบิด

ที่มา : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth09.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth09.htm)



ภาพที่ 9 ภูเขาไฟซากุระจิม่า ประเทศญี่ปุ่น

ที่มา : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth09.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth09.htm)

**แผ่นดินไหว** เกิดจากการเคลื่อนไหวหรือการสั่นสะเทือนอย่างฉับพลันภายในเปลือกโลก ทำให้เกิดรอยแยกในแผ่นดิน อาจทำให้บางส่วนของพื้นที่ท้องทะเลและพื้นที่แถบชายฝั่งลดระดับต่ำลงหรือยกตัวสูงขึ้น หรือทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม เมื่อแผ่นดินไหวเกิดขึ้นน้ำจะทำให้เกิดคลื่นใต้น้ำ การสั่นสะเทือนบางครั้งเบามากจนแทบไม่รู้สึกรู้สึ แต่บางครั้งรุนแรงจนเกิดการทำลายสิ่งก่อสร้าง



ภาพที่ 10 ความสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวที่ทำให้แผ่นดินถล่มและมีการเลื่อนตัวของแผ่นดิน  
ที่มา : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, ส่วนประกอบของโลก [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน  
2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth10.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth10.htm)

## 2. แรงกระทำจากภายนอกเปลือกโลก (Gradational Forces) เป็นผลต่อเนื่องจาก

พลังงานของดวงอาทิตย์ที่ผ่านทางตัวกระทำต่าง ๆ เช่น อากาศ ลม น้ำ หิมะ และธารน้ำแข็ง ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีและทางกายภาพ ตลอดจนการกระทำของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับเปลือกโลก เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก 2 ลักษณะคือ

### 2.1 กระบวนการลดความสูงของเปลือกโลก (Degradation) เป็นการกัด

กร่อนพังทลาย ที่อาศัยตัวกระทำต่าง ๆ ตามธรรมชาติ ทำให้เปลือกโลกค่อย ๆ ผุกร่อนและพังทลายลง อันเป็นผลทำให้พื้นที่สูงในลักษณะต่าง ๆ ลดระดับความสูงลง

การกัดเซาะของน้ำฝน เมื่อฝนตกลงบนพื้นผิวโลก น้ำฝนส่วนที่ไหลอยู่บนพื้นจะเซาะและพัดพาส่วนที่สึกกร่อนไปตามความลาดเอียง จนกระทั่งมาถึงแม่น้ำใหญ่ การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นในระยะเวลายาวนาน ร่องธาร แผ่นดินถล่ม และเสาดิน เป็นลักษณะภูมิประเทศที่เกิดจากการกัดเซาะของน้ำฝน



ภาพที่ 11 เห็ดเมืองฝ้าย จังหวัดแพร่ ที่เกิดจากการกัดเซาะของน้ำฝน

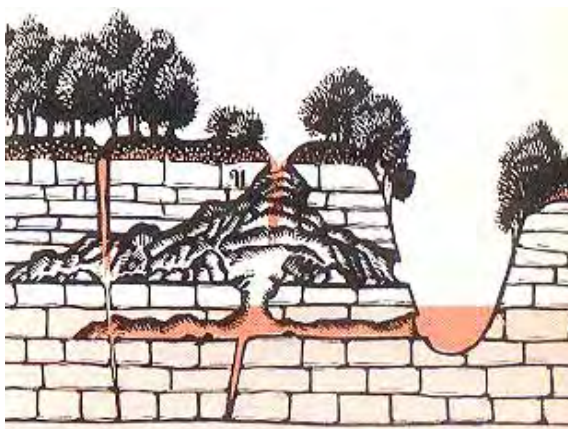
ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth10.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth10.htm)



ภาพที่ 12 เสาหิน จังหวัดน่านที่เกิดจากการกัดเซาะของน้ำฝน

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth11.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth11.htm)

การผุพังอยู่กับที่ เมื่อโลกดูดซับน้ำฝนไว้และแทรกซึมอยู่ตามช่องว่างอนุภาคดินและทราย หรือซึมลงไปตามรูพรุนในหิน เมื่อน้ำนำกรดคาร์บอนที่ได้จากคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ และจากอินทรีย์วัตถุที่สลายตัว ไหลซึมผ่านชั้นหินปูนจะทำให้เกิดการผุพังทางเคมี ถ้ากรดกัดเซาะหินก็จะได้น้ำที่มีหินปูนละลายในรูปสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต ถ้าเป็นบริเวณที่หินปูนมีลักษณะแบนราบพื้นดินอาจพัง ทำให้เกิดเป็นหลุม แผ่นดินถล่ม



ภาพที่ 13 ชั้นหินที่ถูกกัดเซาะทำให้เกิดโพรง

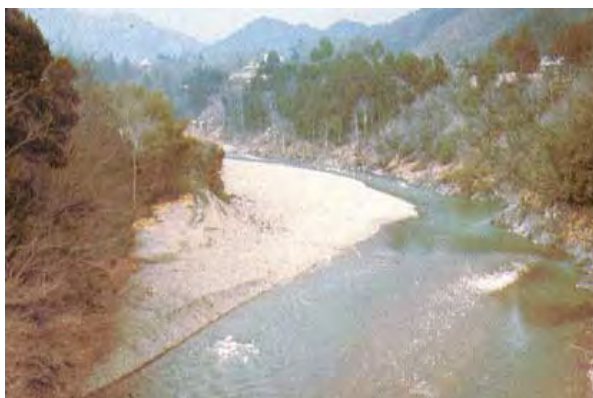
ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth12.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth12.htm)

**การกัดเซาะของแม่น้ำ** แม่น้ำมักมีแหล่งต้นน้ำอยู่บริเวณภูเขาสูงซึ่งอาจไหลมาจากธารน้ำแข็งละลายหรือมีฝนตกหนักในเขตป่าเขา แม่น้ำตอนบนจะมีกระแสไหลเชี่ยว เกิดการกัดเซาะพื้นดินในแนวตั้งทำให้มีฝั้งเป็นหุบเขารูปตัววีเกิดขึ้น ตอนกลางของแม่น้ำเป็นระยะหนอง ทำให้หุบเขากว้างขึ้น ฝั้งชันน้อยลง มีคิ่งน้ำมากขึ้น ในขณะที่แม่น้ำไหลไปตามคิ่งกระแส น้ำทางฝั้งด้านนอกของวงโค้ง จะไหลเร็ว จึงเกิดการกัดเซาะ



ภาพที่ 14 การกัดเซาะพื้นดินในแนวตั้งทำให้เกิดเป็นหุบเขารูปตัววี

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth13.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth13.htm)



ภาพที่ 15 การกัดเซาะของฝั่งด้านนอกหรือท้องคุ้งของแม่น้ำ

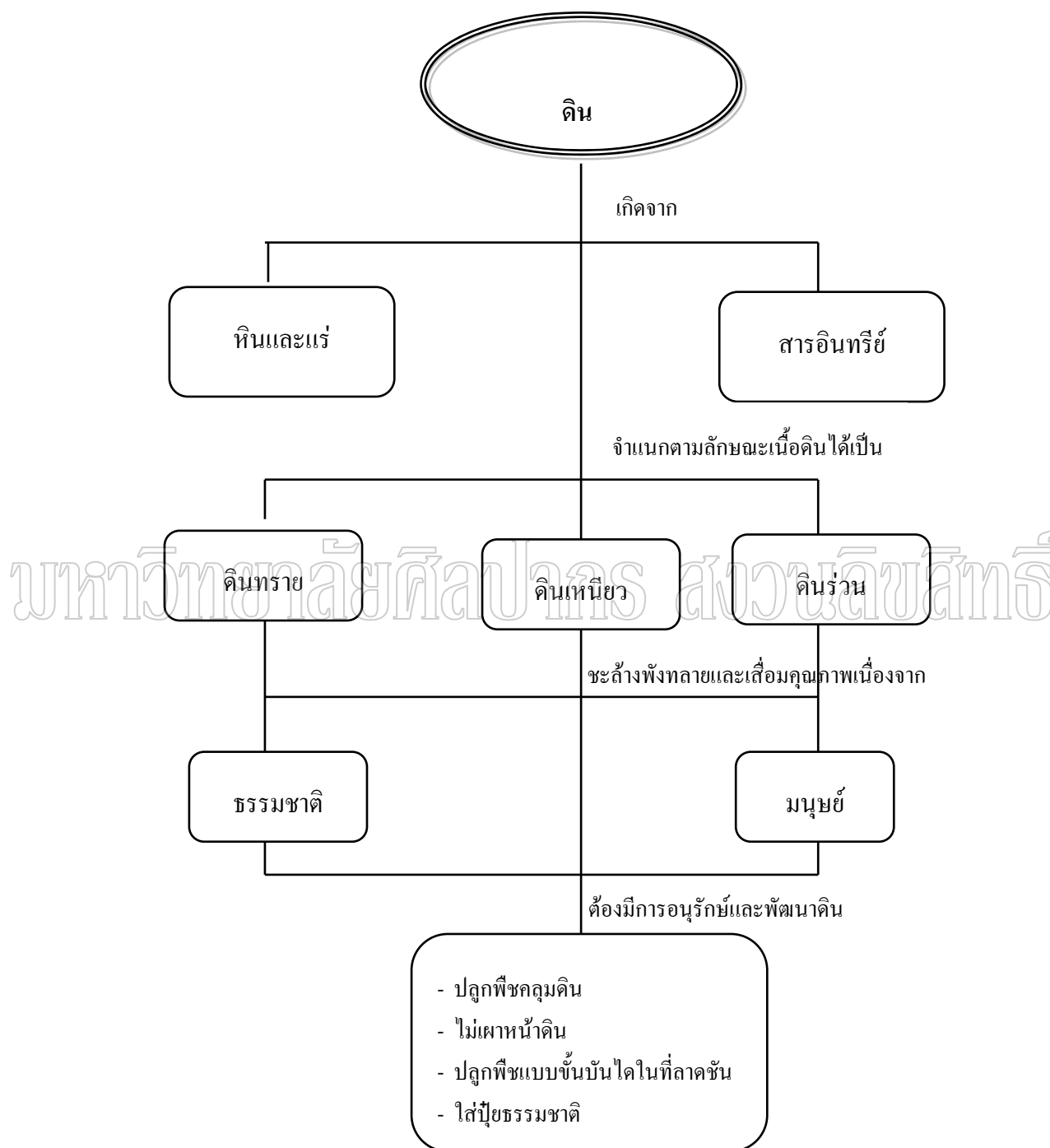
ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth13.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth13.htm)



ภาพที่ 16 การกัดเซาะบริเวณชายฝั่งทะเล

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก[ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550. เข้าถึงได้จาก [http://dusithost.dusit.ac.th/~sci\\_instrument/sci6/3earth13.htm](http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth13.htm)

### ผังความคิดสาระการเรียนรู้ ดิน



แผนภาพที่ 4 ผังความคิดสาระการเรียนรู้ ดิน

ที่มา: ทวีศักดิ์ บุญบุชาไชยและสำราญ พฤกษ์สุนทร, คู่มือktivเข้มเพิ่มคะแนนสอบโลก คาราศาสตร์ และอวกาศ (กรุงเทพมหานคร: บริษัทธนัการพิมพ์, 2550), 15.

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

เวลา 24 ชั่วโมง

เรื่อง ดิน

เวลา 6 ชั่วโมง

#### สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว.6.1 : เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ภูมิประเทศ และสัญญาณของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.1-3 : 5 ตำราตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับชั้นหน้าตัดของดิน สมบัติของดิน การปรับปรุงคุณภาพของดิน และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### แนวความคิดหลัก

ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกันตามชนิดของหินต้นกำเนิด และตามสภาพแวดล้อมหรือลักษณะภูมิประเทศ นอกจากภูมิประเทศจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการกำเนิดดิน ยังมีปัจจัยอื่น คือ วัตถุต้นกำเนิดดิน สภาพภูมิประเทศ ถึงมีชีวิต ซึ่งจะเห็นได้จากการเปิดผิวน้ำดินไปตามแนวคิงที่เรียกว่า ชั้นหน้าตัดดิน นักวิทยาศาสตร์กำหนดชื่อชั้นดินจากหน้าตัดดิน เป็นชั้น

ชั้น 0 ตามปกติจะอยู่ตอนบนสุดของหน้าตัดดิน ประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุเป็นส่วนใหญ่ ชั้นดินแบบนี้มักจะมีอยู่เฉพาะภูมิประเทศที่เป็นป่าไม้หรือทุ่งหญ้า

ชั้น A เป็นชั้นดินที่อยู่ตอนบนถัดจากชั้นจะเป็นชั้นที่มีอินทรีย์วัตถุผสมอยู่มากกว่าชั้นดินอื่น

ชั้น B เป็นชั้นหลักของหน้าตัดดิน และมักจะหนากว่าชั้นอื่น มีโครงสร้างของดินชัดกว่าชั้นอื่น มีการสะสมเพิ่มพูนของอนุภาคดินเหนียว เหล็ก อะลูมิเนียมออกไซด์ มีปริมาณของอนุภาคขนาดดินเหนียวสูงกว่าส่วนบนของหน้าตัดดิน

ชั้น C เป็นชั้นที่เหมือนกับวัตถุต้นกำเนิดของดินชั้นบน ประกอบด้วยส่วนปรักหักพังของหินและแร่ที่กำลังสลายตัว

จากการศึกษาชั้นหน้าตัดดิน ทำให้สามารถศึกษาการกำเนิดดิน โครงสร้างของดิน สมบัติของดินในท้องถิ่นได้ เช่น สีของดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน ดินในแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะและสมบัติต่างกัน การนำไปใช้ประโยชน์จึงต่างกัน และเพื่อให้ผลิตที่ดีจึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพของดินให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ และการช่วยกันดูแลรักษาดิน และการใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่า

### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทดสอบ และอธิบายสมบัติบางประการของดิน
2. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพชั้นหน้าตัดของดิน การกำเนิดดิน
3. อภิปรายและเสนอแนะการปรับปรุงคุณภาพของดินให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์

### สาระการเรียนรู้

1. ลักษณะทั่วไปของดิน
2. สมบัติบางประการของดิน
3. การปรับปรุงคุณภาพของดิน

### กระบวนการจัดการเรียนรู้

#### ขั้นที่1 สร้างความสนใจ

1. ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของดินที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ยกตัวอย่างประกอบ

2. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสถานการณ์ตัวอย่าง และบันทึกความคิดเห็นของกลุ่ม
3. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความคิดเห็นของกลุ่ม

ด.ช.วิศรุตเป็นเด็กขยันอยู่บ้านจะช่วยพ่อแม่ทำงานทุกอย่างที่ช่วยได้ เมื่อวานพ่อซื้อต้น มะม่วงมาจากตลาด พ่อจึงชวน ด.ช. วิศรุต ไปช่วยปลูก ต้นมะม่วงในสวนด้วยกัน นับเป็นครั้งแรกที่เขามีโอกาสได้เข้ามาในสวนกับพ่อ ด.ช.วิศรุต อาสาขุดหลุมปลูกต้นมะม่วงด้วยตนเอง ในขณะที่ขุดดินอยู่นั้นเขาพบว่าดินขุดยากมากเนื่องจาก มีเศษใบไม้ เศษไม้ ก้อนหินขนาดต่างๆ และสิ่งอื่นที่เล็กมาก จนแทบมองไม่ออกว่าเป็นอะไร ปนอยู่ในดินบริเวณนั้นเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่น ไส้เดือนเล็กๆ เป็นจำนวนมาก ด.ช.วิศรุต จึงเกิดความสงสัยว่าดินมาจากไหนทำไมเวลาขุดลงไปลึกมากๆ ดินจึงมีลักษณะขุดง่าย

- จงวิเคราะห์ว่าสิ่งต่างๆ ที่พบในดินมีความสำคัญกับพืชหรือไม่  
อย่างไร จงอธิบาย

- ถ้านักเรียนเป็นนักสำรวจทรัพยากรดินนักเรียนจะอธิบายการเกิดดินให้ ด.ช. วิศรุต เข้าใจได้อย่างไร พร้อมอธิบายถึงลักษณะสำคัญของดินแต่ละประเภท

### ขั้นที่2 อภิปราย

4. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนคิดว่าชั้นของดินเป็นอย่างไร และมีวิธีการจำแนกชั้นของดินโดยใช้วิธีการใด
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งสมมติฐาน และวาดภาพลักษณะของดินตามความคิดเห็นของกลุ่ม

### ขั้นที่3 สำรวจและค้นหา

6. ให้นักเรียนเตรียมดินมาจากบ้าน โดยกำหนดพื้นที่ในการทดสอบดินประมาณ 1 เมตร × 1 เมตรนำดินตัวอย่างในส่วนที่ลึกลงไป 10 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร ประมาณ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
7. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง และบันทึกผลตามใบกิจกรรมที่ 1

### ขั้นที่4 อธิบาย

8. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากขั้นสำรวจมาอภิปรายร่วมกันทั้งกลุ่ม ตัวแทนนำเสนอผลการทดลองของกลุ่มหน้าชั้นเรียน และหาข้อสรุปว่าดินมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

### ขั้นที่5 คิดค้นเพิ่มเติม

9. ครูให้นักเรียนเก็บตัวอย่างดิน โดยนำตัวอย่างดินใส่ลงในถุงหรือกล่องพลาสติกที่มีฝาปิด ตีฉลากแต่ละถุงด้วยชื่อจุดที่ศึกษาและข้อมูลของดินที่สำรวจ
10. นักเรียนร่วมกันอภิปรายลักษณะของดินชั้นบนและดินชั้นล่างและคุณสมบัติของดินตัวอย่าง

### ขั้นที่6 สรุปและประเมินผล

11. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ดินแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ
  - ดินชั้นบน มีอาหารของพืชอยู่มาก น้ำผ่านได้ดี
  - ดินชั้นล่าง อยู่ลึกจากผิวหน้าดินประมาณ 1 เมตรค่อนข้างแข็ง น้ำผ่านได้ยาก

### สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้
  - 1.1 ใบความรู้
  - 1.2 ใบกิจกรรมที่ 1 การศึกษาลักษณะของดิน

- 1.3 ใบกิจกรรมที่ 2 การศึกษาลักษณะของดิน
- 1.4 แบบฝึกหัด
- 2. แหล่งการเรียนรู้
  - 2.1 ห้องสมุด
  - 2.2 ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

#### กระบวนการวัดผลประเมินผล

วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่าน
1.สังเกตกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1. แบบประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60
2.พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	2. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	
3.พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	3. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	
4. การนำเสนอผลงาน	4. แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	
5. การตรวจผลงาน	5. แบบประเมินการตรวจ	

## ใบกิจกรรมที่ 1

### การศึกษาลักษณะของดิน



#### จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อศึกษาลักษณะของดินชนิดต่างๆ ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

#### สาระสำคัญ

ดินเกิดจากการสะสมของตะกอนวัสดุซึ่งขนาดและชนิดต่างๆ กัน ฉะนั้นดินในแต่ละบริเวณจึงมีลักษณะไม่เหมือนกัน เช่น ดินบริเวณปากแม่น้ำอาจเป็นดินเหนียวซึ่งมีเนื้อละเอียด ส่วนดินในที่ราบสูงอาจเป็นดินทรายซึ่งมีเนื้อหยาบ

#### แนวความคิดหลักที่สำคัญ

1. โครงสร้าง
2. การยึดตัว
3. เนื้อดิน
4. สีของดิน
5. การบ่อนด

#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การสังเกต
2. การจำแนกประเภท
3. การกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
4. การตั้งสมมติฐาน
5. การทดลอง

#### วัสดุและอุปกรณ์

1. แผนภาพดิน
2. ตัวอย่างดิน (อย่างน้อย 3 ชนิด)
3. จานกระดาษ สำหรับใส่ตัวอย่างดิน ตัวอย่างละ 1 ใบ พร้อมกระดาษหนังสือพิมพ์

#### สำหรับปูโต๊ะ กันเปื้อน

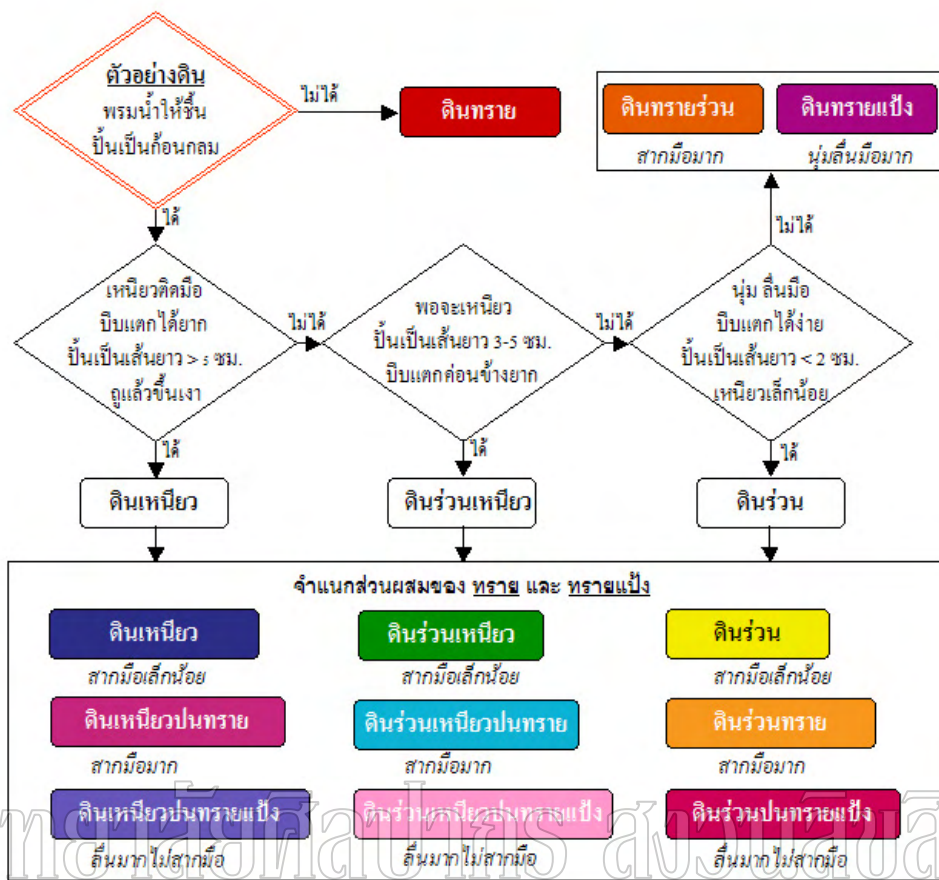
4. ที่พรมน้ำ (แบบที่ใช้รีดผ้า)
5. สมุดเทียบสีดิน (ถ้าไม่มีก็ไม่ต้องศึกษาเรื่องสีของดิน)
6. ไม้บรรทัด

7. กรดเกลือชนิดเจือจางมากๆ
8. ใบงานกิจกรรมการศึกษาลักษณะของดิน

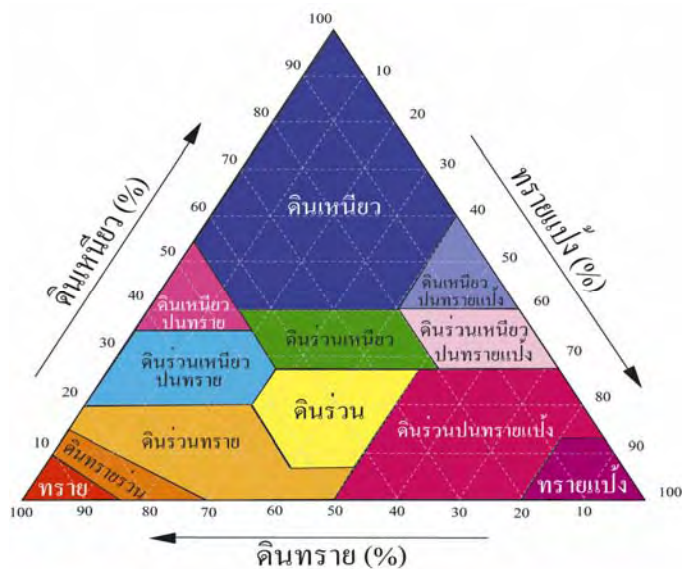
**การเตรียมล่วงหน้า** เตรียมตัวอย่างดินที่จะนำมาศึกษา จากแหล่งที่แตกต่างกัน โดยชัดเจน เช่น ท้องนา ท้องไร่ ร่องสวน พยายามเก็บตัวอย่างดินมาทั้งก้อน โดยไม่รบกวนดินเช่น ใช้ใช้จอบหรือเสียมกระแทกดิน

### ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ปูทดลอง และแจกตัวอย่างดิน พร้อมอุปกรณ์ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด
2. ศึกษาโครงสร้างดิน โดยการเปรียบเทียบกับตัวอย่างและคำอธิบายในแผ่นภาพดิน
3. ทดลองบีบเม็ดดินเพื่อศึกษาการยึดตัวของดิน
4. พรมน้ำให้ดินชื้น และเปรียบเทียบกับสมุดเทียบสีดิน และอ่านค่า
5. หลับตา และค่อยๆ ใช้นิ้วมือคลึงก้อนดินว่า สาก นุ่มลื่นมือ หรือเหนียวติดมือ
6. ทดลองปั้นดินให้เป็นเส้นยาว ตามโพลซาร์ต ในแผ่นภาพดิน เพื่อจำแนกชนิดของดิน
7. ทดสอบคาร์บอนेटโดยการหยดกรดเกลือชนิดเจือจาง
8. บันทึกค่าที่ได้ในข้อ 2 – 7 ลงในใบงานการศึกษาลักษณะของดิน
9. คุณครูทำการสรุปกิจกรรม และเฉลยที่มาของตัวอย่างดินแต่ละชนิดว่า เก็บมาจากที่ไหน เหตุผลใดดินแต่ละชนิดจึงมีความแตกต่างกันเช่นนี้



© 2004 The LEISA Project



ภาพที่ 1 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดิน

ที่มา: ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์, ขรรุณี [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2550.

เข้าถึงได้จาก <http://www.lesa.in.th/index6.htm>

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตัวอย่างดิน	โครงสร้างดิน (แบบ)	การยึดตัวของดิน (ร่วน/แน่น)	สี	เนื้อดิน (สัมผัส)	คาร์บอนต (ทำปฏิกิริยา)	ประเภทดิน (สันนิษฐาน)
1						
2						
3						

### สรุปผลการทดลอง

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

.....

.....

.....

.....

.....

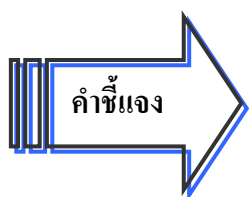
.....

.....

**ใบกิจกรรมที่ 2**  
**เรื่อง ศึกษาลักษณะของดิน**

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

เพื่อศึกษาและอธิบายลักษณะของดิน



ให้นักเรียนทำกิจกรรมและตอบคำถามต่อไปนี้

**อุปกรณ์การทดลอง**

1. บีกเกอร์ขนาดใหญ่ 2 ใบ
2. กระดาษยูนีเวอร์แซลอินดิเคเตอร์
3. พลับขูดดิน
4. แท่งแก้วคน
5. น้ำกลั่น
6. กระดาษขาว
7. ตลับเมตร

**วิธีทดลอง**

1. นักเรียนช่วยกันขูดดินในบริเวณแห่งหนึ่งให้ลึก 20 เซนติเมตร นำดินที่ขูดไปใส่ในบีกเกอร์ใบที่ 1 แล้วขูดต่อไปอีก 20 เซนติเมตร แล้วนำดินไปใส่ในบีกเกอร์ที่ 2
2. สังเกตลักษณะดินของทั้งสองบีกเกอร์ โดยให้นักเรียนเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของดินในบีกเกอร์ใบที่ 1 และใบที่ 2
3. เทน้ำลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และใบที่ 2 จนเกือบเต็ม ปิดฝา เขย่าแล้วทิ้งไว้ให้ตกตะกอน
4. ใช้แท่งแก้วคนตะกอน้ำในบีกเกอร์ใบที่ 1 และนำไปหยดบนกระดาษยูนีเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ สังเกตและเทียบกับสีกับแถบสีแดงแสดงค่า pH
5. ทำซ้ำในข้อ 4 แต่เปลี่ยนจากน้ำในบีกเกอร์ใบที่ 1 เป็นใบที่ 2
6. เทน้ำในบีกเกอร์ทั้งสองใบออก แล้วเทตะกอนลงบนกระดาษขาว

7. สังเกตสิ่งมีชีวิต ลักษณะของกรวดและหินในดินทั้งสองบีกเกอร์ บันทึกผลการทดลองในตาราง

ตารางบันทึกผลการทดลอง



ดิน	ลักษณะทั่วไป		ค่า pH	สิ่งมีชีวิต	ลักษณะของตะกอน
	สีดิน	เนื้อดิน			
บีกเกอร์ใบที่ 1 ความลึก 20 cm.					
บีกเกอร์ใบที่ 2 ความลึก 40 cm.					

วิเคราะห์ผลการทดลอง



.....

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สรุปผลการทดลอง



.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม



1. ดินในบีกเกอร์ทั้งสองใบ มีลักษณะเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร.....

.....

2. เพราะเหตุใดสีของดินในบีกเกอร์ทั้งสองจึงแตกต่างกัน จงอธิบาย.....

.....

3. ดินบีกเกอร์ทั้งสองมีค่า pH เป็นอย่างไร.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าความเป็นกรด – เบสของดิน มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่อย่างไร.....

.....

## ใบความรู้ เรื่อง ดิน

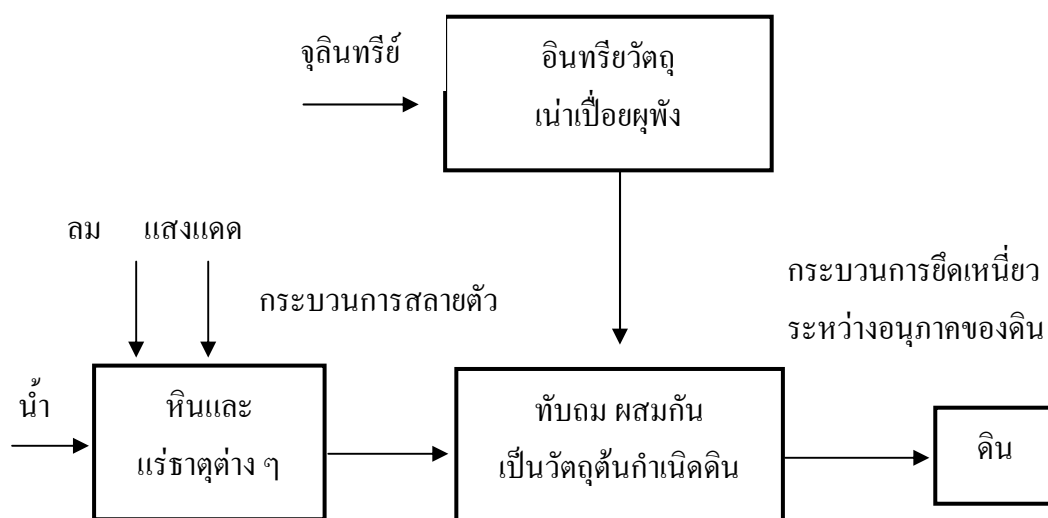


ดิน เป็นทรัพยากรธรรมชาติหมุนเวียนที่มีคุณค่าและประโยชน์ต่อมนุษย์มากมายทั้งทางเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และที่อยู่อาศัย แต่ในขณะที่เดียวกันคุณค่าและประโยชน์ดังกล่าวอาจจะหมดไปได้ถ้ามนุษย์ใช้ดินอย่างไม่คุ้มค่า คือ ใช้ดินผิดประเภทและผิดวิธี ซึ่งไม่เหมาะสมกับลักษณะของดิน ดังนั้น การใช้ดินจึงจำเป็นต้องมีการอนุรักษ์ เพื่อรักษาสภาพของดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ต่อไป

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ และให้ประโยชน์อย่างมหาศาลกับสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลก ปัจจัยสี่ที่เป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิต คือ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรคก็มีแหล่งกำเนิดมาจากดิน ดินจึงมีความสำคัญทั้งทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และที่อยู่อาศัย แต่เนื่องจากดินมีหลายชนิด และแต่ละชนิดแต่ละแห่งจะมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกันไป ดังนั้น เราจึงต้องเลือกใช้ดินให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน เช่น เลือกใช้ดินเหนียวทำเครื่องปั้นดินเผาและเครื่องเคลือบดินเผา เลือกใช้ทรายทำผลิตภัณฑ์แก้ว เป็นต้น

### ความหมายและการกำเนิดดิน

ดิน หมายถึง บริเวณพื้นที่ที่เป็นของแข็งบนเปลือกโลก ดินกำเนิดมาจากกระบวนการสลายตัวของหินและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่สลายตัวเป็นชิ้นเล็ก ๆ รวมกับอินทรีย์วัตถุทั้งหลายที่เน่าเปื่อยผุพังด้วยอิทธิพลของน้ำ ลม แสงแดด และจุลินทรีย์ในธรรมชาติ และมีการสะสมทับถมกันเป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน อนุภาคของวัตถุกำเนิดถูกยึดเหนี่ยวประกอบกันเป็นโครงสร้างสลับซับซ้อนจนกลายเป็นดินในที่สุดกระบวนการกำเนิดดินเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



แผนภาพที่ 5 กระบวนการกำเนิดดิน

ที่มา : ทวีศักดิ์ บุญบุชาไชยและตำราญ พุกภัยสุนทร, คู่มือตีพิมพ์เพิ่มคะแนนสอบโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ (กรุงเทพมหานคร : บริษัทธนัชนกรพิมพ์, 2550), 1.

ดินบนพื้นโลก แบ่งได้เป็น 2 ชั้นใหญ่ๆ คือ

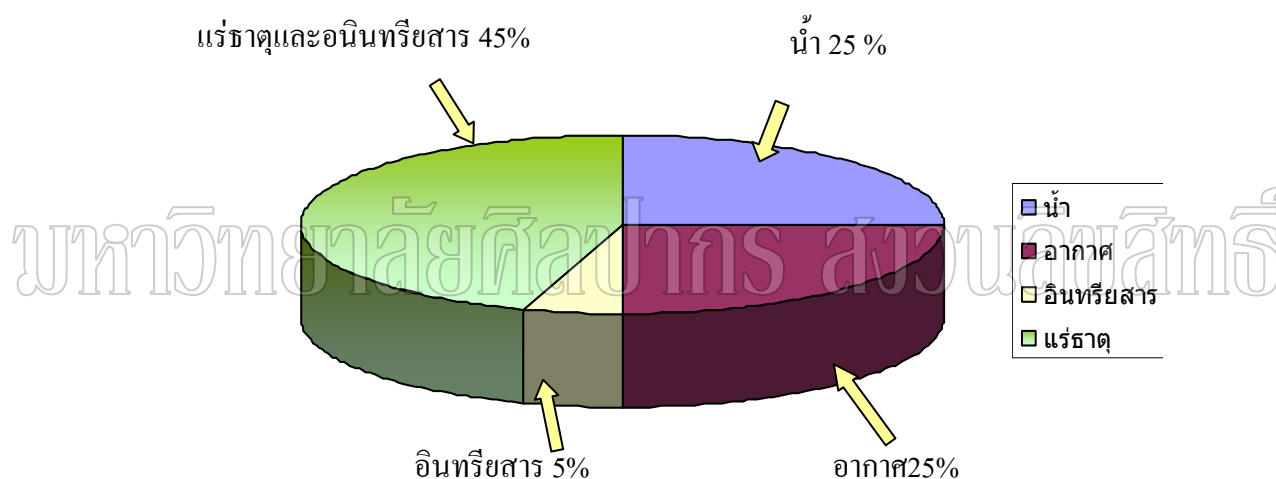
1. ดินชั้นบน เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ เพราะเต็มไปด้วยอินทรีย์วัตถุ ฮิวมัส จุลินทรีย์ และธาตุอาหารของพืช ดินชั้นนี้มีความหนาประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร
2. ดินชั้นล่าง เป็นดินที่มีแต่อินทรีย์วัตถุ ไม่มีฮิวมัสและธาตุอาหารที่พืชต้องการ ฮิวมัส หมายถึง สารที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์โดยการกระทำของจุลินทรีย์ในดินดินที่มีฮิวมัสมักมีสีน้ำตาลเข้มจนดำ ร่วนซุย เก็บความชื้นได้ดี และมีช่องว่างให้น้ำและอากาศถ่ายเทได้สะดวก

### องค์ประกอบของดิน

องค์ประกอบของดิน มีทั้งของ แข็งของเหลว และก๊าซ องค์ประกอบของดินที่เป็นของแข็ง ได้แก่ สารอนินทรีย์ และสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ได้แก่แร่ธาตุต่างๆ ที่อยู่ในเนื้อดิน ซึ่งมีปริมาณแตกต่างกัน แร่ธาตุที่มีอยู่ในดินและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส โบรอน ทองแดง สังกะสี โมลิบดีนัม และคลอรีน แร่ธาตุเหล่านี้ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ องค์ประกอบของดินที่เป็นของเหลว คือ น้ำที่อยู่ในดินทำให้ดินชุ่มชื้น และพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้

องค์ประกอบของดินที่เป็นก๊าซ คือ อากาศที่แทรกอยู่ระหว่างเม็ดดิน อากาศนี้จำเป็นในการหายใจของ สิ่งมีชีวิตในดิน และช่วยในการงอกของเมล็ด ดินที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช โดยทั่วไปนั้นประกอบด้วย แร่ธาตุๆ ที่ละลายตัวปะปนอยู่กับสารอินทรีย์ น้ำและอากาศ ในอัตราส่วน โดยประมาณ ดังนี้ คือ แร่ธาตุ 45% อากาศและน้ำอย่างละ 25% ที่เหลืออีก 5% คือ สารอินทรีย์หรือ ฮิวมัส องค์ประกอบของดิน ประกอบด้วยส่วนประกอบ 4 ส่วน คือ

1. สารอินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุ ๆ ที่ได้จากการสลายตัวของหิน
2. สารอินทรีย์ ได้จากการเน่าเปื่อยผุพังของสิ่งมีชีวิต ทั้งพืชและสัตว์
3. น้ำในดิน เป็นน้ำที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน
4. อากาศในดิน จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของรากพืชและจุลินทรีย์ในดินชั้นของดิน



กราฟที่ 1 องค์ประกอบของดิน

ที่มา : บัญชา แสนทวี, หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 4 (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด, 2547), 110.

เมื่อขุดลงไปตามความลึกในแนวตั้ง จะสังเกตเห็นดินทับถมกันเป็นชั้นๆ และมีสีแตกต่างกัน จะแบ่งออกได้เป็น 5 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นผิวดิน (surface soil) เป็นดินที่อยู่ชั้นบนสุด มีใบไม้ กิ่งไม้ ที่เพิ่งร่วงหล่นลงมา และเริ่มเน่าเปื่อยผุพังแล้วบ้างแล้ว จึงเป็นชั้นที่มีสารอินทรีย์คอลลอยด์อยู่
2. ดินชั้นบน (top soil) เป็นชั้นที่มีสารอินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ หรือเรียกว่า ฮิวมัส อยู่มาก

3. ดินชั้นล่าง ( sub soil ) เป็นชั้นของดินที่มีการทับถมกัน ลักษณะดินจะละเอียดกว่า เม็ดดินมีขนาดเล็กกว่าดินชั้นบน
4. ชั้นของวัตถุต้นกำเนิดดิน ( parent material ) เป็นชั้นที่อยู่ลึกลงไป ชั้นนี้มีซากอินทรีย์วัตถุอยู่ชั้นนี้เกิดจากการสลายตัวทางกายภาพและทางเคมีของชั้นหินดาน
5. ชั้นหินดาน ( bed rock ) เป็นชั้นหินแข็งที่อยู่ลึกที่สุด ประกอบด้วยหินก้อนใหญ่เรียงกันที่เชื่อมผูกพันมีส่วนเกี่ยวข้องกับการให้กำเนิดดินชั้นบนๆ ขึ้นมา

### สมบัติของดิน

ดินในแต่ละบริเวณมีสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ วัตถุต้นกำเนิดดิน และปริมาณขององค์ประกอบต่างๆที่อยู่ในดิน จากสมบัติของดินที่แตกต่างกันเป็นเครื่องกำหนดว่าดินแต่ละพื้นที่ควรใช้ประโยชน์ในกิจกรรมใด ที่นำมาพิจารณากำหนดคุณภาพของดินได้แก่ เนื้อดิน ลักษณะเนื้อดินที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่มีสาเหตุมาจากวัตถุต้นกำเนิดดิน ได้แก่

- ดินทราย เป็นดินที่กำเนิดมาจากดินทราย จึงมีอนุภาคขนาดค่อนข้างใหญ่และหยาบ
- ดินเหนียว มีขนาดอนุภาคเล็กมาก และเนื้อดินละเอียดมากเนื้อดินแน่นอุ้มน้ำได้ดี
- ดินร่วน มีขนาดอนุภาคที่อยู่ระหว่างดินเหนียว และดินทรายอากาศและน้ำผ่านได้ดี

การใช้ประโยชน์จากดิน มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นได้ประโยชน์จากดิน ดังนี้

1. เป็นแหล่งของปัจจัยสี่ที่จำเป็นของมนุษย์ คือ แหล่งผลิตอาหาร หรือแหล่งเพาะปลูก เป็นที่อยู่อาศัย เป็นแหล่งกำเนิดยารักษาโรค และเครื่องนุ่งห่ม
2. เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตอื่น
3. เป็นแหล่งอาหารของพืชและสัตว์อื่น
4. เป็นแหล่งค้ำจุนลำต้นพืช
5. เป็นแหล่งของแร่ธาตุต่างๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ เช่น แร่เหล็ก ดี ดีบุก
6. เป็นแหล่งทำการเกษตรและอุตสาหกรรม
7. เป็นที่รองรับของเสียและสิ่งของที่มนุษย์ไม่ต้องการ และเป็นที่พักพิงของซากพืชซากสัตว์ เมื่อประชากรมนุษย์เพิ่มมากขึ้น จึงมีความต้องการใช้ทรัพยากรเหล่านี้เพิ่มขึ้น เพื่อผลิตอาหาร เพื่อสร้าง ที่อยู่อาศัย เพื่อการพัฒนาทางด้านเกษตร และอุตสาหกรรม และกิจกรรมอื่นๆ เพิ่มขึ้น

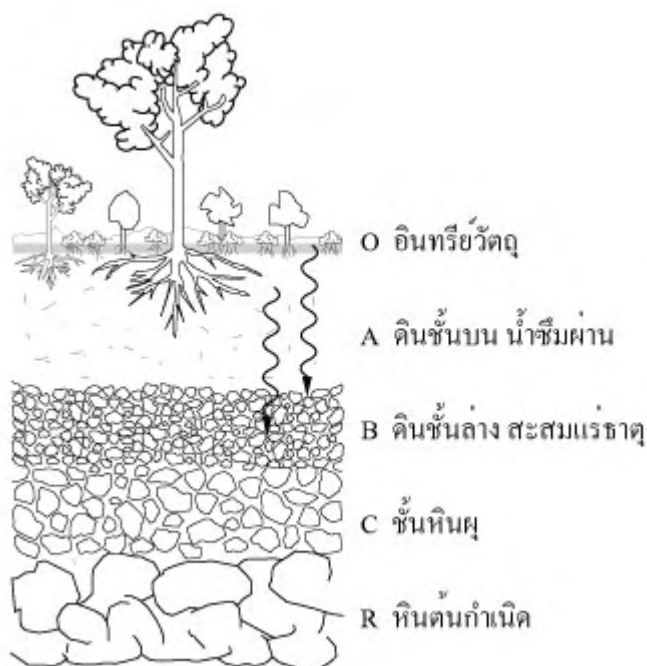
## ลักษณะทั่วไปของดิน

ในชีวิตประจำวัน ทุกคนมีส่วนเกี่ยวข้องกับดินตลอดเวลาเช่น การตั้งบ้านเรือน การเพาะปลูก และการเลี้ยงสัตว์ มักกระทำบนดิน จากการศึกษาที่ผ่านมาทำให้ทราบว่า ดินมีส่วนประกอบ สี รูปร่างและคุณสมบัติต่างกันได้ต่างกัน ดินบางชนิดเหนียว บางชนิดร่วน จึงมีความเหมาะสมในการปลูกพืชต่างชนิดกัน เพื่อให้เกิดความเข้าใจลักษณะทั่วไปของดิน เราจะศึกษาลักษณะของดินในบริเวณผิวดินว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวกับสิ่งใดบ้างและอย่างไร

ในการสำรวจผิวดินบริเวณต่าง ๆ จะพบว่าดินมีส่วนประกอบที่คล้ายคลึงกันคือมีซากพืช ซากสัตว์ที่ตายทับถมปนอยู่ในดิน เมื่อเวลาผ่านไปซากสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นจะถูกย่อยสลายกลายเป็นฮิวมัสดินที่ดีจะมีฮิวมัสมาก มีน้ำหนักเบาและซึมน้ำได้ดีทำให้ดินเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชนอกจากนี้ดินทรายยังมีรูพรุนมาก แก้สและน้ำซึมผ่านได้ง่าย แตกต่างกับดินเหนียวที่เมื่อดินจะเกาะกันแน่นทำให้น้ำและแก๊สซึมผ่านได้ยาก เป็นสาเหตุให้พืชขาดออกซิเจนและเจริญเติบโตช้า จากการศึกษา จะพบว่าดินมีลักษณะแตกต่างกัน โดยทั่วไปดินจะประกอบด้วยดินเหนียว (Clay) ทรายแป้ง (Silt) ทราย เศษหิน สารอินทรีย์ น้ำ และแก๊ส ด้วยอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เช่น ดินบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีธรณีฐานเป็นที่ราบสูง ส่วนมากประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้ง หินกรวดมนและหินดินดาน ดังนั้นดินส่วนใหญ่บริเวณนี้จึงเป็นดินปนทราย ในพื้นที่ราบและที่ราบระหว่างเนินเขาบางแห่งมีชั้นเกลือหินแทรกสลับอยู่ในกลุ่มหินเหล่านี้ทำให้ดินในบริเวณนั้นเป็นดินเค็ม เนื่องจากมีสารละลายเกลือตกตะกอนอยู่ในเนื้อดิน

## หน้าตัดดิน

ปัจจัยต่างๆ ของการกำเนิดดิน ทำให้ได้ดินที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันอย่างมาก ดินในภูมิภาคหนึ่งๆ จะมีลักษณะเฉพาะของตัวเอง เราเรียกภาคตัดตามแนวดิ่งของชั้นดินเรียกว่า “หน้าตัดดิน” (Soil Horizon) หน้าตัดดินบอกถึงลักษณะทางธรณีวิทยา และประวัติภูมิอากาศของภูมิภาคที่เกิดขึ้นมาก่อนหน้านี้นับพันปี รวมถึงว่ามนุษย์ใช้ดินอย่างไร อะไรเป็นสาเหตุให้ดินนั้นมีสมบัติเช่นในปัจจุบัน ตลอดจนแนวทางที่ดีที่สุดในการใช้ดิน แสดงตัวอย่างดังแผนภาพที่ 6



#### แผนภาพที่ 6 หน้าตัดดิน

ที่มา: ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์, ธรณี [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2550.

เข้าถึงได้จาก <http://www.lesa.in.th/index6.htm>

หน้าตัดดินประกอบด้วยดินที่ทับถมกันเป็นชั้นๆ เรียกว่า “ชั้นดิน” (Soil horizon) ชั้นดินบางชั้นอาจจะบางเพียง 2-3 มิลลิเมตร หรือหนากว่า 1 เมตร ก็ได้ เราสามารถจำแนกชั้นดินแต่ละชั้นจากสี และโครงสร้างของอนุภาคดินที่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังสามารถใช้คุณสมบัติอื่นๆ ที่แตกต่างกันระหว่างดินชั้นบนและดินชั้นล่างได้อีกด้วย ดินบางชั้นเกิดจากการพังทลายและถูกชะล้างโดยกระแสน้ำ ดินบางชั้นเกิดจากตะกอนทับถมกันนานหลายพันปี นักธรณีวิทยากำหนดชื่อของชั้นดินโดยใช้ลักษณะทางกายภาพ ดังนี้

- **ชั้นโอ (O Horizon)** เป็นดินชั้นบนสุดมักมีสีดำเนื่องจากประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุ (Organic) หรือ ฮิวมัส ซึ่งเป็นซากพืชซากสัตว์ ซึ่งทำให้เกิดความเป็นกรด ดินชั้นโอส่วนใหญ่จะพบในพื้นที่ป่า ส่วนในพื้นที่การเกษตรจะไม่มีชั้นโอในหน้าตัดดินเนื่องจากถูกไถพรวนไปหมด

- **ชั้นเอ (A Horizon)** เป็นดินชั้นบน (Top soil) เป็นส่วนที่มีน้ำซึมผ่าน ดินชั้นเอส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินแร่และอินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายสมบูรณ์แล้วอยู่ด้วย ทำให้ดินมีสีเข้ม ในพื้นที่เกษตรกรรมดินชั้นเอจะถูกไถพรวน เมื่อมีการย่อยสลายของรากพืชและมีการสะสม

อินทรีย์วัตถุ โดยปกติโครงสร้างของดินจะเป็นแบบก้อนกลม แต่ถ้าดินมีการอัดตัวกันแน่น โครงสร้างของดินในชั้นนี้จะจะเป็นแบบแผ่น

- **ชั้นบี (B Horizon)** เป็นชั้นดินล่าง (subsoil) เนื้อดินและโครงสร้างเป็นแบบก้อนเหลี่ยม หรือแท่งผลึก เกิดจากการชะล้างแร่ธาตุต่างๆ ของสารละลายต่างๆ เคลื่อนตัวผ่านชั้นเอ ลงมาสะสมในชั้นบี ในเขตภูมิอากาศชื้น ดินในชั้นบีส่วนใหญ่จะมีสีน้ำตาลปนแดง เนื่องจากการสะสมตัวของเหล็กออกไซด์

- **ชั้นซี (C Horizon)** เกิดจากการผุพังของหินกำเนิดดิน (Parent rock) ไม่มีการตกตะกอนของวัสดุดินจากการชะล้าง และไม่มีการสะสมของอินทรีย์วัตถุ

- **ชั้นอาร์ (R Horizon)** เป็นชั้นของวัตถุต้นกำเนิดดิน หรือ หินพื้น (Bedrock)

### การปรับปรุงคุณภาพของดิน

จากการสำรวจศึกษาสภาพดินในท้องถิ่นต่าง ๆ พบว่าดินแต่ละแห่งมีการใช้ประโยชน์ และการแก้ปัญหา ต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของดิน เช่น ดินบางแห่งชะล้างจากฝน สภาพพื้นผิวดิน ถูกเปลี่ยนแปลง อินทรีย์วัตถุในดินลดน้อยลงเรื่อย ๆ และมีการแก้ปัญหาโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยปรับโครงสร้างทางกายภาพของดินทำให้ดินร่วนซุยขึ้นจากข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของดินในตาราง และจากการสำรวจดิน ทำให้ทราบว่าความอุดมสมบูรณ์ของดินอาจเปลี่ยนแปลงไปได้ส่วนหนึ่งเกิดจากกระบวนการตามธรรมชาติโดยการพัดพาของน้ำและลม อีกส่วนหนึ่งเกิดจากมนุษย์เข้าไปใช้ประโยชน์จนทำให้ดินเสื่อมสภาพ เช่น การปลูกพืชชนิดเดียวติดต่อกันเป็นเวลานาน การใส่สารเคมีได้แก่ปุ๋ยและสารปราบศัตรูพืชลงในดินมากเกินไป เป็นต้น ดังนั้นเราควรระมัดระวังการใช้ประโยชน์จากดินควรมีการดูแลปรับปรุงดินอยู่เสมอเพื่อให้ดินอยู่ในสภาพที่ดีสามารถเพาะปลูกได้ในระยะเวลายาวนาน ปัญหาที่เกิดกับดินทั้งจากธรรมชาติและจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์หลายลักษณะ เช่น ดินเปรี้ยว ดินเค็ม ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ และดินฝาด เป็นต้น ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช การแก้ปัญหาดังกล่าวของดินจึงต้องใช้หลายวิธีที่แตกต่างกันดังนี้

**ดินเปรี้ยว** คือดินที่มีสภาพเป็นกรด ถ้าดินเปรี้ยวมาก ๆ พืชจะไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร เพราะสภาพทางเคมีและชีวภาพของดินได้ถูกเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช การปรับปรุงแก้ไขความเป็นกรดของดิน ใช้หลักการเดียวกับการทำสารที่เป็นกรดให้มีสภาพเป็นกลางด้วยการใส่สารที่เป็นด่างลงไปดินให้มีปริมาณเท่ากับความเป็นกรดทั้งหมดของดิน สารที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปได้แก่ปูนขาว เมื่อใช้ปูนที่มีอนุภาคละเอียดและคลุกเคล้าให้เข้ากับดินมากเท่าใดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นก็จะรวดเร็วทำให้ดินเปลี่ยนสภาพจากกรดได้เร็วขึ้นเท่านั้น

**ดินเค็ม** เป็นดินที่มีเกลืออยู่ในปริมาณมาก เนื่องจากเกลือสามารถละลายน้ำได้ดีมาก ระดับความเข้มข้นของเกลือในดินสูง ทำให้พืชไม่สามารถดูดน้ำจากดินมาเลี้ยงลำต้น ไม้พืชจึงเหี่ยวและใบไหม้ การปรับปรุงมักจะใช้น้ำจืดชะล้างแล้วทำทางระบายน้ำเกลือทิ้ง หรือใส่แคลเซียมซัลเฟต หรือกำมะถันผง เพื่อปรับสภาพดินให้กลายเป็นเกลือโซเดียมซัลเฟตที่น้ำชะล้างออกได้ง่าย

**ดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์** ส่วนใหญ่เป็นปัญหาด้านเนื้อดิน ดินประเภทนี้มีลักษณะเนื้อหยาบดูดซับน้ำและแร่ธาตุได้น้อยไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของพืช สามารถแก้ปัญหาคือโดยใส่อินทรีย์วัตถุลงในดินอย่างสม่ำเสมอ อินทรีย์วัตถุจะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ เพิ่มการดูดซับน้ำ และช่วยในอนุภาคดินเกาะยึดกันเป็นเม็ดที่ทนทานต่อการกัดเซาะของน้ำฝน หรือน้ำไหลบ่าได้ดีขึ้น ส่วนดินเนื้อละเอียดแน่นรากพืชชอนไชได้ยาก สามารถแก้ปัญหาคือเช่นเดียวกับดินเนื้อหยาบ เพราะอินทรีย์วัตถุสามารถช่วยให้ดินมีรูพรุนและร่วนซุยมากขึ้น หรือมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและระบายน้ำได้ดีขึ้นอีกด้วย **ดินฝืด** เป็นดินที่มีสภาพเป็นเบสมาก ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชเช่นกัน แต่เป็นสภาพของ ดินที่แก้ไขปรับปรุงได้ยาก มีความซับซ้อนมาก

## มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

### เฉลยใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ดิน

#### วิเคราะห์ผลการทดลอง

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน มีผลทำให้ดินมีสีแตกต่างกัน ค่า pH ความเป็นกรด - เบสของดิน จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะพืชแต่ละชนิดเหมาะแก่การเจริญเติบโตในดินที่มีค่า pH แตกต่างกัน

#### สรุปผลการทดลอง

ลักษณะทั่วไปของดิน ค่า pH ลักษณะของตะกอนและสิ่งมีชีวิตในดินจะมีความแตกต่างกันเนื่องจากดินเป็นดินที่มาจากบริเวณและพื้นที่ต่างกัน

#### คำถามท้ายกิจกรรม

1. พิจารณาตามลักษณะของดินในแต่ละกลุ่ม
2. เพราะปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินแต่ละชนิดแตกต่างกัน ทำให้ดินมีสีแตกต่างกันด้วย
3. พิจารณาตามลักษณะของดินในแต่ละกลุ่ม
4. มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะพืชแต่ละชนิดเจริญเติบโตในดินที่มีค่า pH แตกต่างกัน

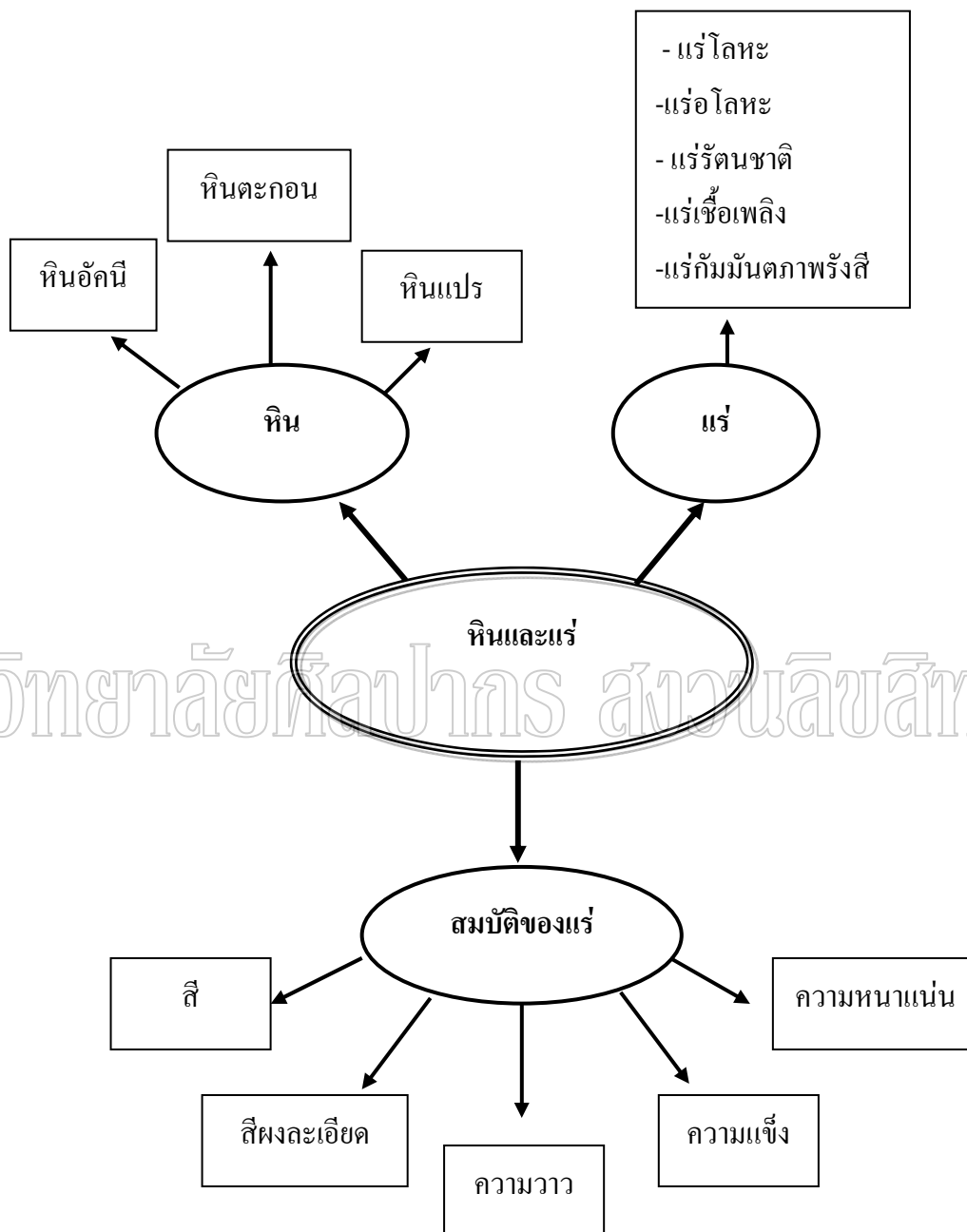
## แบบฝึกหัด

จงตอบคำถามหรือเติมช่องว่างด้วยคำหรือข้อความสั้น ๆ

1. ดิน หมายถึง.....
2. สิ่งที่เป็นต้นกำเนิดดินได้แก่.....
3. ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ เหมาะสำหรับการเพาะปลูก คือดินชั้น .....  
เพราะ.....
4. ดินที่มีอิวมัสมากมีสีและสมบัติทางกายภาพดังนี้คือ.....
5. ดินโคลนจัดเป็นดิน.....เพราะ.....  
.....
6. ดินชนิดใดเหมาะสำหรับนำมาทำเครื่องปั้นดินเผา และดินชนิดดังกล่าวมีขนาดอนุภาคของดินประมาณเท่าใด.....
7. องค์ประกอบของดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกมี.....อย่าง  
คือ.....
8. ถ้าตรวจสอบพบว่าดินที่จะทำการเพาะปลูกขาดแคลนธาตุอาหารของพืช นักเรียนควรทำอย่างไร.....
9. ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และพืชต้องการใช้ในปริมาณมากได้แก่.....
10. การศึกษาประเภทและสมบัติของดินมีประโยชน์ต่อการอุตสาหกรรม เพราะ.....  
.....



### ผังความคิดสาระการเรียนรู้ หินและแร่



แผนภาพที่ 7 ผังความคิดสาระการเรียนรู้ หินและแร่

ที่มา : ทวีศักดิ์ บุญบุชาไชยและสำราญ พงษ์สุนทร, คู่มือติวเข้มเพิ่มคะแนนสอบโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ม.2 ( กรุงเทพมหานคร : บริษัทธนัชนกรพิมพ์, 2549), 64.

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 โลกและการเปลี่ยนแปลง

เวลา 24 ชั่วโมง

เรื่อง หิน และแร่

เวลา 8 ชั่วโมง

### สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ภูมิประเทศและสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.1-3 : 7 สำรวจตรวจสอบ สังเกต และอธิบายกระบวนการเกิดลักษณะขององค์ประกอบ สมบัติของหินและแร่ รวมทั้งการใช้ประโยชน์

#### แนวความคิดหลัก

หิน กรวด ทราย เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่าต่อการดำรงชีวิต หิน กรวด ทราย มีคุณสมบัติและประโยชน์แตกต่างกัน และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจต่อประเทศ

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. จำแนกประเภทของหินและแร่ และบอกสาเหตุการเกิดหินได้
2. อธิบายประเภทและลักษณะของหินและแร่ชนิดต่าง ๆ ที่นำมาให้ศึกษาได้
3. อธิบายคุณสมบัติของหินและแร่ได้
4. บอกการเกิดของหินอัคนี หินตะกอนและหินแปรได้
5. ทำกิจกรรมการจำแนกหินและแร่ได้ถูกต้อง

#### สาระการเรียนรู้

1. ประเภทและลักษณะของหินและแร่
2. คุณสมบัติของหินและแร่
3. สาเหตุการเกิดหินชนิดต่าง ๆ

#### กระบวนการจัดการเรียนรู้

##### ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ

1. ครูนำภาพตึกแถว,บ้าน มาให้นักเรียนช่วยกันสังเกตว่า บ้านและตึกแถวประกอบด้วยอะไรบ้าง

2. นักเรียนร่วมกันสรุปได้ว่า บ้านและตึกประกอบด้วยไม้ หิน ปูนและทราย

##### ขั้นที่ 2 อภิปราย

3. ครูนำหินชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาให้นักเรียนดูลักษณะของหินแล้ว

แยกออกเป็นพวก ๆ แล้วให้นักเรียนสังเกตขนาด ลักษณะและสีของหิน

4. ครูถามว่าสาเหตุที่ขนาด ลักษณะและสีของหินไม่เหมือนกันเพราะอะไร
5. นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปให้เห็นว่า หินที่มีขนาด ลักษณะและสีต่าง ๆ

เนื่องจากอิทธิพลของแร่ธรรมชาติ

### ขั้นที่ 3 ตำรวจและค้นหา

6. แจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การจำแนกหิน นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมดังนี้
7. แจกใบความรู้เรื่อง หิน ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาและอภิปรายแสดงความคิดเห็น

### ขั้นที่ 4 อธิบาย

8. ตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอผลงานกลุ่ม เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น นักเรียนร่วมกันสรุปการจำแนกหิน จากการศึกษาค้นคว้า แล้วนำข้อมูลเขียนบนกระดานดำ

### ขั้นที่ 5 คิดค้นเพิ่มเติม

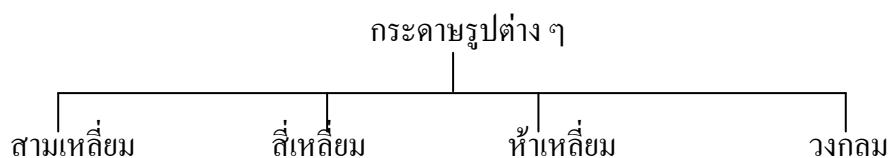
9. ครูสนทนาซักถามนักเรียนว่า “ก้อนหินแบ่งออกได้กี่ประเภทและแต่ละประเภทมีลักษณะอย่างไร”

10. นักเรียนร่วมกันอภิปราย แล้วบันทึกผลการสรุปให้ความรู้เพิ่มเติมในเรื่องของการจำแนก โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เช่น ใช้สี ใช้ลักษณะผิว ใช้รูปร่าง เป็นต้น

### ขั้นที่ 6 สรุปและประเมิน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงประโยชน์ของการจำแนกประเภท เช่น การจัดของภายในบ้าน ร้านค้า นักธรณีวิทยาใช้ลักษณะการเกิดเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของหิน

12. ครูและนักเรียนร่วมกันเขียนแสดงการจำแนกประเภทโดยกำหนดเกณฑ์ เช่น ถ้าใช้รูปร่าง เป็นเกณฑ์ จำแนกได้ดังนี้



13. นักเรียนทำแบบฝึกหัด โดยที่แต่ละคนต้องเปลี่ยนหน้าที่กันทำ เมื่อทำแบบฝึกข้อใหม่ แล้วช่วยกันอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจแบบฝึกทุกข้อ

สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้

1.1 รูปภาพบ้าน, ตึก

- 1.2 ตัวอย่างหินและแร่ชนิดต่าง ๆ ของกรมทรัพยากรธรณี
- 1.3 ใบความรู้ เรื่อง หิน
- 1.4 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การจำแนกหิน
- 1.5 แบบฝึกหัด
2. แหล่งการเรียนรู้
  - 2.1 ห้องสมุด
  - 2.2 ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

#### กระบวนการวัดผลประเมินผล

วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่าน
1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1. แบบประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60
2. พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	2. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	
3. การนำเสนอผลงาน	3. แบบประเมินการนำเสนอ	
4. การตรวจผลงาน	4. แบบประเมินการตรวจผลงาน	

## ใบกิจกรรมที่ 1

### เรื่อง การจำแนกหิน

#### จุดประสงค์

เพื่อศึกษาลักษณะของหินชนิดต่างๆ ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

#### สาระสำคัญ

เราแบ่งประเภทของหินออกเป็น 3 ประเภท คือ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร โดยพิจารณาลักษณะการเกิดตามวัฏจักรหิน อย่างไรก็ตามหินแต่ละประเภท ยังถูกแบ่งย่อยเป็นชนิด โดยพิจารณาจาก ขนาดผลึก องค์ประกอบของตะกอน หรือ ลักษณะการแปรสภาพ ขึ้นอยู่กับว่าหินชนิดนั้นเป็นหินประเภทใด นอกจากนี้หินบางชนิดยังมีความสัมพันธ์กับหินอีกชนิดหนึ่ง เช่น หินไนซ์ คือ หินที่แปรสภาพมาจากหินสภาพมาจากหินแกรนิต ซึ่งเป็นหินอัคนี กิจกรรมการศึกษา

ลักษณะของหิน จะช่วยให้นักเรียนเห็นถึงความแตกต่างของหินแต่ละชนิด และเข้าใจถึงความคิดรวบยอดของวัฏจักรหิน แนวความคิดหลักที่สำคัญ

#### วัฏจักรหิน

- ▶ ผลึกแร่
- ▶ การประสานตัวของเนื้อหิน
- ▶ สีของหิน
- ▶ รอยหยัก
- ▶ ความแข็งแรง
- ▶ คาร์บอนेट

#### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การสังเกต
2. การจำแนกประเภท
3. การกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
4. การตั้งสมมติฐาน
5. การทดลอง
6. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

## วัสดุและอุปกรณ์

1. ตัวอย่างหิน 3 ประเภท 12 ชนิด ของ กรมทรัพยากรธรณี พร้อมกระดาษหนังสือพิมพ์ สำหรับปูโต๊ะ กันเปื้อน

2. แผนภูมิ เรื่องวัฏจักรหิน (สำหรับคุณครูใช้อธิบาย)
3. แผนภาพหิน
4. แวนชยาย
5. กรดเกลือเจือจางมากๆ
6. กระจกสำหรับชุด
7. ใบกิจกรรม การศึกษาลักษณะของหิน

การเตรียมล่วงหน้า นักเรียนควรศึกษาเรื่องการเกิดของหินประเภทต่างๆ ในบทเรียนเรื่องวัฏจักรหิน มาก่อน

## ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ปูทดลอง และแจกตัวอย่างหิน พร้อมอุปกรณ์ทดลองให้นักเรียน กลุ่มละ 1 ชุด

2. ให้นักเรียนศึกษาคุณสมบัติของหินที่ละก้อน และกรอกข้อมูลลงบนใบกิจกรรมการจำแนกหิน

3. ให้นักเรียนสันนิษฐานว่า ตัวอย่างหินแต่ละก้อนเป็นหินประเภทใด (หินอัคนี หินตะกอน หรือหินแปร) ในกรณีที่สันนิษฐานว่าเป็นหินแปร ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานว่า แปรสภาพมาจากหินเบอร์อะไร

4. แจกแผนภาพหิน

5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบว่า สมมติฐานประเภทของหินมีจำนวนกี่ก้อน

6. คุณครูสรุปกิจกรรมโดยการให้ความรู้โดยใช้ แผนภูมิ “วัฏจักรหิน” อธิบายการเกิดหินแต่ละชนิด โดยยกตัวอย่างก้อนหินที่อยู่บนโต๊ะทดลองทีละก้อน

## ข้อควรระวัง

ระวังอันตรายจากน้ำกรด ในกรณีที่นักเรียนถูกน้ำกรด ให้รีบไปล้างน้ำโดยด่วน โดยการเทน้ำสะอาดให้ไหลผ่านบริเวณที่ถูกกรด

## ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

อาจให้นักเรียนทำการศึกษาลึกลงไปถึงการจำแนกชนิดของหิน โดยใช้โฟลชาร์ต การศึกษาวัฏจักรหินและประเภทของหินให้เข้าใจได้อย่างถ่องแท้ นั้น ควรจะเริ่มต้น หรือติดตามด้วยการให้ความรู้เรื่องทฤษฎีเพลตเทคโทนิก เพราะจะทำให้เข้าใจความเป็นมาของวัฏจักรหินได้ดี



ภาพที่ 1 ตัวอย่างหิน 12 ชนิด

ที่มา: ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์, ธรณี [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2550.

เข้าถึงได้จาก <http://www.lesa.in.th/index6.htm>

ตารางแสดงลักษณะของหินและการจำแนกหิน

หมายเลข	ชื่อ	ลักษณะเนื้อหิน
1	หินแกรนิต (Granite)	.....
2	หินไรโอไลต์ (Rhyolite)	.....
3	หินบะซอลต์ (Basalt)	.....
4	หินพัมมิช (Pumice)	.....
5	หินกรวดมน (conglomerate)	.....
6	หินทราย (Sandstone)	.....
7	หินดินดาน (Shale)	.....
8	หินปูน (Limestone)	.....
9	หินไนส์ (Gneiss)	.....
10	หินควอร์ตไซต์ (Quartzite)	.....
11	หินชนวน (Slate)	.....
12	หินอ่อน (Marble)	.....


**แบบฝึกหัด**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนบอกประโยชน์ของหินที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ชนิดของหิน	ประโยชน์ของหิน
1. หินอัคนี 1.1 หินแกรนิต 1.2 หินบะซอลต์ 1.3 หินพัมมิส 1.4 หินออบซิเดียน	
2. หินชั้นหรือหินตะกอน 2.1 หินทราย 2.2 หินกรวดมน 2.3 หินปูน 2.4 หินศิลาแลง	
3. หินแปร 3.1 หินชนวน 3.2 หินไนส์ 3.3 หินอ่อน 3.4 หินควอร์ตไซต์	

ใบกิจกรรมที่ 2  
เรื่อง สมบัติของหิน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

อธิบายสมบัติบางประการของหินได้

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำกิจกรรม และตอบคำถามต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 ประเภทของหิน

อุปกรณ์การทดลอง

1. เตาอบหรือเตาเผา
2. ถ้วยขนาดพอเหมาะ
3. ดินตัวอย่าง
4. ไม้บรรทัด
5. แผ่นสไลด์สำหรับกล้องจุลทรรศน์
6. กล้องจุลทรรศน์
7. ปิเปต
8. ฟีนิลซาลิไซเลต
9. ดินเหนียว
10. แวนดานีรภัย

วิธีทำการทดลอง

หินชั้น

1. เทน้ำลงในถ้วยประมาณ 2 ใน 3 ของถ้วย วัดความลึกของน้ำไว้
2. เทดินลงในถ้วยและคนเบา ๆ ตั้งทิ้งไว้ปล่อยให้ดินตกตะกอน
3. วัดความลึกของน้ำอีกครั้ง และวัดความลึกของตะกอนด้วย
4. ทำการทดลองซ้ำ

**หินอัคนี**

เมื่อพินิลชาติไหลเลดละลายจะตกผลึก ให้นักเรียนสังเกตผลของการเกิดปฏิกิริยา  
อย่างรวดเร็วซึ่งพินิลชาติไหลเลดจะตกผลึกมีลักษณะคล้ายคริสตั้น

**หินแปร**

1. ให้นักเรียนแบ่งดินเหนียวออกเป็น 2 ก้อน
2. นำดินก้อนที่ 1 ไปแขวนที่หน้าต่างจนแห้ง ส่วนก้อนที่ 2 นำไปอบให้แห้ง  
ด้วยเตาอบหรือ นำไปเผาไฟด้วยเตาเผา
3. สังเกตลักษณะความแข็ง และลักษณะความหยาบ ความละเอียดของเนื้อดินแต่  
ละก้อน

ผลการทดลอง.....

.....

.....

.....

วิเคราะห์ผลการทดลอง.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง.....

.....

.....

.....

**ประเด็นอภิปรายหลังการทดลอง**

หินเกิดมาจากสิ่งใด จงอธิบายมาพอเข้าใจ

.....

.....

.....

## กิจกรรมที่ 2 ความสัมพันธ์ของหิน

### อุปกรณ์

1. ตัวอย่างของหินอัคนี หินชั้น และหินแปร
2. ภาพหินอัคนี หินชั้น และหินแปร

### วิธีการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาตัวอย่างหินที่ได้รับ เปรียบเทียบกับหินในภาพ
2. จัดจำแนกตัวอย่างหินตามหัวข้อต่อไปนี้
  - 2.1 เกิดจากลาวาเย็นตัว
  - 2.2 เกิดขึ้นใต้ผิวโลกภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูง
  - 2.3 เกิดจากการตกตะกอนในน้ำ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางบันทึกผล

ลักษณะการเกิด	ตัวอย่างหิน
1. เกิดจากลาวาเย็นตัว	..... .....
2. เกิดขึ้นใต้ผิวโลก	..... .....
3. เกิดจากการตกตะกอน	..... .....

### สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

## เฉลยใบงานที่ 2

### เรื่อง การจำแนกหิน

#### กิจกรรมที่ 1 ประเภทของหิน

##### ผลการทดลอง

หินชั้น	บันทึกผลการทดลองตามที่เกิดขึ้นจริง
หินอัคนี	บันทึกผลการทดลองตามที่เกิดขึ้นจริง
หินแปร	ดินที่นำไปอบจะมีความแข็งแรงกว่า ความละเอียดของเนื้อหินมากกว่าก้อนที่นำไปตากแดด

##### วิเคราะห์ผลการทดลอง

หินเกิดจากการทับถมของแร่ธาตุเป็นเวลานาน หินต่างชนิดกันจะประกอบด้วยแร่ธาตุต่างชนิดกัน ความร้อนมีผลทำให้หินแปรสภาพได้

##### สรุปผลการทดลอง

เมื่อฟืนลวกละลายจะตกผลึกมีลักษณะคล้ายคริสตัล มีรูปร่างต่าง ๆ และเมื่อนำดินไปเผาจะทำให้ดินมีลักษณะแข็งมากขึ้น และมีสีเปลี่ยนไป นั่นคือ หินเกิดได้จากการตกตะกอนทับถมกันของเศษดิน หิน ซากสิ่งมีชีวิต และสามารถเปลี่ยนหรือแปรสภาพได้เมื่อได้รับความร้อน

ประเด็นอภิปรายหลังการทดลอง

หินเกิดจาก

4. การเย็นตัวของหินละลาย
5. การตกตะกอนทับถมของเศษดิน หิน และซากสิ่งมีชีวิต
6. การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความร้อนและแรงดันใต้โลก

#### กิจกรรมที่ 2 ความสัมพันธ์ของหิน

1. ตอบขึ้นอยู่กับภาพและลักษณะของหินที่นำมาทำกิจกรรม
2. (2.1) หินอัคนี
  - (2.2) หินแปร
  - (2.3) หินชั้น

### แบบฝึกหัด

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเติมคำลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. หิน คือ.....
2. หินแบ่งออกตามลักษณะการเกิดได้ 3 ชนิด คือ
  - 2.1.....
  - 2.2 .....
  - 2.3 .....
3. ของเหลวที่หลอมเหลวภายในเปลือกโลกเรียกว่า.....
4. ส่วนของเหลวที่ไหลออกมาตามรอยร้าวของเปลือกโลกเรียกว่า.....
- .....
5. หินชนิดใดที่มีซากพืชซากสัตว์ปนอยู่.....

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

### ใบกิจกรรมที่ 3

#### เรื่อง การเกิดหินอัคนี

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

อธิบายการเกิดหินอัคนีได้

วิธีทดลอง

1. ใส่น้ำส้ม 2 ช้อน และคอปเปอร์ซัลเฟต 3 ช้อนโต๊ะ ลงในน้ำ  $\frac{1}{4}$  ของกระป๋องนม คนให้ทั่วแล้วตั้งไฟ 2-3 นาที
2. เทสารละลายครึ่งหนึ่งลงในถ้วยเล็ก ๆ ซึ่งแช่อยู่ในน้ำแข็ง
3. สารที่เหลือตั้งทิ้งไว้เฉย ๆ จนตกผลึก
4. สังเกตลักษณะของผลึก

ผลการทดลอง.....

.....

สรุปผลการทดลอง.....

.....

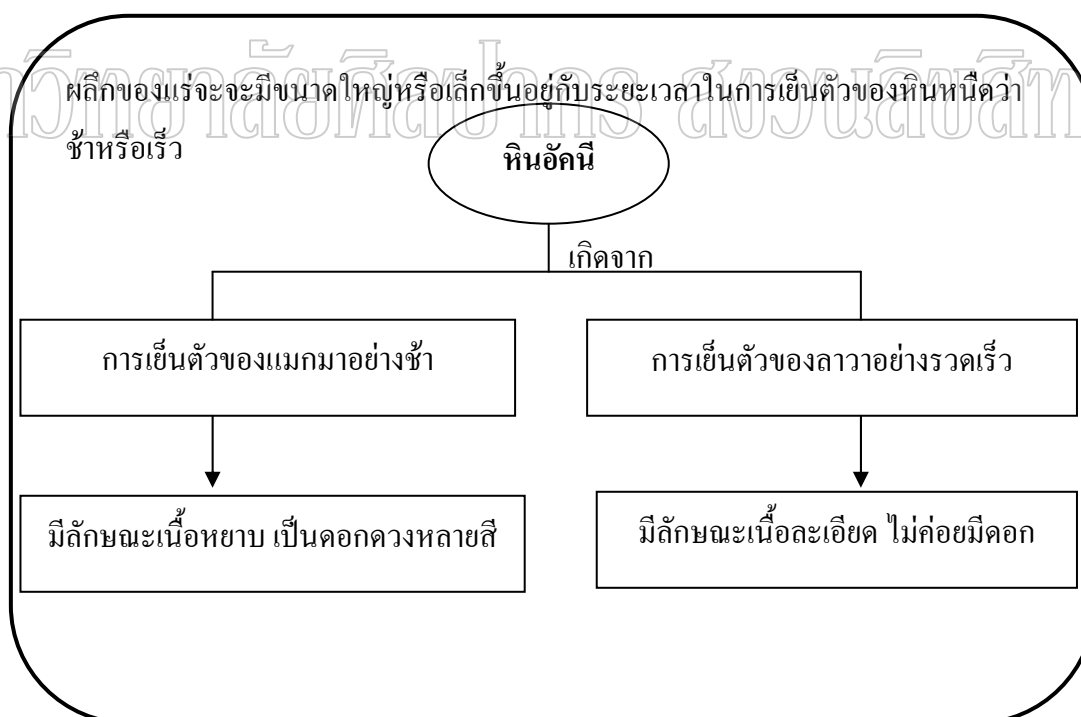
### เฉลยใบกิจกรรมที่ 3

#### เรื่อง การเกิดหินอัคนี

#### ผลการทดลอง

ในถ้วยที่วางบนน้ำแข็งจะเห็นผลึกขนาดเล็กมีสีฟ้าและสีขาวปะปนกันกระจายอยู่ทั่วไป ส่วนในกระป๋องที่ตั้งไว้ให้เย็นลงตามปกติจะสังเกตเห็นผลึกรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานขนาดใหญ่และผลึกสีขาวรูปเหลี่ยมกระจายอยู่ทั่วไป

จากการเลียนแบบการเกิดหินอัคนี จะสรุปได้ว่า ถ้าหินอัคนีเย็นตัวลงอย่างช้า ๆ จะมีผลึกขนาดใหญ่ มีสีสรรแวววาวมองเห็นอย่างชัดเจนหินชนิดนี้เรียกว่า หินแกรนิต ส่วนหินอัคนีที่เย็นตัวลงอย่างรวดเร็วจะมีผลึกขนาดเล็ก เช่น หินบะซอลต์



#### แผนภาพที่ 8 การเกิดหินอัคนี

ที่มา : พิมพันธ์ เศษะคุปต์และคณะ, ชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดวิเคราะห์ วิทยาศาสตร์ 2

(กรุงเทพมหานคร : บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด, 2550), 231.

**แบบฝึกหัด**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. เปลือกโลกชั้นนอกสุดประกอบด้วย.....
2. หิน คือ.....
3. หินแบ่งออกตาม.....เป็น 3 ชนิด ได้แก่.....
4. ลาวา คือ.....
5. หินอัคนี เกิดขึ้นจาก.....
6. ตัวอย่างของหินอัคนี ได้แก่.....
7. หินที่มีลักษณะเป็นรูพรุน ลอยน้ำได้น้ำหนักเบา คือหิน.....
8. หินบะซอลต์มีลักษณะ.....
9. ในสมัยโบราณมนุษย์ใช้หินเป็นอาวุธสำหรับล่าสัตว์ คือ หิน.....
10. หินแกรนิต มีลักษณะ.....

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



ใบงานที่ 5  
เรื่อง การเกิดหินชั้น

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

อธิบายการเกิดหินชั้นได้

วิธีทดลอง

1. นำขวดน้ำมันพืชมาล้างให้สะอาด ตัดปากขวดออกให้มีความกว้างเสมอกันใต้น้ำลงไป  $\frac{3}{4}$  ขวด
2. นำดิน หิน กรวด ทราย มาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วเทลงไปในช่วงที่มีน้ำอยู่
3. สังเกตการเรียงตัวของวัตถุชนิดต่าง ๆ

ผลการทดลอง.....

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สรุปผลการทดลอง.....

## เฉลยแนวคำตอบใบงานที่ 5

### ผลการทดลอง

วัตถุต่าง ๆ จะเรียงตัวกันจากล่างขึ้นบนดังนี้ คือ ล่างสุด หิน กรวด ทราย และดินอยู่บนสุด โดยแยกกันอยู่เป็นชั้น ๆ

ในธรรมชาตินั้นเมื่อเปลือกโลกเกิดการสึกกร่อน เศษดิน หิน กรวด ทราย ซึ่งเรียกว่า ตะกอน ก็จะถูกพัดพาโดยกระแสน้ำ กระแสลม ไปทับถม ตามที่ต่าง ๆ แล้วแต่ขนาดหรือชนิดของ ตะกอนและสภาพแวดล้อมอื่น ๆ เมื่อทับถมกันมากตะกอนเหล่านี้จะเกิดการประสานรวมตัวกัน กลายเป็น หินตะกอน

การที่วัตถุต่าง ๆ มารวมตัวกันกลายเป็นหินเกาะกันอย่างหนาแน่นนั้นเพราะมีวัตถุ ประสานในธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ ซิลิกา เหล็ก ออกไซด์ และแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น เปรียบได้ กับคอนกรีตซึ่งมีหิน กรวด ทราย ปูนกันอยู่ปูนซีเมนต์ เราอาจกล่าวได้ว่าปูนซีเมนต์เป็นวัตถุ ประสานให้หิน กรวด ทรายติดกันอยู่อย่างหนาแน่น

หินตะกอนนั้นมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า หินชั้น หินชนิดนี้มีลักษณะแตกต่างกันออกไป ตามลักษณะของตะกอนที่มาสะสม ดังตัวอย่างชนิดของหินตะกอนต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

### แบบฝึกหัด

คำสั่ง ให้นักเรียนนำอักษรหน้าข้อความทางขวามือ มาใส่หน้าข้อความทางซ้ายมือให้ถูกต้อง

- |   |                  |
|---|------------------|
| .....1. ทำกระเบื้องปูนพื้น                | ก. หินทราย       |
| .....2. ใช้ทำวัตถุทนไฟ                    | ข. หินอบซีเมนต์  |
| .....3. ใช้ทำครกหิน                       | ค. หินปูน        |
| .....4. ใช้ทำกระเบื้องมุงหลังคา           | ง. หินศิลาแลง    |
| .....5. สมัยโบราณใช้ทำอาวุธล่าสัตว์       | จ. หินชนวน       |
| .....6. ใช้ทำหินขัด สร้างโบสถ์เบญจมาภิตร์ | ฉ. หินไนส์       |
| .....7. ใช้ทำหินลับมีด                    | ช. หินควอร์ตไซต์ |
| .....8. ทำพระปรางค์สามยอด                 | ซ. หินแกรนิต     |
| .....9. เอาไปเผาไฟจะได้ปูนแดง ปูนขาว      | ณ. หินอ่อน       |
| .....10. ใช้ทำกระดานชนวน                  |                  |

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



## ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การทดสอบหินปูน

### คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่ม
2. ให้ตรวจสอบอุปกรณ์การทดลองให้ครบ
3. ทำตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในใบงาน
4. ร่วมกันอภิปรายสรุปผล
5. ส่วนตัวแทนนำเสนอหน้าชั้นเรียน

### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เพื่อทดสอบลักษณะของหิน

### อุปกรณ์

1. หินปูน 1 ก้อน
2. มะนาว หรือกรดเกลืออย่างเจือจาง

### วิธีทำ

หยอดน้ำมะนาวหรือกรดเกลืออย่างเจือจางบนหินปูน และสังเกตการเปลี่ยนแปลง

## แบบบันทึกใบงานที่ 7

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในแบบบันทึก

เรื่อง.....

วันที่.....กลุ่มที่.....

ผู้ร่วมงาน

1. .... 2.....

3..... 4.....

จุดประสงค์.....

## ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

## สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

## แบบฝึกหัด

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำหรือ ข้อความลงในช่องว่างให้ได้ความสมบูรณ์

1. หินแปร เกิดขึ้นจาก.....
2. ตัวอย่างของหินแปร ได้แก่.....
3. หินชนวน แปรมาจากหิน.....
4. หินอ่อน แปรมาจากหิน.....
5. หินกรอร์ตไซต์ แปรมาจากหิน.....
6. หินไนส์ แปรมาจากหิน.....
7. หินแปรมีลักษณะเนื้อละเอียด ถ้าขัดแล้วเนื้อหินจะเรียบเป็นมันเงาสวยงาม  
เรียกว่า.....
8. หินแปรที่มีลักษณะสีเทา แดง เนื้อละเอียด ผิวแข็งมองเห็นเป็นชั้น ๆ แยกแผ่นได้  
คือ หิน.....

ใบกิจกรรมที่ 8  
เรื่อง การตกผลึกของแร่

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

อธิบายสมบัติบางประการของแร่ได้

คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำกิจกรรม และตอบคำถามต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 ผลึกของแร่

อุปกรณ์การทดลอง

1. สารส้ม
2. บีกเกอร์
3. ช้อนตักสาร
4. เส้นด้าย
5. ไม้ขีดไฟ
6. ตะเกียงแอลกอฮอล์
7. ดินสอ
8. แท่งแก้วคนสาร
9. น้ำกลั่น

วิธีการทดลอง

1. ใช้ช้อนตักสารส้มจำนวน 40 ช้อน ใสลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร บรรจุกว้างใช้แท่งแก้วคน แล้วนำไปอุ่นให้ละลาย
2. นำสารละลายสารส้มจากข้อ 1 ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 ปริมาณ 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง
3. เทสารละลายสารส้มในข้อ 1 ลงในบีกเกอร์ใบที่ 2 ปริมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วใช้ด้ายมัดสารส้ม แขนวนให้สารส้มจุ่มลงในสารละลายในบีกเกอร์
4. แขนวนผลึกสารส้มในสารละลายส่วนที่เหลือในข้อ 1 ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดผลึก
5. สังเกตรูปร่าง ขนาดของผลึกสารส้มในบีกเกอร์ทั้ง 3 ใบ บันทึกผล

บันทึกผลการทดลอง.....

.....

.....

วิเคราะห์ผลการทดลอง.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ถ้าไม่มีแกนผลึกเกาะ ผลึกที่เกิดจะมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

2. ถ้าเปลี่ยนแกนผลึกจากสารส้มเป็นชนิดอื่น นักเรียนคิดว่าผลึกจะมีรูปร่างเหมือนกับแกนผลึกที่ใช้สารส้มหรือไม่

.....

.....

.....

3. ผลึกในแต่ละปีกเกอร์ (ก, ข และ ค) มีขนาดอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

4. ในธรรมชาติ ผลึกของแร่มีขนาดต่างกัน ทั้ง ๆ ที่แร่ชนิดเดียวกันเพราะเหตุใด  
จงอธิบาย

.....

.....

.....

### แบบฝึกหัด

จงตอบคำถามหรือเติมช่องว่างด้วยคำหรือข้อความสั้น ๆ

1. การอนุรักษ์แร่ หมายถึง.....
2. แร่จัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทใด เพราะเหตุใด.....
3. นักวิทยาศาสตร์ได้คาดคะเนว่า ภายในเวลาไม่ถึง 100 ปี แร่ชนิดใดจะหมดไปจากโลก.....
4. แร่โลหะชนิดใดบ้างที่เป็นสนิมแล้ว แต่ไม่เกิดการสึกกร่อนเหมือนแร่เหล็กเพียงแต่ทำให้ดูดำน ๆ เท่านั้น.....
5. โลหะที่เป็นสนิมมีลักษณะเช่นไร.....
6. สาเหตุที่ทำให้โลหะสึกกร่อนและเป็นสนิมคืออะไร และจะป้องกันได้โดยวิธีใดบ้าง.....
7. การอนุรักษ์แร่นอกจากจะอนุรักษ์โดยการป้องกันการสึกกร่อนของโลหะแล้วยังมีวิธีการใดอีกบ้าง.....
8. การตรึงราคา หมายถึง.....
9. ทรัพยากรธรรมชาติที่ได้รับความเสียหายจากการทำเหมืองแร่มีอะไรบ้าง.....
10. แร่ชนิดใดได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ทดแทนแร่เหล็กมากที่สุดในปัจจุบัน.....

มหาวิทยาลัยศิลปากร ส่วนอนุรักษ์สัตว์

## เฉลยใบกิจกรรมที่ 8

### เรื่อง แร่

#### ผลการทดลอง

รูปร่างและขนาดของผลึกสารส้มในบีกเกอร์ทั้ง 3 ใบ จะมีรูปร่างเหมือนกัน แต่ใบที่ 3 จะมีผลึกเกาะกันอย่างหนาแน่น มากกว่าใบที่ 2 และใบที่ 1 ตามลำดับ

#### วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลึกของแร่แต่ละชนิดจะมีรูปร่างและสีแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ ซึ่งผลึกของแร่สามารถบอกชนิดของแร่ได้

#### สรุปผลการทดลอง

จากการผลทดลอง ขนาดของผลึกในบีกเกอร์ทั้ง 3 ใบจะมีขนาดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ ความเข้มข้น และระยะเวลาในการตกผลึก

#### คำถามท้ายกิจกรรม

1. ผลึกที่เกิดจะกระจายตัวกันไป
2. ไม่เหมือนกัน
3. ปัจจัยที่ทำให้ผลึกของแร่มีขนาดต่างกัน คือ
  - 1) อุณหภูมิ
  - 2) ความเข้มข้น
  - 3) ระยะเวลา

## ใบความรู้ เรื่อง หินและแร่

จากที่กล่าวมาแล้วว่าบนพื้นผิวโลกมีดินปกคลุมอยู่เป็นชั้นบางๆและจากการศึกษาผิวดินและหน้าตัดดินพบว่าส่วนประกอบที่เป็นของแข็งในดินส่วนใหญ่จะเป็นหิน กรวด ทราย ได้ชั้นดินลงไปจะเป็นส่วนแข็งของพื้นผิวโลกที่ประกอบด้วยหินและแร่เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับหินและแร่จึงควรศึกษาถึงลักษณะทั่วไป กระบวนการเกิด ชนิดและการนำหินและแร่ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

### หินและแร่

หิน คือ ก้อนวัตถุแข็งที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของเปลือกโลก ประกอบด้วยแร่ที่เกาะรวมตัวกันอยู่ หินแต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน เช่น เนื้อ สี โครงสร้าง วิธีการเกิด และความแข็งแรงทนต่อการกัดเซาะพังทลาย เป็นต้น

นักธรณีวิทยาแบ่งหินตามการเกิดหรือวิธีการเกิดออกเป็น 3 ประเภท คือ หินอัคนี หินตะกอน และหินแปร

1. หินอัคนีเกิดจากการเย็นตัวและแข็งตัวของหินหนืด หินอัคนีมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะและ คุณสมบัติบางอย่างแตกต่างกัน

2. หินตะกอนเกิดจากการทับถมของตะกอนในธรรมชาติ โดยมีวัตถุประสานหรือเกิดการทับถมของซากพืชและซากสัตว์

3. หินแปรเกิดจากหินอัคนีและหินตะกอนที่ได้รับความร้อนและแรงกดดันสูงแล้วรวมตัวกันกลายมาเป็นหินแปร หินแต่ละชนิดจะมีลักษณะและสมบัติบางอย่างที่แตกต่างกันจึงนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน กระบวนการเกิด การเปลี่ยนแปลงและการหมุนเวียนของหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร เรียกว่า **วัฏจักรของหิน**

### ลักษณะทั่วไปของหิน

หินเป็นวัสดุธรรมชาติที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์ ตั้งแต่สมัยเริ่มแรกที่มนุษย์ยังอาศัยอยู่ในถ้ำและตามเพิงผาธรรมชาติ โดยกะเทาะหินให้มีเหลี่ยมคมเพื่อใช้เป็นอาวุธ เรียกว่าหินกะเทาะ ก่อไฟ เป็นต้น จึงเรียกมนุษย์ในสมัยนั้นว่ามนุษย์ยุคหิน ต่อมาเมื่อมนุษย์รู้จักพัฒนาเทคโนโลยีสูงขึ้นจึงได้นำหินมาใช้ประโยชน์ ในการ ก่อสร้างที่อยู่อาศัย อาคาร และศาสนาต่างๆ ตลอดจนตัดแปลงทำเครื่องใช้ เครื่องประดับ ปัจจุบันมนุษย์ ก็ยังใช้ประโยชน์จากหินอย่างแพร่หลาย เช่น ใช้หินปูนผสม ปูนซีเมนต์ในการก่อสร้าง ใช้หินแกรนิต หินอ่อน

ปูพื้นบ้าน ตกแต่งอาคาร ใช้หินทราย หินดินดาน หินชนวนปูสนาม และใช้หินปูนทำฐานรากของถนน

### หินอัคนี ( Igneous Rocks )

หินอัคนีเกิดจากการเย็นตัวของแข็งตัวของหินหนืด หินหนืดเมื่ออยู่ในเปลือกโลกเรียกว่า แมกมา ( Magma ) และเมื่อหลุดพ้นออกจากผิวโลก เรียกว่า ลาวา ( Lava ) การเย็นตัวของแมกมามักจะเป็นไปอย่างช้า ๆ ส่วนการเย็นตัวของลาวาจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีผลทำให้หินอัคนีมีลักษณะต่าง ๆ กัน

หินอัคนีเกิดจากการเย็นตัวและแข็งตัวของหินหลอมละลายที่เรียกว่าหินหนืดซึ่งไหลออกมายังส่วนที่เป็นชั้นของเปลือกโลก ถ้าหินหนืดที่หลอมละลายอยู่ในเปลือกโลกเราเรียกว่าแมกมา แต่ถ้าหินหนืดเหล่านั้นหลุดขึ้นมาบนผิวโลกเราเรียกว่า ลาวา ดังนั้นเราจะพบหินอัคนีทั้งภายในและภายนอกของเปลือกโลก ลักษณะของหินอัคนีโดยทั่วไปจะเป็นผลึก ไม่มีชั้นปรากฏให้เห็น และไม่มีซากดึกดำบรรพ์อยู่ในเนื้อหินประเภทนี้เลย การเย็นตัวและการแข็งตัวของหินหนืดที่อุณหภูมิต่างกันทำให้หินอัคนีมีขนาดของผลึกแตกต่างกัน นักธรณีวิทยาได้ใช้จุดกำเนิดเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาแบ่งหินอัคนี ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. หินอัคนีที่แข็งตัวอยู่ในเปลือกโลกระดับลึก ( Intrusive Igneous Rock ) หินกลุ่มนี้เป็นมวลหินอัคนีขนาดใหญ่ เนื้อหยาบและแข็งตัวอยู่ใต้ผิวโลก หินกลุ่มนี้มีหินสำคัญที่ควรรู้จัก เช่น

1.1 หินแกรนิต ( Granite ) เป็นหินอัคนีที่เนื้อหินส่วนใหญ่ประกอบด้วยแร่ควอตซ์ ( Quartz ) และแร่ฟีนมา ( Feldspar ) โดยมีแร่ชนิดอื่นๆปะปนอยู่บ้าง เช่น แร่ไมก้า แร่ฮอร์นเบลนด์ แร่แต่ละชนิดมีสีต่างกัน แร่ควอตซ์ใสหรือขาวขุ่น แร่ฟีนมามีสีขาวด้านๆ สำหรับแร่ฮอร์นเบลนด์จะมีสีดำเขียวคล้ำ จึงทำให้เราสังเกตเห็นหินแกรนิตมีลักษณะเป็นดอกเป็นดวงปะปนอยู่ในมวลหิน ทั้งนี้เนื้อหินโดยทั่วไปแข็งค่อนข้างหยาบ

1.2 หินไดออไรต์ ( Diorite ) เป็นหินอัคนีที่เนื้อหินมากกว่าร้อยละ 60 ประกอบด้วยแร่ฟีนมาที่มีสีขาวและสีเขียวคล้ำหรือเขียวแก่ รวมทั้งแร่ฮอร์นเบลนด์จึงทำให้เรามองเห็นเนื้อหิน ไดออไรต์เป็นดอกโดยทั่วไปในเนื้อหิน

1.3 หินเพอริโดไทต์ ( Peridotite ) เป็นหินอัคนีที่มีปริมาณแร่ซิลิกาอยู่จำนวนน้อย โดยส่วนใหญ่ประกอบด้วยแร่ไพร็อกซีนและอลิวีน หินจำพวกนี้เป็นต้นกำเนิดของเพชร เช่นในประเทศสหภาพแอฟริกาใต้ นอกจากนี้บางแห่งยังเป็นต้นกำเนิดของแร่ใยหินและโครเมียม

1.4 หินคูไนต์ ( Dunite ) เป็นหินอัคนีที่ปรากฏอยู่ใต้ผิวโลก มีจำนวนน้อยมาก

เนื้อของหินประกอบด้วยแร่ ออลิวีน ที่มีสมบัติทางเคมีเป็นเบสอย่างมาก

2. หินอัคนีที่ขึ้นมาแข็งตัวบนผิวโลก ( Extrusive Igneous Rock ) เป็นหินอัคนีที่เกิดจากลาวาที่ไหลออกมาเย็นตัวอยู่ภายนอกผิวโลก ลักษณะของเนื้อหินจะมีความละเอียดและหยาบไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับอัตราการแข็งตัวของลาวา หินกลุ่มนี้มีหินสำคัญที่ควรรู้จัก เช่น

2.1 หินออบซิเดียน (Obsidian) เป็นหินอัคนีที่เกิดจากลาวาที่ไหลออกมาแข็งตัวภายนอกผิวโลกอย่างรวดเร็วมาก เนื้อหินละเอียด มีรอยแตกคล้ายรอยแตกของแก้ว มีสีน้ำตาลแก่ไปจนถึงสีดำ นักธรณีวิทยาเรียกชื่อหินชนิดนี้ว่า แก้วภูเขาไฟ

2.2 หินตะกรันภูเขาไฟ (Scoria) เป็นหินอัคนีที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟที่กระจายขึ้นไปในอากาศแล้วแข็งตัวตกลงมายังพื้นโลก มีสีค่อนข้างแก่ ลักษณะเนื้อหินมีรูพรุนอยู่โดยทั่วไป และมีรูขนาดใหญ่

2.3 หินพัมมิช ( Pumice ) เป็นหินอัคนีที่เกิดจากลาวาที่เย็นตัวลงอย่างช้าๆ ทำให้มีรูพรุนขนาดเล็กกว่าหินตะกรัน ภูเขาไฟ ในเนื้อหินมีฟองอากาศเล็กๆ จนดูเหมือนฟองน้ำสามารถลอยน้ำได้ จนบางครั้งเรียกกันว่า หินลอยน้ำ ใช้ทำวัสดุขัดถูภาชนะ

2.4 หินบะซอลต์ (Basalt) เป็นหินอัคนีที่เกิดจากลาวาที่ยังร้อนและหลอมเหลวอยู่ ซึ่งไหลออกมาจากปล่องภูเขาไฟแล้วมาแข็งตัวอยู่บริเวณที่ต่ำลงมาขณะกระทบกับอากาศเย็นจะแข็งตัวเป็นหินสีดำหรือสีดำสนิท ดูแล้วมีลักษณะคล้ายแก้วสีดำ เนื้อแน่นภายในอาจมีรูพรุนอยู่บ้างเล็กน้อย หินชนิดนี้เป็นบ่อเกิดของแร่รัตนชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งพลอยชนิดต่างๆ โดยปกติบริเวณที่พบหินอัคนี ได้แก่ พื้นที่ที่เป็นภูเขาไฟ และบริเวณที่หินหนืดดันแทรกรอยแยกของเปลือกโลกขึ้นมา ในประเทศไทยพบหินอัคนีที่จังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำพูน สระบุรี เพชรบุรี บุรีรัมย์ ชลบุรี ศรีสะเกษ สุราษฎร์ธานี เป็นต้น

เนื่องจากหินอัคนีมีความแข็งแกร่งจึงนิยมนำมาทำเป็นแผ่นหินปูถนน หินที่มีมวลลายนจะนำไปสลักเป็นรูปปั้นต่างๆ ทำแผ่นป้าย เสาหิน ทำครก โม่หิน ในสมัยโบราณจะนำหินที่มีเนื้อเป็นแก้วมาทำใบหอกและหัวลูกธนู เป็นต้น

#### ชนิดของหินอัคนีและประโยชน์

หินอัคนีเป็นหินที่เกิดก่อนหินประเภทอื่น ๆ ลักษณะของหินอัคนีที่เกิดจากแมกมา มักมีผลึกขนาดใหญ่ เนื่องจากแมกมา มีการเย็นตัวอย่างช้า ๆ ส่วนหินอัคนีที่เกิดจากลาวา มักมีผลึกเล็กละเอียดมากหรือไม่มีผลึก เนื่องจากลาวา มีการเย็นตัวอย่างรวดเร็ว และถ้าลาวา มีการเย็นตัวอย่างจับพลัดก็จะได้หินที่มีเนื้อเป็นแก้ว นอกจากนี้ยังมี หินอัคนีบางชนิดที่เกิดพร้อมกับการระเบิดของภูเขาไฟ หินอัคนีที่เกิดในลักษณะนี้จะมีแก๊สดันพุ่งผ่านเนื้อหินขณะเย็นตัวลง ทำให้มีลักษณะเป็นรูพรุน จาก

การที่หินอัคนีมีความแตกต่างกันซึ่งสามารถจำแนกชนิดของหินอัคนี โดยใช้เนื้อของหินเป็นเกณฑ์ ได้ดังตารางที่ 1

ชนิดของหิน	ลักษณะเนื้อหิน/การเกิด	ประโยชน์	แหล่งที่พบ
1. หินแกรนิต (Granite)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีผลึกขนาดใหญ่ แฉวฉว สวยงาม</li> <li>- แข็งและทนทานต่อการผุพัง สึกกร่อน</li> <li>- มีสีอ่อน ขาว เทา ชมพู</li> <li>- เกิดจากการเย็นตัวอย่างช้า ๆ ของแมกมา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ในการ ก่อสร้าง</li> <li>- ประดับอาคาร</li> <li>- ปูพื้น</li> <li>- แกะสลัก</li> <li>- ทำอนุสาวรีย์</li> <li>- ทำครก</li> </ul>	จังหวัดระยอง ชลบุรี จันทบุรี นราธิวาส
2. หินบะซอลต์ (Basalt)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เนื้อแน่นละเอียด</li> <li>- มีผลึกขนาดเล็ก</li> <li>- แข็งและทนทานต่อการผุพัง สึกกร่อน</li> <li>- มีรูพรุน มีสีคล้ำ ไม่แวววาว</li> <li>- เกิดจากลาวาเย็นตัวอย่างรวดเร็ว</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ในการก่อสร้าง</li> <li>- ทำถนน</li> </ul>	จังหวัดจันทบุรี กาญจนบุรี ลำปาง ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ ลพบุรี
3. หินออบซิเดียน (Obsidian) (หินแก้วภูเขาไฟ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เนื้อละเอียดคล้ายแก้ว</li> <li>- ไม่มีผลึก</li> <li>- มีสีดำ เรียบ มัน</li> <li>- เมื่อแตกออก รอยแตกจะคมเหมือนแก้วแตก และเว้าเป็นก้นหอย</li> <li>- เกิดจากการเย็นตัวของลาวา อย่างฉับพลัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ทำอาวุธ สงคราม</li> <li>- ในสมัยโบราณ</li> </ul>	ยังไม่พบในประเทศไทย
4. หินพัมมิช (Pumice)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีลักษณะเหมือนหินสกอเรีย แต่มีขนาดของรูพรุนเล็กๆ มีน้ำหนักเบา ชาวบ้าน เรียกว่า หินลอยน้ำ หรือหินส้ม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ทำวัสดุขัดถู</li> </ul>	- ตามชายฝั่งทะเล
5. หินแอนดีไซต์ (Andesite)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เป็นหินภูเขาไฟหรืออัคนีพุ</li> <li>- เนื้อละเอียดแน่นทึบ</li> <li>- มีผลึกเล็กละเอียดกระจายอยู่ในเนื้อหิน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทำถนน</li> <li>- ทำทางรถไฟ</li> </ul>	จ. สระบุรี, จ. เพชรบูรณ์
6. หินไรโอไลต์ (Rhyolite)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- หินภูเขาไฟหรือหินอัคนีพุ</li> <li>- มีผลึกขนาดเล็กของแร่หลายชนิดปนอยู่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ในการก่อสร้าง</li> </ul>	จ. สระบุรี, จ. เพชรบูรณ์

### หินตะกอน (Sedimentary Rocks)

เมื่อตะกอนของเศษหิน ซากพืช ซากสัตว์ทับถมกันเป็นชั้นๆ ตามธรรมชาติเป็นระยะเวลาอันยาวนาน และเมื่อมีวัตถุประสานหรือสารเชื่อมก็จะจับตัวกันเป็นก้อนแข็งกลายเป็นหินที่เรียกว่า หินตะกอน หรือ หินชั้น ลักษณะเด่นของหินตะกอนหรือหินชั้น คือ จะมีชั้นหินปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัด ชั้นหินดังกล่าวนี้จะมีความหนา ตั้งแต่ 2-3 เซนติเมตร ไปจนถึงหลายเมตร นอกจากนี้ในเนื้อหินอาจปรากฏซากพืชและสัตว์ดึกดำบรรพ์อยู่ หินตะกอนเกิดจากการผุพังของหินชนิดใดก็ได้ที่ผิวโลก แล้วถูกแรงน้ำ แรงลมพัดพาทับถมอัดตัวกันหรือตกตะกอน เช่น ทราย เศษหิน ดิน โคลน รวมทั้ง ซากพืชซากสัตว์ โดยมีวัตถุประสานให้ติดกัน หรือสิ่งต่างๆที่แขวนลอยในน้ำจะเกิดการตกตะกอนในธรรมชาติ กระบวนการที่สำคัญในการเกิดหินตะกอนคือ การกัดกร่อน การผุพัง การพัดพา การสะสมตัวหรือการตกตะกอน และการแข็งตัวกลายเป็นหิน กล่าวคือหลังจากที่หินถูกกัดกร่อนผุพังกลายเป็นตะกอน ต่อมาตะกอนเหล่านั้นถูกน้ำ ลม ธารน้ำแข็ง และแรงโน้มถ่วงของโลก พัดพาไปตามความลาดชันของพื้นที่จากภูเขาสูงสู่ที่ราบตามแม่น้ำ ลำคลอง ทะเล และมหาสมุทร เป็นต้น จนกระทั่งการพัดพาสิ้นสุดลงเนื่องจากความเร็วหรือพลังงานในการพัดพาลดลง ทำให้ตะกอนเหล่านั้นตกสะสมตัวตามสภาพแวดล้อมของบริเวณนั้น ต่อมาเมื่อระยะเวลาผ่านไป ตะกอนที่ทับถมกันมีความหนาเพิ่มขึ้น น้ำหนักของตะกอนที่ทับถมกันทำให้ตะกอนอัดตัวกันแน่นมากขึ้นและสารที่แทรกอยู่ระหว่างรูพรุนของเม็ดตะกอนจะช่วยเชื่อมตะกอนให้ยึดติดกัน จนในที่สุดตะกอนที่ทับถมกันจึงแข็งตัวกลายเป็นหิน เมื่อหินชนิดต่างๆ บนผิวโลกผุพังแล้วถูกแรงน้ำ และแรงลมพาไป จะเกิดการทับถมของตะกอน โดยมีซิลิกา เหล็กออกไซด์ และแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นวัตถุประสานต่างๆ ให้เกิดเป็นหินตะกอน เมื่อใช้ความแตกต่างของตะกอนเป็นเกณฑ์ จะสามารถจำแนกชนิดของหินได้ดังตารางที่ 2

ชนิดของหิน	ลักษณะเนื้อหิน/การเกิด	ประโยชน์	แหล่งที่พบ
1. หินกรวด (Conglomerate)	- เกิดจากตะกอนของกรวด - เนื้อหยาบมาก ประกอบด้วยเศษหินหรือแร่ขนาดใหญ่ในลักษณะของกรวดต่างๆ ปนรวมกันอยู่กับเศษตะกอนเล็กละเอียด	- ใช้ในงานก่อสร้าง ทำถนน	- พบได้ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทุกจังหวัดและบางแห่งทางใต้
2. หินทราย (Sandstone)	- เกิดจากตะกอนของทราย - มีลักษณะแข็ง เนื้อหยาบ สาก มีหลายสี ประกอบด้วยเม็ดทรายล้วนๆ เกาะกันเป็นก้อน โดยมีซิลิกา เหล็กออกไซด์หรือแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นวัตถุประสาน	- ใช้ในการก่อสร้าง ทำหินลับมีด	- พบที่เพชรบุรี ราชบุรี และกาญจนบุรี

ชนิดของหิน	ลักษณะเนื้อหิน/การเกิด	ประโยชน์	แหล่งที่พบ
3. หินดินดาน (Shale)	- เกิดจากตะกอนของดินเหนียว เศษหิน และเศษแร่ที่มีขนาดเล็กละเอียดมากเท่ากับเนื้อดิน - เนื้อละเอียดละเอียดหรือหลุดออกเป็นแผ่นๆ ได้ง่าย	- ใช้ผสมทำปูนซีเมนต์ ปูพื้นทางเดิน	- พบที่เลย สงขลา
4. หินปูน (Limestone)	- เกิดจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ - เนื้อแข็ง มีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นวัสดุประสาน - อาจพบซากพืชซากสัตว์ติดในเนื้อหิน	- ใช้ในการก่อสร้าง ทำถนน ทางรถไฟ ปูนกินกับหมาก ทำวัสดุทนไฟ ทำแคลเซียม-คาร์ไบด์ ทำปุ๋ยและสี	- พบที่สระบุรี ราชบุรี เพชรบุรี
5. สีลาแลง (Laterite)	- เกิดจากการผุพังและสึกร้อนของหินอัคนี - มีเหล็กออกไซด์หรืออะลูมิเนียมออกไซด์เป็นวัสดุประสาน - มีลักษณะสีน้ำตาลแดง เนื้อแข็ง มีรูพรุน	- ใช้ทำกำแพง	- พบที่บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ

### หินแปร (Metamorphic rock)

เมื่อหินอัคนีและหินตะกอนได้รับความร้อนและแรงกดดันภายในโลกจะทำให้โครงสร้างและองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงไป

#### ชนิดของหินแปร

เมื่อหินอัคนีและหินตะกอนได้รับความร้อนและแรงกดดันภายในโลกทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งชนิดแร่ประกอบหินและโครงสร้างของเนื้อหินจนเกิดเป็นหินแปร โดยหินอัคนีและหินตะกอนที่มีส่วนประกอบหลายอย่างที่เห็นได้ชัดเจน เมื่อถูกความร้อนและแรงกดดันจะเปลี่ยนเป็นหินแปร โดยส่วนประกอบที่เห็นเด่นชัดแต่เดิมจะถูกอัดเข้าหากัน เกิดการเรียงตัวต่อกัน ทำให้มองเห็นเป็นริ้วขนาน ส่วนหินอัคนีและหิน ตะกอนที่ดูส่วนประกอบ ไม่เห็นเด่นชัดเมื่อถูกแรงอัดก็เพียงแต่เห็นว่าเนื้อแน่นขึ้นเท่านั้น ไม่เห็นเป็นริ้วขนาน หินแปรที่มีรอยขนาน ได้แก่

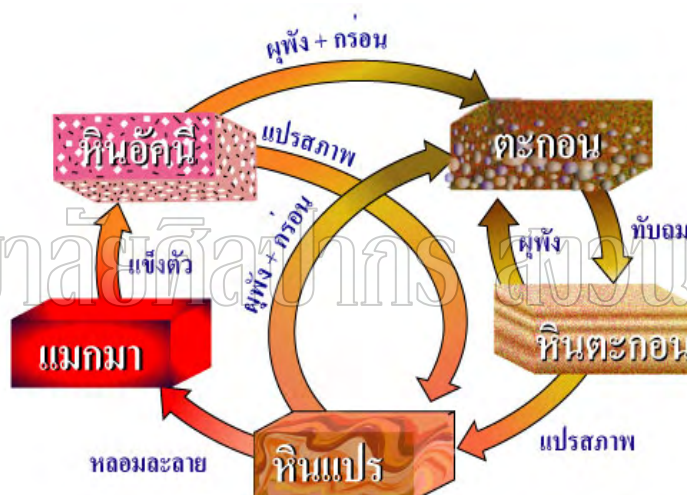
หินชนวน หินไนส์ หินชีสต์ และหิน ฟิลไลต์ ส่วนหินแปรที่ไม่มีรอยขนาน ได้แก่ หินอ่อนและ หิน ควอร์ตไซต์ หินแปรมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะต่าง ๆ กัน ดังตารางที่ 3

ชนิดของหิน	ลักษณะเนื้อหิน/การเกิด	ประโยชน์	แหล่งที่พบ
1. หินไนส์ (Gneiss)	- แปรมาจากหินแกรนิตหรือหินกรวด - มีผลึกเรียงกันเป็นริ้วขนาน - แข็งและทนทาน - มีทั้งเนื้อหยาบและละเอียด	- ใช้ทำครก โม่ กำแพง	- พบที่ชลบุรี กาญจนบุรี ชุมพร
2. หินชนวน (Slate)	- แปรมาจากหินดินดาน - เนื้อแน่นละเอียด ผิวเรียบ - หลายสี มีรอยขนาน - สามารถแฉะออกจากกันเป็นแผ่น	- ทำกระดานชนวน ใช้มุง หลังคา - ทำแผ่นปูพื้นทางเดินใน สวน	- พบตามเส้นทาง ถนนมิตรภาพ ก่อนถึงปากช่อง
3. หินอ่อน (Marble)	- แปรมาจากหินปูน - มีทั้งละเอียดและเนื้อหยาบ จนเห็นผลึก - ไม่มีริ้วขนาน - เมื่อขัดผิวหน้าจะมันวาว - หินอ่อนที่บริสุทธิ์จะมีสีขาว แต่ถ้ามีสาร ที่มลทินเจือปนอยู่ในเนื้อหิน จะทำให้หิน อ่อนมีสีต่าง ๆ	- ใช้ทำอนุสาวรีย์ แกะสลัก	- พบที่สระบุรี นครนายก ยะลา
4. หินฟิลไลต์ (Phyllite)	- แปรมาจากหินชนวน - เนื้อหยาบ ผิวนวล - มีริ้วขนานที่มักจะคดโค้งเป็นลูกคลื่น เล็กๆเห็นได้ชัด	- ใช้เป็นวัสดุถมถนน ชั่วคราว เพราะเป็นหินที่มี คุณภาพไม่ดี	- พบที่ราชบุรี กาญจนบุรี
5. หินชีสต์ (Schist)	- แปรจากหินแกรนิตหรือหินดินดาน - เนื้อหยาบมาก ผิวมีรอยแตกขรุขระ มีริ้วขนาน	- ใช้ในการก่อสร้าง	- พบที่บริเวณเขื่อน ภูมิพล จังหวัดตาก
6. หิน ควอร์ตไซต์ (Quartzite)	- แปรมาจากหินทรายหรือหินกรวด - เนื้อแน่น แข็งแกร่งมาก - เมื่อแตกจะมีรอยแตกเว้าโค้งแบบก้น หอย	- ใช้รองพื้นถนน เป็นหิน ผสมคอนกรีต - ทำหินอัดเม็ด ทำหินลับมีด และ ใช้ทำวัสดุทนไฟ	- พบที่ชลบุรี ราชบุรี

## ใบความรู้

### เรื่อง วัฏจักรของหิน ( Rock cycle )

จากการที่เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้หินประเภทหนึ่งเปลี่ยนไปตามหินอีกประเภทหนึ่งได้โดยเริ่มต้นจากหินชนิดใดเขียนตัวลงกลายเป็น หินอัคนีเมื่อหินอัคนีเกิดการผุกร่อนเนื่องจากธรรมชาติ และการกระทำของมนุษย์ โดยมีกระแสลมและกระแสน้ำช่วยพัดพาตะกอนไปทับถมกัน และมีวัตถุประสานเกิดเป็นหินตะกอนขึ้น เมื่อหินอัคนีและหินตะกอนได้รับความร้อนและแรงกดดันภายในโลกเปลี่ยนเป็นหินแปร และหินแปรที่ถูกแรงอัดให้ลึกลงไปได้ผิวโลก จะหลอมเหลวกลับเป็นหินหนืดได้อีก กระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงและการหมุนเวียนของหินอัคนี หินตะกอน และหินแปรเช่นนี้ เรียกว่า วัฏจักรของหิน ดังตัวอย่างแผนภาพต่อไปนี้



แผนภาพที่ 9 วัฏจักรของหิน

ที่มา: ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์, ธรณี [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2550.

เข้าถึงได้จาก <http://obeclms.obec.go.th/lesa/lesa/index6.htm>

จากภาพจะเห็นได้ว่าหินทั้งสามชนิดอาจแปรเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้ เช่น หินหนืดภายใต้ผิวโลกที่เย็นตัวลงจะกลายเป็นหินอัคนี เมื่อเกิดการสึกกร่อนเป็นเศษหิน ซึ่งถูกพัดพาไปรวมกันจะเกิดเป็นหินตะกอนขึ้น หินตะกอนเมื่อได้รับความร้อนและความกดดันก็จะกลายเป็นหินแปร การเปลี่ยนแปลงและหมุนเวียนของหินทั้ง 3 ประเภทนี้ เราเรียกว่า วัฏจักรของหิน

## ความหมายของแร่ (Mineral)

แร่ หมายถึง ธาตุหรือสารประกอบอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มีโครงสร้างภายในที่เป็นระเบียบ มีสูตรเคมี และ คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพที่แน่นอน หรือเปลี่ยนแปลงได้ในวงจำกัด เช่น ทองคำ (Au) ควอตซ์ (SiO<sub>2</sub>) สติบไนต์ (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) วุลแฟรมไมต์ ((Fe,Mn)WO<sub>4</sub>) ฯลฯ

### แร่ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

1. แร่ประกอบหิน (Rock Forming Minerals) แร่ประกอบหิน หมายถึง แร่ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของหินชนิดต่าง ๆ ประกอบด้วยธาตุหลักที่สำคัญ 8 ธาตุ ได้แก่ ออกซิเจน ซิลิกอน อะลูมิเนียม เหล็ก แคลเซียม โพแทสเซียม โซเดียมและแมกนีเซียม รวมตัวกันในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารประกอบซิลิเกตและคาร์บอเนต ซึ่งแร่ที่สำคัญ ได้แก่ ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ โอลิวีน แอมฟิโบล ไมกา ไพรอกซีน แคลไซต์ ฯลฯ

2. แร่เศรษฐกิจ (Economic Minerals) แร่เศรษฐกิจ หมายถึง แร่ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ หรือสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ แบ่งย่อยออกเป็น 2 ประเภท คือ

#### 2.1 แร่โลหะ (Metallic Minerals)

#### 2.2 แร่ไม่โลหะ (Non-metallic Minerals) หรือแร่อุตสาหกรรม (Industrial

Minerals)

## สินแร่ (Ore)

สินแร่ หมายถึง หินหรือแร่ประกอบหินที่มีแร่เศรษฐกิจปนอยู่ในปริมาณที่มากพอที่จะทำเหมืองได้ โดยคุ้มค่าการลงทุน สามารถจัดแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1. แร่โลหะ (Metallic Mineral) คือ แร่ที่มีธาตุโลหะเป็นส่วนประกอบสำคัญ สามารถนำไปถลุงหรือแยกเอาโลหะในแร่มาใช้ประโยชน์ เช่น แร่ทองคำ ดีบุก สังกะสี เหล็ก เงิน ตะกั่ว

2. แร่ไม่โลหะ (Non-metallic Mineral) คือแร่ที่ไม่มีธาตุโลหะเป็นส่วนประกอบสำคัญ ส่วนมากนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง หรือมีการปรับปรุงคุณภาพเล็กน้อย เช่น แร่ควอตซ์ เฟลด์สปาร์ ยิปซัม โคลโคไมต์ แบไรต์

3. แร่เชื้อเพลิง (Mineral Fuels) คือ วัสดุที่มีกำเนิดมาจากการทับถมตัวของพวกพืช สัตว์และอินทรีย์สารอื่นๆ จนสลายตัวและเกิดปฏิกิริยา กลายเป็นเชื้อเพลิงธรรมชาติ นิยมจัดเป็นแร่

โดยอนุโลม ได้แก่ ถ่านหิน หินน้ำมัน น้ำมันดิบ และก๊าซธรรมชาติ

4. แร่รัตนชาติ (Gems หรือ Gemstones) คือ แร่หรือหินที่มีคุณค่าความสวยงาม หรือเมื่อนำมาเจียรระไน ตัด ฝนหรือขัดมันแล้วสวยงามเพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องประดับได้โดยต้องมี คุณสมบัติที่สำคัญอยู่ 3 ประการ คือ สวยงาม ทนทาน และหายาก โดยทั่วไปสามารถจำแนก ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ เพชร (Diamond) และพลอย (Coloured Stones)

5. กรวด หิน ดิน ทราย (Gravel, Rock, Soil, Sand) กรวด หิน ดิน ทราย เกิดจากการผุพังของหินเดิม อาจเป็นหินอัคนี หินชั้น หรือหินแปรและประกอบด้วยแร่ชนิดหนึ่งหรือหลาย ชนิด มักนำมาใช้ประโยชน์ในลักษณะที่เป็นวัสดุก่อสร้าง

### เกณฑ์การจำแนกแร่

จากการศึกษาต่อมาพบว่าแร่เป็นสารบริสุทธิ์อาจจะอยู่ในรูปของธาตุหรือสารประกอบ อนินทรีย์ มีหลายสี แร่ชนิดเดียวกันอาจจะมีสีต่างกัน นอกจากนั้นแร่แต่ละชนิดยังมีสมบัติเฉพาะตัว ในด้านความแข็ง ความวาวสีผงละเอียด ความหนาแน่นต่างกันอีกด้วย เราจะใช้สมบัติเฉพาะตัว เหล่านี้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกแร่

1. สีผิว คือ สีที่ปรากฏให้เห็นภายนอก แร่ส่วนมากมักจะมีสีสวย เช่น แร่ดิบบุก มักจะมีสีน้ำตาล หรือดำ

2. สีผงละเอียด คือ สีผงของเนื้อแร่ อาจทำได้โดยนำแร่ขีดลงไปบนแผ่นชุกติซึ่งเป็นแผ่นกระเบื้องที่ไม่เคลือบ ถ้าแร่นั้นอ่อนกว่าแผ่นชุกติจะเห็นสีเป็นรอยขีดติดอยู่บนแผ่นชุกติ แต่ถ้าแร่นั้นแข็งกว่าก็จะไม่เห็นสีผงจะต้องใช้วิธีอื่นประกอบด้วย

3. ความแข็ง หมายถึง ความทนทานต่อการขีดขีดของแร่ได้มากน้อยเพียงใด โดยถือหลักว่าแร่ที่แข็งกว่าสามารถขีดแร่ที่อ่อนกว่าให้เป็นรอยได้ นอกจากนั้น ยังมีเครื่องมือที่ใช้ ตรวจสอบความแข็งของแร่อีกด้วย คือ เล็บมือ มีดพับ ลวดทองแดง แผ่นแก้ว ตะไบเหล็กกล้า แล้วใช้ เปรียบเทียบกับมาตรวัดความแข็งของโมห์ ซึ่งกำหนดให้เพชรมีความแข็งมากที่สุดเท่ากับ 10 ดังนี้

แร่ที่มีความแข็ง	1 – 2	ใช้เล็บขีดเป็นรอยได้
แร่ที่มีความแข็ง	3	ใช้ลวดทองแดงขีดเป็นรอยได้
แร่ที่มีความแข็ง	4 – 5	ใช้มีดขีดเป็นรอยได้
แร่ที่มีความแข็ง	6	ใช้ตะไบเหล็กขีดเป็นรอยได้
แร่ที่มีความแข็ง	7 – 10	ขีดแผ่นกระจกเป็นรอยได้

4. ความวาว หมายถึง ความสามารถในการสะท้อนแสงของแร่เนื่องจากการหักเหของแสงในก้อนแร่ และความเรียบเป็นมันของผิวแร่ความวาวมี 4 ชนิด คือ วาวแบบโลหะ วาวแบบเพชร วาวคล้ายแก้ว วาวคล้ายน้ำมัน

5. ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (ความถ่วงจำเพาะของสาร) หมายถึง อัตราส่วนของความหนาแน่นของสารกับความหนาแน่นของน้ำ แร่ต่างชนิดกันอาจจะมีความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกันได้ ดังนั้น ในการศึกษาชนิดของแร่ จึงต้องศึกษาสมบัติอื่นประกอบไปด้วย ตัวอย่าง เช่น แร่ฮีมาไทต์มีความหนาแน่นเท่ากับ  $5.30 \text{ g/cm}^3$

$$\text{สูตร ความหนาแน่นสัมพัทธ์} = \frac{\text{ความหนาแน่นของแร่}}{\text{ความหนาแน่นของน้ำ}}$$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{ความหนาแน่นของแร่ฮีมาไทต์} & 5.30 \text{ g/cm}^3 \\ \text{ความหนาแน่นของน้ำ} & 1.00 \text{ g/cm}^3 \\ & = \frac{5.30 \text{ g/cm}^3}{1.0 \text{ g/cm}^3} \end{aligned}$$

แสดงว่า แร่ฮีมาไทต์ มีความหนาแน่นเป็น 5.30 เท่าของความหนาแน่นของน้ำ

สมบัติของแร่

ตารางแสดง สมบัติของแร่

แร่	สี	ความแข็ง ความวาว	สีผงละเอียด	ความหนาแน่น $\text{g/cm}^3$
ควอร์ตซ์	ขาว ไม่มีสี	5 คล้ายแก้ว	ไม่มี	2.65
แคลไซต์	ขาว ไม่มีสี	3 คล้ายแก้ว	ขาว	2.72
เงิน	ขาว	25-3 วาวแบบโลหะ	สีขาวเงิน	10.50
ดีบุก	น้ำตาล ดำ	6-7 วาวแบบเพชร	ขาว	6.80-7.10
ตะกั่ว	สีเทาเงินตะกั่ว	2.5 วาวแบบโลหะ	สีเทาตะกั่ว	7.50
ทองคำ	เหลืองเข้ม	25-3 วาวแบบโลหะ	เหมือนสีตัว	15.00-19.00
ยิปซัม	ขาว ไม่มีสี เทา	2 คล้ายแก้ว คล้ายมุก	ไม่มี	2.7
แมนิไทต์	ดำแบบเหล็ก	6 วาวแบบโลหะ	ดำ	5.18
ฮีมาไทต์	เทาเหล็กถึงดำ	6.5 วาวแบบโลหะ	สีน้ำตาลแดง แดงอิฐ	5.30

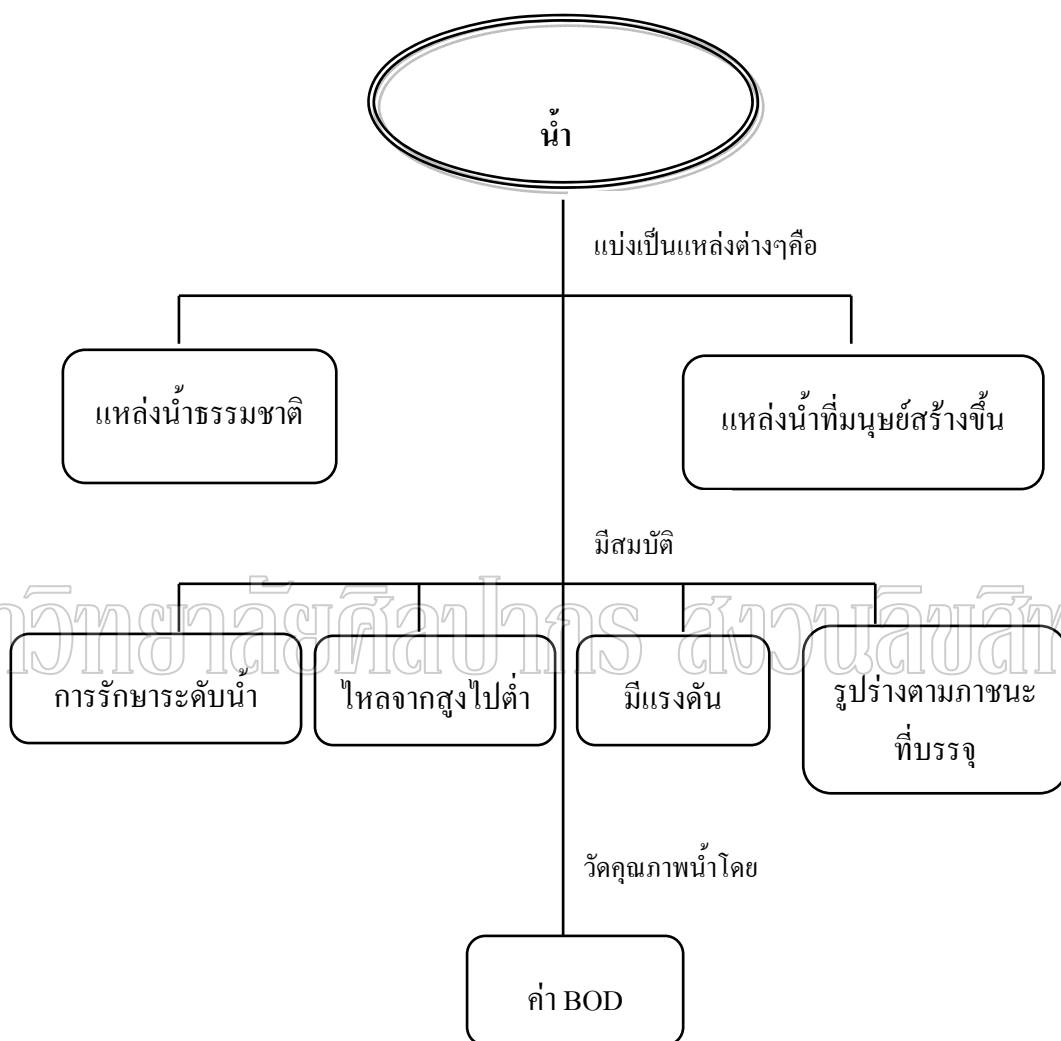
1. แร่เป็นสารบริสุทธิ์อาจเป็นธาตุหรือสารประกอบก็ได้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ในรูปของผลึกที่มีอยู่ในหิน

2. แร่แต่ละชนิดมีสมบัติเฉพาะตัว ดังนั้น แร่ต่างชนิดกันจึงมีสมบัติต่างกันซึ่งนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกแร่ได้ แหล่งแร่ที่สำคัญทางอุตสาหกรรมในประเทศไทย แสดงดังตารางข้อมูลแหล่งแร่ที่สำคัญทางอุตสาหกรรมในประเทศไทย

ประเภทของแร่	ชื่อแร่	แหล่งแร่ที่สำคัญ	ประโยชน์
แร่โลหะ	ดีบุก	ส่วนมากพบทางภาคใต้ ในจังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กาญจนบุรี ตาก แม่ฮ่องสอน เชียงราย	ใช้ฉาบแผ่นเหล็ก เคลือบแผ่นเหล็กที่ใช้ทำกระป๋องอาหารสำเร็จรูป ทำโลหะผสม เช่น ทองบรอนซ์
	พลวง	พบในจังหวัดสุราษฎร์ธานี เชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน ราชบุรี	ทำโลหะผสม เช่น ผสมกับตะกั่ว ใช้ทำแผ่นแบตเตอรี่ ผสมกับตะกั่วและดีบุก ทำตัวพิมพ์ทำสีย้อมผ้า หมึก แก้ว
	วุลแฟรม	พบในแหล่งเดียวกับดีบุก ที่มีปริมาณมากและคุณภาพดี พบที่แม่ฮ่องสอน (อำเภอแม่สะเรียง)	เครื่องเอกซเรย์และหลอดภาพโทรทัศน์
	เหล็ก	พบที่ลพบุรี (เขาทับควาย ตำบลโคกกระเทียม) สุราษฎร์ธานี (เกาะสมุย)	ใช้ในการก่อสร้าง ทำเครื่องใช้ประจำวัน
	สังกะสี	พบเป็นจำนวนน้อย ร่วมกับตะกั่วที่กาญจนบุรี (อำเภอศรีสวัสดิ์) เลย์ ตาก	ใช้เคลือบแผ่นเหล็กทำสังกะสี มุงหลังคา ทำโลหะผสม เช่น ทองเหลือง สารประกอบของสังกะสี ใช้ทำยา ทำสีย้อมผ้า และทำน้ำยารักษาเนื้อไม้
	ทองคำ	ส่วนมากพบในธรรมชาติในลักษณะเป็นผง หรือเกล็ดเล็ก ๆ มีน้อยที่พบเม็ดโตขนาดหัวไม้ขีดไฟ พบที่ประจวบคีรีขันธ์(อำเภอบางสะพาน) ปราจีนบุรี(บ้านป่อทอง	ใช้เป็นหลักประกันเงินตรา ระหว่างประเทศ เป็นสินทรัพย์สำรองใช้แทนเงินตรา

ประเภท ของแร่	ชื่อแร่	แหล่งแร่ที่สำคัญ	ประโยชน์
แร่ อโลหะ	แทนทาลัม	อำเภอบึงนาราง (หมู่บ้านโต๊ะไม้)	เครื่องประดับใช้ในการสร้าง เครื่องยนต์ไอพ่นและยาน จรวดอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่อง อิเล็กทรอนิกส์
	ใยหิน	พบในแหล่งแร่เดียวกันกับดีบุกใน จังหวัดตรัง พังงา ภูเก็ต ระนอง กาญจนบุรี ราชบุรี และอุทัยธานี	ใช้ทำผ้าทนไฟ ผ้าเบรค กระเบื้องมุงหลังคา วัสดุกัน ความร้อน
	ดินขาว	พบที่จังหวัดอุดรดิตถ์	ใช้ในการทำเครื่องปั้นด้วยขาม อิฐ กระเบื้อง ทำกระดาษ ยาง และสี
	ดินอ่อน	พบที่ลำปาง (อำเภอแจ้ห่ม) อุดรดิตถ์ ปรานบุรี	ใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง เครื่อง ตกแต่งอาคาร เช่น ปูนพื้น ทำ บันได โต๊ะ รูปสลักต่าง ๆ
	เกลือหิน	พบที่สุโขทัย (อำเภอทุ่งเสลี่ยม อำเภอพระพุทธบาทและอำเภอเมือง สระบุรี)	เป็นวัตถุดิบในการผลิต เคมีภัณฑ์ใช้ในอุตสาหกรรม ถลุงแร่ ทำสบู่ ย้อมสี ฟอกหนัง
	ยิปซัม	พบทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในจังหวัดชัยภูมิ (อำเภอบำเหน็จ ณรงค์) นครราชสีมา สกลนคร และ มหาสารคาม พบที่พิจิตร นครสวรรค์(อำเภอหนองบัว) สุราษฎร์ธานี (อำเภอบ้านนาสาร)	ใช้ทำปูนซีเมนต์ ปูนปลาสเตอร์ แผ่นยิปซัมบอร์ด ซอล์ก กระดาษ ปู่ย

## ผังความคิดสาระการเรียนรู้ น้ำ



แผนภาพที่ 10 ผังความคิดสาระการเรียนรู้ น้ำ

ที่มา: บัญชา แสนทวี, หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 4 (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช จำกัด, 2547), 198.

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

เวลา 24 ชั่วโมง

เรื่อง น้ำ

เวลา 4 ชั่วโมง

### สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ภูมิประเทศและสัญญาณของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.1-3 : 6 สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับแหล่งน้ำบนพื้นโลก แหล่งน้ำใต้ดิน และการนำมาใช้ประโยชน์

#### แนวความคิดหลัก

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการน้ำในการดำรงชีวิต และร่างกายของมนุษย์ก็มีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ ถ้าร่างกายขาดน้ำจะทำให้ถึงตายได้ นอกจากนี้น้ำยังมีอิทธิพลอย่างมากต่อสภาพอากาศของโลก โลกของเราประกอบด้วยพื้นน้ำประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของพื้นผิวโลกทั้งหมดสามารถแบ่งแหล่งน้ำที่นำมาใช้ได้ 2 แหล่ง คือ แหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

#### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทดลอง อธิบายลักษณะ สมบัติ และคุณภาพของแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้
2. ยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำในท้องถิ่นได้

#### สาระการเรียนรู้

1. แหล่งน้ำธรรมชาติ
2. แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น
3. ประโยชน์ของน้ำ
4. มลภาวะทางน้ำ

#### กระบวนการจัดการเรียนรู้

##### ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ

1. ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าแหล่งน้ำบนพื้นโลกมีอะไรบ้าง
2. นักเรียนช่วยกันบอกชื่อแหล่งน้ำบนพื้นโลก เช่น ทะเล มหาสมุทร ฯลฯ

### ขั้นที่ 2 อภิปราย

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึง โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้
4. นักเรียนช่วยกันบอกประโยชน์ของน้ำว่ามีความสำคัญอย่างไรบ้าง (ใช้บริบท การเกษตร คมนาคม เป็นต้น)
5. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอความเห็นของกลุ่ม

### ขั้นที่ 3 สำรวจและค้นหา

6. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คนแต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ เรื่อง น้ำ แล้วร่วมกัน แสดงความคิดเห็น
7. ครูและนักเรียนร่วมกันออกแบบกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การไหลซึมของน้ำ แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำกิจกรรม และลงมือปฏิบัติกิจกรรมสังเกตและ บันทึกผลกิจกรรม

### ขั้นที่ 4 อธิบาย

8. นักเรียนแต่ละคนนำเสนอผลงาน และอภิปรายร่วมกันถึงผลงานของแต่ละกลุ่ม

### ขั้นที่ 5 คิดค้นเพิ่มเติม

9. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การอนุรักษ์น้ำ แล้วนำเสนอผลงาน

### ขั้นที่ 6 สรุปและประเมินผล

10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทำกิจกรรม เพื่อให้ได้ผลสรุป แนวสรุป สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการน้ำในการดำรงชีวิต และร่างกายมนุษย์ก็มีส่วนประกอบประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ ถ้าร่างกายขาดน้ำจะทำให้ถึงตายได้ และร่างกายมนุษย์ก็มีส่วนที่น้ำมีอิทธิพลอย่างมากต่อสภาพอากาศของโลก โลกของเราประกอบด้วยพื้นน้ำประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของพื้นโลกทั้งหมด สามารถแบ่งแหล่งน้ำที่นำมาใช้ได้ 2 แหล่ง คือ แหล่งน้ำธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

11. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย แนวทางการนำความรู้ที่ได้ไปใช้
  12. นักเรียนสรุปความรู้ในรูป Mind mapping และทำข้อทดสอบหลังเรียน
- สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

#### 1. สื่อการเรียนรู้

- 1.1 ใบความรู้ เรื่อง น้ำ
- 1.2 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การไหลซึมของน้ำ

#### 2. แหล่งเรียนรู้

- 2.1 ห้องสมุด
- 2.2 เว็บไซต์

## กระบวนการวัดผลประเมินผล

วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่าน
1. สังเกตกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ 2. พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม 3. การนำเสนอผลงาน 4. การตรวจผลงานการเขียน รายงานการทดลอง	1. แบบประเมินทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. แบบประเมินพฤติกรรมการ ทำงานกลุ่ม 3. แบบประเมินการนำเสนอ ผลงาน 4. แบบประเมินผลการตรวจ รายงาน	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

## ใบความรู้ที่ 1

### เรื่อง น้ำ



#### แหล่งน้ำธรรมชาติ

น้ำธรรมชาติ เป็นน้ำที่ไม่บริสุทธิ์ เพราะน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี ดังนั้นแหล่งน้ำธรรมชาติจึงเป็นน้ำที่มีสารต่าง ๆ ปะปนอยู่ แหล่งน้ำธรรมชาติมีอยู่ทั่วไป คือ

#### 1. น้ำผิวดิน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

1.1 น้ำจืด คือ น้ำตามแม่น้ำลำธาร บ่อ หนอง บึง ทะเลสาบ น้ำตก ปริมาณน้ำจืดบนโลกมีประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ และมีเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ที่สามารถนำมาใช้ได้

1.2 น้ำเค็ม คือ น้ำในทะเลมหาสมุทรเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่ขนาดใหญ่มีพื้นที่ 3 ใน 4 ของพื้นที่ผิวโลก

2. น้ำใต้ดิน เป็นน้ำที่เกิดขึ้นจากการที่ฝนตกลงมา ดินจะดูดซึมน้ำฝนเอาไว้ เมื่อดินอิ่มตัวแล้ว น้ำที่เหลือจะซึมลงไปดินถึงชั้นของหิน ชั้นของหินจะกักเก็บน้ำเอาไว้ ทำให้ดินเหนือชั้นหินนั้นเต็มไปด้วยน้ำ เราเรียกน้ำนี้ว่า “น้ำใต้ดิน” และเรียกระดับน้ำตอนบนสุดว่า “ระดับน้ำใต้ดิน” ดังภาพ ถ้าน้ำในดินมีมาก น้ำส่วนที่เหลือจากที่ดินดูดซับไว้จะไหลซึมต่อไปอีกในระดับที่ลึกลงไปจากน้ำในดิน โดยผ่านรูพรุนระหว่างชั้นหินลงไป แล้วขังอยู่ระหว่างชั้นดิน เรียกน้ำนั้นว่า “น้ำบาดาล” และเรียกระดับน้ำตอนบนสุดว่า “ระดับน้ำบาดาล” ระดับน้ำบาดาลจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล หรือตามปริมาณการเพิ่มและการสูญเสีย

#### แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่

#### 1. บ่อน้ำ บ่อน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมี 2 ชนิด บ่อน้ำใต้ดิน และบ่อน้ำบาดาล

1.1 บ่อน้ำใต้ดิน เป็นบ่อน้ำที่เกิดจากการขุดพื้นดินลงไปในพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำในดินให้ลึกกว่าระดับน้ำในดินจนถึงชั้นหิน

1.2 บ่อน้ำบาดาล เป็นบ่อน้ำที่เกิดจากการขุดพื้นดินให้ลึกลงไปใต้หินจนถึงระดับบาดาล

2. อ่างเก็บน้ำ อ่างเก็บน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นมีอยู่ 2 แบบ คือ อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก และอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่

2.1 อ่างเก็บน้ำขนาดเล็กโดยใช้รถขุดและคันดินขึ้นมาเป็นคันดินบ่อรอบ  
อ่างเก็บน้ำไว้

2.2 อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ หรือเขื่อน เป็นการสร้างทำนบขนาดใหญ่ ซึ่งสร้าง  
ขวางไว้ตลอดส่วนกว้างของลำน้ำ สำหรับกักน้ำหรือกักเก็บน้ำ และมีประตุน้ำที่เหลื่อจาก  
ความต้องการให้ไหลผ่านออกไปได้โดยไม่ให้ไหลล้นข้ามสันเขื่อน

### ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การไหลซึมของน้ำ



ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายลักษณะ สมบัติและคุณภาพของแหล่งน้ำบนพื้นโลกและใต้ดิน

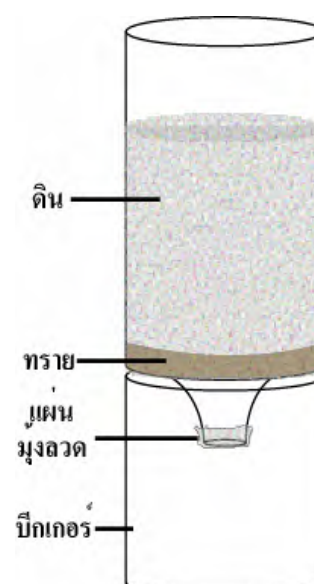
คำชี้แจง

ให้นักเรียนทำกิจกรรม และตอบคำถามต่อไปนี้

#### แนวความคิดหลักที่สำคัญ

- น้ำไหลซึมผ่านดิน
- ดินอุ้มน้ำ
- น้ำมีผลทำให้สมบัติของดินเปลี่ยน
- สมบัติของดิน (เนื้อดิน โครงสร้างดิน อินทรีย์วัตถุ ชั้น

ดิน มีผลต่ออัตราการไหลซึมของน้ำผ่านดิน ความสามารถในการ  
การอุ้มน้ำของดิน ความสามารถในการกรองธาตุอาหารของดิน  
 ฯลฯ



### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- ☞ การสังเกต
- ☞ การวัดปริมาตร การจับเวลา
- ☞ การตั้งสมมติฐาน
- ☞ การทดลอง
- ☞ การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

### วัสดุและอุปกรณ์ (สำหรับแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน)

1. ขวดใส่น้ำขนาด 2 ลิตร 2-3 ใบ บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร หรือภาชนะใสขนาดเดียวกัน 4 - 5 ใบ สำหรับเทและรองรับน้ำ สำหรับการสาธิต ในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนต้องการจำนวนมากกว่านี้ จำนวนบีกเกอร์เพิ่มตามจำนวนกลุ่มของนักเรียน

2. ตัวอย่างดิน (เก็บตัวอย่างดินชนิดต่างๆ ประมาณ 1 - 2 กิโลกรัม จากบริเวณรอบโรงเรียนหรือบ้าน อาจจะเป็นดินชั้นบน (ชั้น A) ดินชั้นล่าง (ชั้น B) ดินปลูกพืช ดินทราย ดินที่อัดตัวแน่น ดินที่มีหญ้าขึ้น ดินที่มีเนื้อแตกต่างกัน)

3. ตะแกรงร่อนดินที่มีช่องถี่ ที่ไม่อุดหรือทำปฏิกิริยากับน้ำ (ขนาดตะแกรง 1 มิลลิเมตร หรือเล็กกว่านั้น)

4. เทปกาว

5. กรรไกร

6. น้ำ

7. กระดาษ pH หรือ เครื่องวัด pH

8. ใบงานกิจกรรมการไหลซึมของน้ำ

9. สมุดบันทึก

หมายเหตุ นักเรียนอาจใช้ขวดขนาด 1.25 ลิตรก็ได้ แต่ขนาดของบีกเกอร์จะต้องเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของขวด โดยที่ปากขวดไม่ควรลงไปในบีกเกอร์ลึกเกินไป เพราะจะมีผลต่อการอ่านปริมาตรน้ำ ไม่ว่าจะขวดมีขนาดใดก็ตามที่สำคัญคือปริมาณของดิน น้ำ

การเตรียมตัวอย่างหน้า อภิปรายลักษณะทั่วไปของดิน

### ความรู้พื้นฐาน

การไหลซึมของน้ำสู่ดินขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น (เนื้อดิน และการกระจายของขนาดอนุภาคดิน) และแรงดึงดูดระหว่างอนุภาคดินกับน้ำ ดินบางชนิดจะปล่อยให้ น้ำซึมผ่านได้อย่างรวดเร็วแล้วอุ้มน้ำไว้ในดิน ซึ่งทำให้พืชสามารถดูดน้ำไปใช้ได้ดีขึ้น ดินบางชนิดอาจปล่อยให้ น้ำซึมผ่านไปได้หมดภายในเวลา 2 - 3 วินาที ดินบางชนิดไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านเลย ดินที่เหมาะสม

สำหรับการปลูกพืชควรมีสสมบัติอย่างไร ดินที่เหมาะสมสำหรับเป็นที่จอดรถหรือสนามเด็กเล่นควรมีสสมบัติอย่างไร ถ้าดินอึมตัวไปด้วยน้ำแล้วมีฝนตกหนักบริเวณนั้นจะเกิดอะไรขึ้น นักเรียนจะปรับปรุงการอุ้มน้ำของดินให้เหมาะสมได้อย่างไร ถ้าเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้เกิดขึ้น ถ้ามีพืชขึ้นอยู่บนดิน ถ้าดินถูกอัดตัว หรือถ้าดินถูกไถพรวนเกิดอะไรขึ้นกับการไหลซึมของน้ำสู่ดิน

น้ำในดินเป็นตัวการสำคัญในการลำเลียงธาตุอาหารจากดินสู่พืชที่กำลังเจริญเติบโต พืชได้น้ำจากการดูดน้ำจากดินของราก และได้อาหารที่ละลายอยู่ในน้ำซึ่งอยู่ในดิน ดินจะมีธาตุอาหารพืชอยู่มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับว่าดินนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร จากวัตถุดิบกำเนิดอะไร และจัดเรียงตัวกันอย่างไร ชาวสวนและชาวนามักจะเติมธาตุอาหาร หรือ ปุ๋ย ลงในดินเพื่อจะเพิ่มธาตุอาหารของพืช

### การเตรียมล่วงหน้า

- เก็บตัวอย่างดินชนิดต่างๆ จากโรงเรียนหรือที่บ้าน
- นำขวดพลาสติกใสขนาด 2 ลิตร ดึงฉลากออก ดึงฝาออก ตัดส่วนบนและกันขวดออก ให้ปลายวงได้พอดีบนบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร หรือภาชนะใสอื่นๆ

**ข้อสังเกต** ควรเก็บส่วนที่เป็นวงของส่วนบนของขวดที่ตัดออกไว้สำหรับช่วยให้ขวดวางบนบีกเกอร์ได้พอดี

- ตัดแผ่นมุ้งลวดหรือมุ้งไนลอนตัดเป็นวงกลมขนาดใหญ่กว่าปากขวด 3 มิลลิเมตร ใช้เทปกาวติดแผ่นมุ้งลวดรอบปากขวดที่ถูกตัดออก วางให้ส่วนมีเป็นปากขวดที่กรุ้มุงลวดหงายขึ้น ตั้งบนบีกเกอร์หรือบนที่ตั้งวงแหวน แล้วใช้บีกเกอร์รองน้ำวางข้างล่างของปากขวดอีกทีหนึ่ง

### วิธีการปฏิบัติกิจกรรม

1. สังเกตสมบัติของดินตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับดินที่สังเกตได้ ลงบนสมุดบันทึก
2. บันทึกด้วยว่าดินตัวอย่างแต่ละตัวอย่างได้มาจากไหน ที่ระดับความลึกเท่าใด ถ้าได้ปฏิบัติตามหลักวิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้าลักษณะของดินแล้ว นักเรียนสามารถบันทึกสภาพความชื้น โครงสร้าง สีดิน ความหยุ่นตัวของดิน เนื้อดิน การปรากฏของหิน รากพืช และคาร์บอนेट
3. เลือกดินสำหรับสาธิตการทดลอง (ดินร่วนปนทรายดีที่สุด) ใส่ดินดังกล่าวประมาณ 1.2 ลิตร ลงในขวดขนาด 2 ลิตร
4. เทน้ำ 300 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร หรือภาชนะใส สำหรับเทน้ำ วัดค่า pH ของน้ำ และสังเกตความใสของน้ำ
5. ก่อนเทน้ำลงในดิน ให้นักเรียนอธิบายว่าดินจะเป็นอย่างไรเมื่อน้ำลงไป

- มีน้ำไหลออกทางก้นภาชนะเท่าใด
- น้ำไหลซึมผ่านดินได้เร็วเพียงใด
- pH ของน้ำที่ซึมผ่านดินเปลี่ยนแปลงไปจากก่อนที่จะใส่ลงในดินหรือไม่

อย่างไร

- น้ำที่ซึมผ่านดินไปแล้วจะมีลักษณะอย่างไร

6. เขียนสมมติฐานของนักเรียนลงบนกระดาษ ให้บันทึกสมมติฐานดังกล่าวไว้ในสมุด

บันทึก

7. เทน้ำลงในดินแล้วเริ่มจับเวลา บรรยายสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อเทน้ำลงในดิน

- น้ำทั้งหมดอยู่บนดินหรือไม่
- น้ำนั้นไปไหน
- เห็นฟองอากาศในน้ำเหนือชั้นดินหรือไม่
- น้ำที่ออกมาจากดินมีลักษณะเหมือนน้ำที่เข้าไปในดินหรือไม่
- อะไรจะเกิดขึ้นกับโครงสร้างของดิน

8. บันทึกผลการสังเกต และจับเวลาด้วยว่า น้ำซึมผ่านดินใช้เวลานานเท่าใด

9. ให้นักเรียนเปรียบเทียบผลการทดลองกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. ให้นักเรียนบันทึกการสรุปผลของตนเองลงในสมุดบันทึกเกี่ยวกับการทำปฏิกิริยา

ของน้ำกับดินว่าเป็นอย่างไร

11. ทันทีที่น้ำหยุดไหลจากก้นขวด วัดปริมาณน้ำที่ออกมาจากดินลงในปิเกตอร์

- เกิดอะไรขึ้นกับน้ำที่หายไป

12. สังเกตความใสของน้ำ

- น้ำที่ซึมออกมาจากดินใสหรือขุ่นกว่าน้ำที่เข้าไปในดิน

13. ทดสอบ pH ของน้ำที่ไหลผ่านดินออกมาลงในปิเกตอร์ บันทึกผลและเปรียบเทียบผลกับค่า pH ของน้ำตอนที่ลงในดิน เปรียบเทียบสมมติฐานของนักเรียน

14. สังเกตดินที่อึดตัวด้วยน้ำที่อยู่ในขวด อะไรจะเกิดขึ้น ถ้าเทน้ำเพิ่มเข้าไปในดินอีก

300 มิลลิเมตร บันทึกข้อสมมติฐานของนักเรียน

- ครั้งนี้น้ำจะอยู่ในดินปริมาณเท่าไร
- ครั้งนี้น้ำจะซึมผ่านดินได้เร็วเพียงใด
- ครั้งนี้ pH ของน้ำที่ซึมออกมาจากดินจะเปลี่ยนจาก pH ของน้ำที่ใส่ลงไปใน

ดิน หรือไม่

- ครั้งนี้น้ำที่ซึมออกมาจากดินจะใสหรือไม่

15. เหน้กลับเข้าไปในดินใหม่ สังเกตผลเปรียบเทียบกับสมมติฐาน

16. ให้นักเรียนบันทึกคำถาม สมมติฐาน การสังเกต และการสรุปลงในสมุดบันทึก

**การศึกษาค้นคว้าเป็นกลุ่ม:** การทดลองกับดินชนิดต่างๆ

1. ศึกษาสมบัติของดินตัวอย่างชนิดต่างๆ

2. ให้นักเรียนทำนายว่าเวลาที่น้ำไหลผ่านดินแต่ละชนิดเท่ากันหรือไม่ ดินทุกชนิด

สามารถที่จะอุ้มน้ำไว้ได้ปริมาณเท่ากันหรือไม่

3. อภิปรายว่าดินชนิดใดอาจจะแตกต่างกันและอย่างไร

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกดินแต่ละชนิด

5. ให้แต่ละกลุ่มทำการทดลองขั้นที่ 2 - 15 ซ้ำกับดินของตน และบันทึกผลการทดลอง

6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการทดลองต่อชั้นเรียน การรายงานควรประกอบด้วย

คำถาม สมมติฐาน และการสังเกต เช่นเดียวกับการสรุปเกี่ยวกับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และอิทธิพลของตัวแปรเหล่านั้นที่มีผลต่อการทดลอง

- คุณสมบัติของดิน

- pH และความใสของน้ำ

- เวลาที่น้ำซึมผ่านลงไปในดิน

- ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านดิน

- การเปลี่ยนแปลง pH และความใสของน้ำ

- ผลของการทดสอบการอุ้มน้ำของน้ำในดิน

7. ศึกษาผลของการทดลองของนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกัน พิจารณาการสังเกตสมบัติของดิน เช่น ความแตกต่างของขนาดอนุภาคดิน ช่องว่างระหว่างอนุภาคดิน อินทรีย์วัตถุ ซึ่งอาจจะอุ้มน้ำ ฯลฯ ที่มีผลต่อความเร็วที่สุดและช้าที่สุดของการไหลซึมของน้ำ การอุ้มน้ำไว้ของดิน การเปลี่ยนแปลง pH และความใสของน้ำ โดยการเปรียบเทียบสมมติฐานกับผลการทดลองของนักเรียนกลุ่มต่างๆ บันทึกข้อสรุปเกี่ยวกับปฏิกริยาระหว่างน้ำและดินว่าเกิดขึ้นอย่างไร ลงในสมุดบันทึก

8. ให้พิจารณาว่าสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทดลองนี้สามารถใช้ได้ในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวันได้อย่างไร จะสามารถตอบคำถามถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นในการใช้ที่ดินของชุมชนของตนอย่างไร เช่น อะไรจะเกิดขึ้นถ้าดินในบริเวณนั้นอัดตัวกันแน่น แล้วมีฝนตกหนักลงมา

-----

**แบบบันทึก**  
**การไหลซึมของน้ำ**

**ตัวอย่างดินที่ 1**

สี ..... โครงสร้าง .....(เม็ดกลมมน / แบบกล่อง) ใบน้ำ, รากไม้ ..... (ไม่มี, มีบ้าง, มีมาก)

**ตัวอย่างดินที่ 2**

สี ..... โครงสร้าง .....(เม็ดกลมมน / แบบกล่อง) ใบน้ำ, รากไม้ ..... (ไม่มี, มีบ้าง, มีมาก)

**ตัวอย่างดินที่ 3**

สี ..... โครงสร้าง .....(เม็ดกลมมน / แบบกล่อง) ใบน้ำ, รากไม้ ..... (ไม่มี, มีบ้าง, มีมาก)

ลักษณะ	ตัวอย่างดินที่ 1		ตัวอย่างดินที่ 2		ตัวอย่างดินที่ 3	
	ก่อนหน้า	หลังหน้า	ก่อนหน้า	หลังหน้า	ก่อนหน้า	หลังหน้า
สีของน้ำ						
PH ของน้ำ						
สีของดิน						
ความแข็งของดิน						
สีของตะกอน						
เวลาที่น้ำหยด แรก ไหลซึม ออกมา						
ขุ่น / ใส						

### แบบฝึกหัด

จงตอบคำถามหรือเติมช่องว่างด้วยคำหรือข้อความสั้น ๆ

1. มนุษย์ใช้ประโยชน์จากน้ำในด้านใดบ้าง.....

.....

2. การใช้น้ำเพื่อความสุขาภิบาลและใช้ระดับอค์ภักย์จัดเป็นประโยชน์ทางด้าน.....

.....

3. แหล่งน้ำจืดที่แบ่งตามลักษณะทางกายภาพมี.....ลักษณะคือ.....

.....

4. แหล่งน้ำจืดที่แบ่งตามแหล่งที่เกิดมี.....ลักษณะ คือ.....

.....

5. แหล่งน้ำเค็ม ได้แก่.....

6. ความไม่สมดุลของปริมาณน้ำที่เกิดขึ้น เช่น ขาดแคลนน้ำอย่างมากในฤดูแล้ง น้ำท่วม  
อย่างหนักในฤดูฝน เป็นต้น มีสาเหตุมาจาก.....

7. ปัญหาน้ำขาดคุณภาพหรือน้ำเสียเกิดจากสาเหตุใดบ้าง.....

.....

8. น้ำที่มีคุณภาพควรมีลักษณะเช่นไร.....

.....

9. น้ำที่มีคุณภาพเลวลงจนไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เรียกว่า.....

.....

10. วิธีการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ ได้แก่.....

.....

.....

.....

## ตอนที่ 2 พัฒนาการความคิด

จงตอบคำถามต่อไปนี้ตามความคิดเห็นของนักเรียนเอง

1. น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติหมุนเวียน หมายความว่าอย่างไร และมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในด้านใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

2. กรณีต่อไปนี้จัดเป็นปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำของประเทศไทยทางด้านใด และมีสาเหตุมาจากอะไร

1) แม่น้ำเจ้าพระยาเน่าเสีย 2) น้ำท่วมและซุงถล่ม

.....

.....

.....

3. น้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างเป็นน้ำเสีย มีปริมาณออกซิเจนในน้ำน้อยลง นักเรียนคิดว่าสภาวะการณ์เช่นนี้เกิดจากสาเหตุใด และจะมีวิธีแก้ไขอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของ  
แผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ความ หมาย
	1	2	3		
1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1					
1.1 สาระสำคัญ					
- เหมาะสมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
1.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง					
- เหมาะสมและสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับสื่อ วิธีวัดและ ประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
1.3 สาระการเรียนรู้					
- เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับการวัดผลประเมินผล การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
1.4 กิจกรรมการเรียนรู้					
- เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับวิธีวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมกับเวลา	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
1.5 สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้					
- เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
1.6 การวัดและประเมินผลผลการเรียนรู้					
- เหมาะสมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ความหมาย
	1	2	3		
2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2					
2.1 สาระสำคัญ					
- เหมาะสมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
2.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง					
- เหมาะสมและสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับสื่อ วัสดุและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
2.3 สาระการเรียนรู้					
- เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้					
- เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับวิธีวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมกับเวลา	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
2.5 สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้					
- เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
2.6 การวัดและประเมินผลผลการเรียนรู้					
- เหมาะสมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ความ หมาย
	1	2	3		
3. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3					
3.1 สาระสำคัญ - เหมาะสมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
3.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง - เหมาะสมและสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับสื่อ วิธีวัดและ ประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
3.3 สาระการเรียนรู้ - เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน	+1	0	+1	0.67	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับการวัดผลประเมินผล การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ - เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับวิธีวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมกับเวลา	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
3.5 สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ - เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
3.6 การวัดและประเมินผลผลการเรียนรู้ - เหมาะสมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ความ หมาย
	1	2	3		
4. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4					
4.1 สาระสำคัญ - เหมาะสมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
4.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง - เหมาะสมและสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับสื่อ วัสดุและ ประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
4.3 สาระการเรียนรู้ - เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน	+1	0	+1	0.67	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับการวัดผลประเมินผล การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้ - เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับวิธีวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมกับเวลา	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
4.5 สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ - เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
4.6 การวัดและประเมินผลผลการเรียนรู้ - เหมาะสมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ความ หมาย
	1	2	3		
5. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5					
5.1 สาระสำคัญ - เหมาะสมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
5.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง - เหมาะสมและสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับสื่อ วิธีวัดและ ประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
5.3 สาระการเรียนรู้ - เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับการวัดผลประเมินผล การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้ - เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับวิธีวัดและประเมินผล	+1	+1	0	0.67	เหมาะสม
- เหมาะสมกับเวลา	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
5.5 สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ - เหมาะสมและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
5.6 การวัดและประเมินผลผลการเรียนรู้ - เหมาะสมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
- เหมาะสมและสอดคล้องกับกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ที่ได้จากการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ  
ก่อน - หลังการจัดการเรียนรู้แบบปรนัยจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ความหมาย
	1	2	3		
1. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 1	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
2. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 2	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
3. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 3	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
4. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 4	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
5. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 5	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
6. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 6	+1	+1	0	0.67	เหมาะสม
7. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 7	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
8. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 8	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
9. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 9	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
10. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 10	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
11. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 11	+1	0	+1	0.67	เหมาะสม
12. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 12	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
13. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 13	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
14. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 14	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
15. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 15	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
16. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 16	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
17. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 17	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
18. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 18	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
19. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 19	+1	+1	0	0.67	เหมาะสม
20. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 20	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
21. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 21	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
22. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 22	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
23. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 23	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
24. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 24	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
25. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 25	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม

ตารางที่ 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ความหมาย
	1	2	3		
26. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 26	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
27. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 27	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
28. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 28	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
29. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 29	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
30. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 30	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
31. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 31	+1	+1	0	0.67	เหมาะสม
32. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 32	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
33. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 33	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
34. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 34	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
35. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 35	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
36. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 36	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
37. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 37	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
38. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 38	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
39. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 39	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
40. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 40	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม

ตารางที่ 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง ที่ได้จากการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ  
ก่อน - หลังการจัดการเรียนรู้ แบบอัตโนมัติจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ความหมาย
	1	2	3		
1. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 1	+1	0	+1	0.67	เหมาะสม
2. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 2	+1	+1	0	0.67	เหมาะสม
3. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 3	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
4. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 4	0	+1	+1	0.67	เหมาะสม
5. ความเหมาะสมและสอดคล้องของแบบทดสอบข้อ 5	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถาม  
ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ความหมาย
	1	2	3		
1. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
2. เนื้อหารายละเอียดครอบคลุม	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
3. จำนวนข้อมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม
4. ภาษาเข้าใจง่ายเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	+1	+1	0	0.67	เหมาะสม
5. ความถูกต้องของการใช้ภาษา	+1	+1	+1	1.00	เหมาะสม

ภาคผนวก จ  
การตรวจสอบสมมติฐาน

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 20 ค่าความต่างของคะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

คนที่	Pretest (24 คะแนน)	Posttest (24 คะแนน)	D
1	13	20	7
2	9	15	6
3	10	17	7
4	8	15	7
5	11	16	5
6	12	18	6
7	9	15	6
8	10	18	8
9	11	19	8
10	9	16	7
11	9	17	8
12	10	19	9
13	11	20	9
14	12	20	8
15	10	19	9
16	11	19	8
17	12	20	8
18	10	20	10
19	12	19	7
20	13	21	8
21	14	22	8
22	13	20	7
23	14	20	6
24	15	22	7

ตารางที่ 20 (ต่อ)

คนที่	Pretest (24 คะแนน)	Posttest (24 คะแนน)	D
25	13	21	8
26	12	19	7
27	14	21	7
28	15	20	5
29	12	19	7
30	13	20	7
รวม	347	567	
คะแนนร้อยละ	48.19	78.75	
$\bar{X}$	11.57	18.9	
S.D.	1.91	1.99	

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 21 ค่าความต่างของคะแนนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้น  
ผสมผสานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตาม  
แนวคอนสตรัคติวิซึม

คนที่	Pretest (36 คะแนน)	Posttest (36 คะแนน)	D
1	16	30	14
2	13	24	11
3	14	25	11
4	21	30	9
5	18	32	14
6	10	25	15
7	17	33	16
8	15	26	11
9	16	20	4
10	16	22	6
11	12	20	8
12	16	19	3
13	10	20	10
14	18	22	4
15	15	22	7
16	18	29	11
17	19	25	6
18	18	30	5
19	20	29	9
20	22	23	8
21	13	24	11
22	11	23	12
23	11	24	13

ตารางที่ 21 (ต่อ)

คนที่	Pretest (36คะแนน)	Posttest (36 คะแนน)	D
24	7	20	13
25	19	28	9
26	11	24	13
27	13	29	16
28	14	29	15
29	18	29	11
30	15	25	10
รวม	456	761	
คะแนนร้อยละ	42.22	70.46	
$\bar{X}$	15.2	25.37	
S.D.	3.61	3.93	

ตารางที่ 22 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน(ข้อสอบปรนัย) ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม โดยใช้

t-test Dependent

t-test

#### Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std.Deviation	Std.Error Mean
<b>Pair 1 Pretest</b>	11.5667	30	1.90613	.34801
<b>Posttest</b>	18.9000	30	1.98876	.36310

#### Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig
<b>Pair 1 Pretest &amp; Posttest</b>	30	.825	.000

#### Paired Sample Test

	Paired Differences					t	df	Sig (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std.Error Mean	95% Confidence Interval of the Differences				
				Lower	Upper			
Pair 1 Pretest & Posttest	-7.3333	1.15470	.21082	-7.60981	-6.90216	-34.785	29	.000

ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(ข้อสอบปรนัย+อัตนัย) ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม โดยใช้

t-test Dependent

t-test

#### Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std.Deviation	Std.Error Mean
<b>Pair 1 Pretest</b>	15.2000	30	3.61415	.65985
<b>Posttest</b>	25.3667	30	3.93467	.71837

#### Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig
<b>Pair 1 Pretest &amp; Posttest</b>	30	.465	.010

#### Paired Sample Test

	Paired Differences					t	df	Sig (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std.Error Mean	95% Confidence Interval of the Differences				
				Lower	Upper			
Pair 1 Pretest & Posttest	-1.0161	3.91358	.71452	-11.10371	-9.22962	-1.4.229	29	.000

ตารางที่ 24 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม โดยใช้  
t-test Dependent

t-test

**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std.Deviation	Std.Error Mean
<b>Pair 1 Pretest</b>	26.7667	30	3.55919	.64982
<b>Posttest</b>	44.2667	30	3.95608	.72228

**Paired Samples Correlations**

	N	Correlation	Sig
<b>Pair 1 Pretest &amp; Posttest</b>	30	.595	.001

**Paired Sample Test**

	Paired Differences					t	df	Sig (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std.Error Mean	95% Confidence Interval of the Differences				
				Lower	Upper			
Pair 1 Pretest & Posttest	-1.75001	3.40132	.62099	-18.31439	-16.68561	-28.181	29	.000

ตารางที่ 25 การคำนวณค่า t-test แบบ Dependent โดยใช้ โปรแกรมสำเร็จรูป  
(ข้อสอบปรนัย)

```
T-TEST PAIRS=pre WITH post (PAIRED)
/CRITERIA=CI(.9500)
/MISSING=ANALYSIS.
```

**T-Test**

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pre	11.5667	30	1.90613	.34801
	post	18.9000	30	1.98876	.36310

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pre & post	30	.825	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	pre - post	-7.33333	1.15470	.21082	-7.76451	-6.90216	-34.785	29	.000

ตารางที่ 26 การคำนวณค่า t-test แบบ Dependent โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป  
(ข้อสอบอัตนัย)

```
T-TEST PAIRS=pre WITH post (PAIRED)
/CRITERIA=CI(.8000)
/MISSING=ANALYSIS.
```

**T-Test**

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 pre	15.2000	30	3.61415	.65985
post	25.3667	30	3.93467	.71837

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 pre & post	30	.465	.010

Paired Samples Test

		Paired Differences		80% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Lower	Upper			
Pair 1	pre - post	-1.016E1	3.91358	.71452	-11.10371	-9.22962	-14.229	.000

ตารางที่ 27 การคำนวณค่า t-test แบบ Dependent โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป  
(ข้อสอบปรนัย+ อัตนัย)

```
T-TEST PAIRS=pre WITH post (PAIRED)
/CRITERIA=CI(.8000)
/MISSING=ANALYSIS.
```

▶ **T-Test**

[DataSet0]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pre	26.7667	30	3.55919	.64982
	post	44.2667	30	3.95608	.72228

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pre & post	30	.595	.001

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	80% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	pre - post	-1.750E1	3.40132	.62099	-18.31439	-16.68561	-28.181	29	.000

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล นางสาววราภรณ์ สีคำนิล  
 ที่อยู่ 6 หมู่ 2 ตำบลบางพลับ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี  
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนวัดท่าไชยประชนุกูล) ตำบลหัวโพธิ์ อำเภอสองพี่น้อง  
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษสุพรรณบุรี เขต 2

## ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2535 สำเร็จการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกสุขศึกษา  
 วิชาโทวิทยาศาสตร์ทั่วไป วิทยาลัยครูนครปฐม จังหวัดนครปฐม  
 พ.ศ. 2546 ศึกษาต่อระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ  
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
 พ.ศ. 2551 สำเร็จการศึกษ ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ  
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

## ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2536 อาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนบ้านน้ำโจน ตำบลหนองประดู่  
 อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี  
 พ.ศ. 2542 – ปัจจุบัน ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ โรงเรียนวัดท่าไชย(ประชนุกูล)  
 ตำบลหัวโพธิ์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์