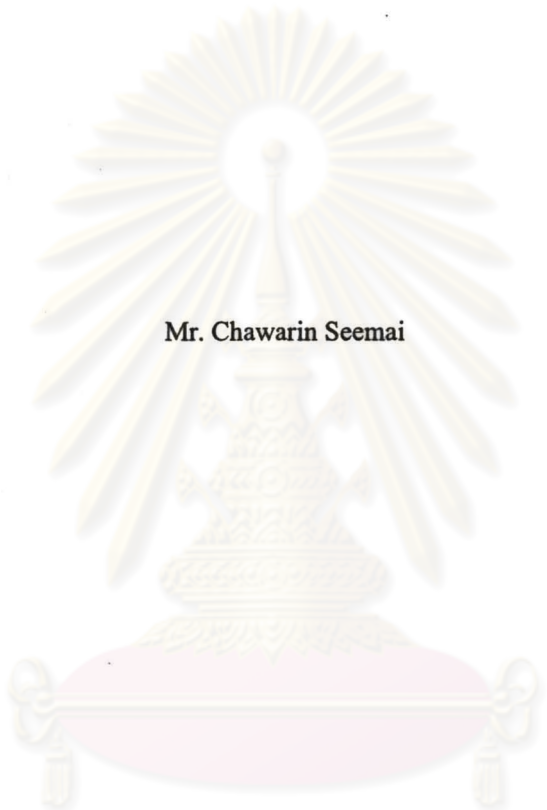


ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา
และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

นายเชาวรินทร์ สีสไหม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**EFFECTS OF USING PRODUCTIVITY-BASED INSTRUCTIONAL MODEL ON GEOLOGY CONCEPTS
AND ABILITY IN MAKING MODELS OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS**



Mr. Chawarin Seemai

ศูนย์วิทยทรัพยากร
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Department of Curriculum, Instruction and Educational Technology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

521605

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพที่มีต่อ
มโนทัศน์ทางธรณีวิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลอง
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

โดย

นายเชาวรินทร์ สีใหม่

สาขาวิชา

การศึกษาวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

อาจารย์ ดร. วัชรภรณ์ แก้วดี

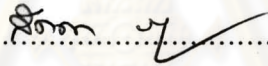
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



..... คณบดีคณะครุศาสตร์

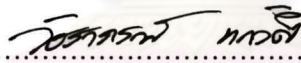
(ศาสตราจารย์ ดร. ศิริชัย กาญจนวาสี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ลัดดา ภูเกียรติ)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร. วัชรภรณ์ แก้วดี)



..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช)

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เชาวรินทร์ สีใหม่ : ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (EFFECTS OF USING PRODUCTIVITY-BASED INSTRUCTIONAL MODEL ON GEOLOGY CONCEPTS AND ABILITY IN MAKING MODELS OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อาจารย์ ดร.วัชรภรณ์ แก้วดี, 159 หน้า.

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังเรียนธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ 2) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ 3) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 70 4) เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ จังหวัดแพร่ จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองซึ่งเรียนธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ และกลุ่มเปรียบเทียบซึ่งเรียนธรณีวิทยาแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาที่มีค่าความเที่ยง 0.76 และแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 0.89 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบค่าที

ผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 71.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70
4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองใน 3 หน่วยการเรียนรู้เท่ากับ 2.73 2.81 และ 2.91 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้อยู่ในระดับดี

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์
ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนิสิต...เชาวรินทร์ สีใหม่
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก...วัชรภรณ์ แก้วดี

4983677527: MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORDS: PRODUCTIVITY-BASED INSTRUCTIONAL MODEL / GEOLOGY CONCEPTS / ABILITY IN MAKING MODELS

CHAWARIN SEEMAI : EFFECTS OF USING PRODUCTIVITY-BASED INSTRUCTIONAL MODEL ON GEOLOGY CONCEPTS AND ABILITY IN MAKING MODELS OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. THESIS ADVISOR: WATCHARAPORN KAEWDEE, Ph.D., 159 pp.

This study was quasi-experimental research. The purposes of this research were to 1) compare geology concepts of lower secondary school students before and after learning geology by using productivity-based instructional model 2) compare geology concepts of lower secondary school students after learning geology between groups learning by using productivity-based instructional model and conventional teaching method 3) compare geology concepts of lower secondary school students after learning geology by using productivity-based instructional model and compare with the criterion percentage of scores at 70 and 4) assess ability in making models of lower secondary school students after learning geology by using productivity-based instructional model. The samples were two classes of Mathayom Suksa Two students of Wilaikiatuppham School, Phrae Province, in academic year 2009. These samples were divided into two groups: an experimental group, which learned geology by using productivity-based instructional model, and a comparative group which learned geology by using conventional instruction. The research instruments were geology concepts test with reliability at 0.76 and ability in making model evaluation form with content validity at 0.89. The collected data were analyzed by using arithmetic mean, mean of percentage, and standard deviation. The hypotheses were tested by using t-test.

The findings of this study were as follows:

1. The experimental group's average scores of pretest in geology concepts were higher than posttest scores at .05 level of significance.
2. The experimental group's average scores of posttest in geology concepts were higher than the control group's posttest scores at .05 level of significance.
3. The experimental group's mean scores of percentage scores of geology concepts were at 71.52 which was higher than the criterion score set at 70 percent.
4. The experimental group's mean scores in making model ability of all 3 units were at 2.73, 2.81 and 2.91 respectively, which were rated good level.

Department: Curriculum, Instruction and Educational Technology

Field of Study: Science Education

Academic Year: 2009

Student's Signature: Chawarin Seemai

Advisor's Signature: Watcharaporn Kaewdee

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความสะดวก ความกรุณา และความปรารถนาดีอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.วัชรภรณ์ แก้วดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ และมีคุณค่าต่อการวิจัย รวมถึงการอบรม สั่งสอน ให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการประกอบวิชาชีพครูในอนาคต ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์พันธ์ เศรษฐกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อติสรารุชชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิชาการที่ท่านได้กรุณาห่วงใยและให้คำแนะนำตลอดเวลาที่ศึกษา และกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ลัดดา ภูเกียรติ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้กรุณาตรวจสอบ และให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องและความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้บริหาร และคณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ ที่กรุณาให้ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองไปทดลองใช้ โดยเฉพาะอาจารย์ลำดวน ปานปาก ที่ท่านคอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยจนสำเร็จลง และขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ในสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำ และให้กำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่สาว และญาติทุกท่านที่ให้ความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจ ตลอดจนให้การสนับสนุนในทุกด้านสำหรับการวิจัยในครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	9
3. สมมติฐานการวิจัย.....	9
4. ขอบเขตของการวิจัย.....	11
5. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	11
6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	13
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
1. รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ.....	15
1.1 ความเป็นมาและความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ.....	15
1.2 แนวคิดของรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ.....	17
1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ...	32
2. มโนทัศน์ทางธรณีวิทยา.....	36
2.1 ความหมายของมโนทัศน์.....	36
2.2 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา....	37
2.3 ประเภทของมโนทัศน์.....	38
2.4 ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	40
2.5 กระบวนการสร้างมโนทัศน์.....	42
2.6 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	45
3. ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง.....	48
3.1 ความหมายของแบบจำลองและแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์.....	48
3.2 ประเภทของแบบจำลอง.....	50

บทที่	หน้า
3.3 การสร้างแบบจำลอง.....	55
3.4 ลักษณะของแบบจำลองที่ดี.....	57
3.5 การใช้แบบจำลองในการเรียนการสอน.....	59
3.6 การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง.....	60
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	61
4.1 งานวิจัยในประเทศ.....	61
4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ.....	62
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	64
1. การกำหนดรูปแบบการวิจัย.....	64
2. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	65
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	66
4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	78
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	86
1. สรุปผลการวิจัย.....	86
2. อภิปรายผลการวิจัย.....	87
3. ข้อเสนอแนะ.....	90
รายการอ้างอิง.....	92
ภาคผนวก.....	101
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	102
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	105
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	116
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	149
ภาคผนวก จ ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ.....	153
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	159

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 หัวข้อและจำนวนคาบในการเรียนการสอนธรณีวิทยา เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ดิน หิน และแร่ และแหล่งน้ำ.....	68
2 การเปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนระหว่างการเรียนธรณีวิทยาด้วย รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับการเรียนการสอนธรณีวิทยาแบบปกติ..	70
3 จำนวนข้อสอบของแบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาจำแนกตามมโนทัศน์ย่อย.....	73
4 สัดส่วนความสำคัญที่คิดเป็นร้อยละของรายการประเมินแบบจำลอง.....	75
5 การจำแนกความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยา 3 ระดับ.....	75
6 เกณฑ์การประเมินผลคะแนนมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา.....	80
7 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยา.....	80
8 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที ของคะแนน มโนทัศน์ทางธรณีวิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังเรียน.....	82
9 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติ ทดสอบที (t-test) ของคะแนนมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนของนักเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ.....	83
10 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยา และระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยาของนักเรียนกลุ่ม ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ.....	84
11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดของ แบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา.....	150
12 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดมโนทัศน์ ทางธรณีวิทยา.....	151
13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างรายการประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการ วัดของแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง.....	152

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การพัฒนาขั้นการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพจากวัตถุประสงค์ของรูปแบบ การเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ.....	33
2	รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design.....	64



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

ในโลกปัจจุบันความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่งในการเตรียมเยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิตและมีส่วนร่วมในสังคมที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน และส่งผลกระทบต่อทุกชีวิตในทุกระดับ ทั้งตัวบุคคล อาชีพการงาน และในสังคมวัฒนธรรม ทำให้บุคคลสามารถรับรู้ และตัดสินใจประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีความรู้ความเข้าใจ มีส่วนร่วมในสังคมระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลก อย่างเต็มภาคภูมิ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 11) ทั้งนี้การจะพัฒนาส่งเสริมทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษาที่มีคุณภาพ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะยกระดับการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา เพื่อให้คนไทยทุกคนมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเป็นรากฐานในการดำเนินชีวิตได้อย่างรู้เท่าทันและนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544: 1) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่ได้กำหนดให้การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นประเด็นหนึ่งที่จะต้องเร่งดำเนินการเพื่อให้เด็กเยาวชน และคนไทยทุกคนมีพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจ และความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544: 1)

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความคิดหลักที่มนุษย์มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือสถานการณ์ต่างๆ โดยที่ความรู้ ความเข้าใจดังกล่าว จะมีความแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล (Klopfer, 1971; ปรีชา วงศ์ชูศิริ, 2531: 50) โดยเด็กจะพัฒนามโนทัศน์เมื่อเขาเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสำรวจตรวจสอบ การปฏิบัติการทดลอง และการเรียนรู้จากประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ แล้วทำการเชื่อมโยงความเข้าใจนี้ไปยังประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ได้หลายวิชาหรือหลายสถานการณ์ เนื่องจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดสำคัญ (Big Ideas) ของวิทยาศาสตร์ และถือว่ามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนประกอบสำคัญของสติปัญญาจากประสบการณ์หนึ่งไปยังอีกประสบการณ์หนึ่ง (Jacobson and Bergman, 1999: 120, 130)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยได้กำหนดให้มีการจัดการเรียนการสอน ธรณีวิทยาไว้ในสาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ในทุกช่วงชั้น โดยมีความมุ่งหมายให้ผู้เรียนมีความเข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545: 12) เช่นเดียวกับในต่างประเทศที่ได้มีการจัดการเรียนการสอนธรณีวิทยา เช่น ประเทศออสเตรเลียได้กำหนดให้มีการจัดการเรียนการสอนธรณีวิทยาในทุกช่วงชั้น โดยมีความมุ่งหมายให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของโลก ประวัติศาสตร์ทางธรณีวิทยา การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (National Curriculum Board: 2009: online) รัฐ North Carolina ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดให้มีการจัดการเรียนการสอนธรณีวิทยาในเกรดที่ 8 โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของโลก (Changing Earth) (Public School of North Carolina, 2010: online)

มโนทัศน์ทางธรณีวิทยา เป็นความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับโลกที่ว่า ด้วย แร่ หิน กระบวนการต่างๆทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง สัณฐานของแผ่นดิน โครงสร้าง และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น แผ่นดินไหวและการระเบิดของภูเขาไฟ (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2526: 1; ธงชัย พึ่งรัมย์, 2530: 2) เหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในอดีตจนถึงปัจจุบันส่วนใหญ่มีส่วนสัมพันธ์กับธรณีวิทยา เช่น สถานการณ์แผ่นดินไหวในรัฐกุจราชทางตะวันตกของประเทศอินเดีย ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิต 25,000 ราย บาดเจ็บ 166,000 คน เมื่อวันที่ 26 ม.ค. 2544 สถานการณ์แผ่นดินไหวได้ท้องทะเลบริเวณเกาะสุมาตราส่งผลให้เกิดสึนามิขนาดใหญ่ขึ้นกับหลายประเทศ บริเวณมหาสมุทรอินเดีย รวมทั้งประเทศไทยจนคร่าชีวิตผู้คนไปถึง 220,000 ราย เมื่อวันที่ 26 ธ.ค. 2547 สถานการณ์แผ่นดินไหวที่มณฑลเสฉวนทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศจีน มีผู้เสียชีวิตหรือสูญหาย 87,000 ราย เมื่อวันที่ 12 พ.ค. 2551 สถานการณ์แผ่นดินไหวที่กรุงปอร์โตแปรงซ์ ประเทศเฮติ ยอดผู้เสียชีวิตประเมินไว้ที่ 200,000 ราย บาดเจ็บ 250,000 คน ไร้ที่อยู่อาศัย 1.5 ล้านคน เมื่อวันที่ 12 ม.ค. 2553 และสถานการณ์แผ่นดินไหวที่ภาคตะวันออกของประเทศตุรกี มีผู้เสียชีวิต 38 ราย เมื่อวันที่ 8 มี.ค. 2553 (ไทม์ออนไลน์, 2553: ออนไลน์) เหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรณีวิทยาที่เกิดขึ้นทั่วโลกนี้ได้ส่งผลกระทบอย่างมหาศาลต่อชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์

อดิศักดิ์ ทองไข่มุกด์ (2553: ออนไลน์) อธิบติกรมทรัพยากรธรณี ได้กล่าวถึงความสำคัญของการศึกษาเรียนรู้ และความเข้าใจในด้านธรณีวิทยาไว้ว่า การศึกษาธรณีวิทยามีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ รวมทั้งมีส่วนร่วมในการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ หาก

ผู้ที่อยู่ในวงการศึกษาที่เป็นครู อาจารย์ นักเรียน เยาวชน เป็นผู้ที่มีพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจในเรื่อง ธรณีวิทยาเป็นอย่างดีแล้ว ก็จะมีส่วนร่วมช่วยให้การบริหารจัดการการใช้ประโยชน์ และสงวน อนุรักษ์ ทรัพยากรธรณีของประเทศ ทั้งแร่ หิน น้ำบาดาล และปิโตรเลียม ให้ดำเนินไปได้อย่างยั่งยืน มีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์สูงสุดต่อประเทศชาติ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาสภาพปัญหาการศึกษาธรณีวิทยาจากการรายงานผลคะแนนทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-Net) วิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2551 พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 40.22 ซึ่งจัดว่าได้คะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2552: ออนไลน์) เช่นเดียวกับรายงานการประเมินผลการสอบวัดคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (National Test) วิชาวิทยาศาสตร์ ในด้านโครงสร้างความรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างปีการศึกษา 2549–2550 ระดับประเทศ พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยปีการศึกษา 2549 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 39.74 และในปีการศึกษา 2550 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 35.24 ซึ่งลดลงจากปี 2549 ร้อยละ 4.50 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551: ออนไลน์)

ดังนั้นการสร้างมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในด้านความปลอดภัย ในชีวิตและทรัพย์สินและทำให้มีคุณภาพชีวิตที่ดียิ่งขึ้น ถ้าผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจในด้านธรณีวิทยา (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกด์, 2553: ออนไลน์) การสร้างมโนทัศน์ หรือการสร้างความรู้ นั้น ผู้เรียนสามารถ เรียนรู้จากการใช้กระบวนการคิด กระบวนการกลุ่ม เพื่อสร้างผลผลิตในรูปแบบของความรู้ ใหม่ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง (พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพชรวิทย์ ยินดีสุข, 2548: 49) ปัจจัย หนึ่งที่มีผลต่อการสร้างมโนทัศน์ คือ ความสามารถในการสร้างจินตนาการ บุคคลที่มีความสามารถในการ สร้างจินตนาการได้ดีจะสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ง่าย เพราะของบางสิ่งอยู่ในรูปนามธรรมไม่สามารถ มองเห็นได้ (วิยะดา ระวังสุข, 2545: 1-12)

แบบจำลอง (Model) ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถจำแนกได้สองกลุ่ม ได้แก่ แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Model) และแบบจำลองการสอนวิทยาศาสตร์ (Teaching Model) ในที่นี้ขอกล่าวถึงเฉพาะแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นสื่อชนิดหนึ่งที่ใช้ใน การนำเสนอโมทัศน์ หรือใช้ในการอธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่มีกระบวนการที่ซับซ้อน (Teacher Support Material, 2010: online) แบบจำลองมีการนำไปใช้ในการนำเสนอปรากฏการณ์ ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน เพื่อให้สะดวกต่อการอธิบายและทำนายเหตุการณ์ ซึ่งการสร้าง

แบบจำลอง และการใช้แบบจำลองนี้ ถือว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของการสื่อสาร (Leager, 2007: 50; Harrison & Treagust, 2000: 1,011-1,026) แบบจำลองมีส่วนสำคัญในการช่วยเพิ่มความเข้าใจและขยายความคิดออกไปเป็นวงกว้างรอบด้าน (ปรีชา อมาตยกุล, 2528: 31) นอกจากนั้นแบบจำลองยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนให้เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำเอาแบบจำลองไปใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม และผู้สอนยังสามารถสอนได้ตรงตามจุดมุ่งหมายการเรียนรู้การสอนอีกด้วย (อภิรักษ์ สุประเสริฐ, 2553: ออนไลน์) การสร้างหรือประดิษฐ์ เป็นภาระงานหนึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติงาน และสร้างผลงาน หรือชิ้นงานได้หลากหลายรูปแบบ ประกอบด้วยการสร้างสิ่งประดิษฐ์ การจัดนิทรรศการ การประกอบชิ้นส่วนเครื่องใช้ต่างๆ การซ่อมแซมชิ้นงานที่ชำรุดเสียหาย และการสร้างแบบจำลอง ซึ่งผลงานเหล่านี้จะนำไปใช้เป็นหลักฐานแสดงผลการเรียนรู้และความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 102) เนื่องจากการสร้างแบบจำลองเป็นรูปแบบหนึ่งของการสร้างหรือประดิษฐ์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้และความสัมพันธ์เกี่ยวกับมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนสื่อสารออกมาในรูปแบบของแบบจำลองในเชิงรูปธรรม ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ดียิ่งขึ้น (Leager, 2007: 50) การสร้างแบบจำลองช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียน และช่วยสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนต่อเรื่องนั้นๆ ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขการสร้างแบบจำลองให้ถูกต้อง และก่อให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องตามมา ดังนั้นการสร้างแบบจำลองจึงถือว่าเป็นรูปแบบที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ตีรูปแบบหนึ่ง (Krajcik, Czerniak and Berger, 1999: 12)

รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ (Productivity-Based Instructional Model) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ ได้พัฒนาขึ้นในโครงการพัฒนารูปแบบการครูศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพ (Creative and Productive Teacher Education หรือ CPTE) รูปแบบการเรียนการสอนนี้มีพื้นฐานแนวคิด 5 แนวคิด คือ การเรียนรู้ในบริบทจริง (Situating Learning) การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-Regulated Learning) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) การเรียนรู้แบบร่วมกัน (Collaborative Learning) และการเรียนรู้แบบโครงการ (Project-Based Learning)

การเรียนรู้ในบริบทจริง เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกฝนด้วยการปฏิบัติในสถานการณ์จริง หรือในบริบทที่เหมือนจริง เน้นการใช้กระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ซับซ้อน ซึ่งจุดใจให้ผู้เรียนกล้าที่จะปฏิบัติตามภาระงานที่ได้รับ และสามารถผลิตผลงานที่มีคุณภาพและเป็นรูปแบบของตนเองอย่างแท้จริง (ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ, 2549: 59) การจัดการเรียน

การสอนดังกล่าวยังถือว่าเป็นการฝึกฝนทางด้านความคิดให้แก่ผู้เรียนให้เกิดขึ้น ทั้งนอกและในโรงเรียน ซึ่งจะนำไปสู่การมีบทบาทในสังคม (Brown, Collins & Duguid, 1989) และการมีส่วนร่วมในการช่วยเหลือผู้อื่นในสังคม ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างสังคมแห่งความรู้ (Lave & Wenger, 1990)

การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะต่างๆ โดยการรู้คิดด้วยตนเอง มีแรงจูงใจ และการกระทำด้วยตัวเอง (Zimmerman, 1998: 329-339) ผู้เรียนมีกลวิธีที่จะวางแผน เตือน และปรับความคิดของตนเอง มีการจัดการ และควบคุมความพยายามของตนเอง รวมทั้งการใช้กลวิธีทางปัญญา (Printich and De Groot, 1990: 33-40) การเรียนรู้ในลักษณะนี้เป็น การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทเชิงรุกทั้งทางด้านความคิด และการพัฒนาแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งการดำเนินการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้มี 3 ระยะ คือ ผู้เรียนวางแผน วิเคราะห์งาน กำหนดเป้าหมายและกลวิธีการเรียน ผู้เรียนควบคุมกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง และติดตามความก้าวหน้าในการทำงานของตน ผู้เรียนประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดทุกระยะที่กล่าวมาต้องมีการคิดไตร่ตรอง เชื่อมโยงผลการเรียนรู้กับเป้าหมายที่กำหนดไว้ (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2549: 86)

การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และรับผิดชอบการทำงานของตนเองและคนในกลุ่มร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ช่วยกันเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม (Johnson and Johnson, 1987) องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือมี 5 องค์ประกอบได้แก่ 1) การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน เป็นการทำงานของสมาชิกภายในกลุ่มที่มีเป้าหมายร่วมกัน ทำงานร่วมกัน ทุกคนมีบทบาท หน้าที่ และประสบความสำเร็จร่วมกัน สมาชิกในกลุ่มจะมีความรู้ดีกว่าคนประสบความสำเร็จได้ ก็ต่อเมื่อสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จด้วย 2) การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด เป็นการติดต่อสัมพันธ์กัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การอธิบายความรู้ให้แก่เพื่อนในกลุ่มฟัง เป็นลักษณะสำคัญของการติดต่อปฏิสัมพันธ์โดยตรงของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนั้นจึงควรมีการแลกเปลี่ยน ให้ข้อมูลย้อนกลับ เปิดโอกาสให้สมาชิกเสนอแนวคิดใหม่ เพื่อเลือกในสิ่งที่เหมาะสมที่สุด 3) ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละบุคคล เป็นความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละคน โดยมีการช่วยเหลือส่งเสริมซึ่งกันและกัน เพื่อให้เกิดความสำเร็จตามเป้าหมายของกลุ่ม โดยที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความมั่นใจ และพร้อมที่จะได้รับการทดสอบเป็นรายบุคคล 4) การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย เป็นทักษะสำคัญที่จะช่วยให้การทำงานกลุ่มประสบความสำเร็จ นักเรียนควรได้รับการฝึกทักษะในการสื่อสาร การเป็นผู้นำ การไว้วางใจผู้อื่น การตัดสินใจ การแก้ปัญหา ครูควรจัดสถานการณ์ที่จะส่งเสริมให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ 5) กระบวนการกลุ่ม เป็นกระบวนการทำงานที่มีขั้นตอน หรือวิธีการที่จะช่วยให้การดำเนินการกลุ่มเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (ทิสนา แคมมณี, 2548: 99)

นั่นคือ สมาชิกทุกคนต้องทำความเข้าใจในเป้าหมายการทำงาน วางแผนปฏิบัติงานร่วมกัน ดำเนินงานตามแผนตลอดจนประเมินผลและปรับปรุงงาน (David, Roger and Edythe, 1994) องค์ประกอบทั้ง 5 นี้ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ต่างก็มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน หากขาดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่ง ก็จะไม่ถือว่าเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยอาจถือว่าเป็นการเรียนรู้แบบกลุ่มเท่านั้น

การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย โดยให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบในการทำงานต่อกลุ่มร่วมกัน ช่วยกันทำงานให้สำเร็จโดยมีจุดมุ่งหมายร่วมกัน (Arends, 1994) เน้นการมีความสนใจร่วมกันของสมาชิกมากกว่าความสามารถ เน้นการยอมรับในบทบาทหน้าที่ของกันและกัน บทบาทของสมาชิกทุกคนในกลุ่มจึงมีความชัดเจน มีการศึกษา ค้นคว้า ปฏิบัติงาน และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน (ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ, 2549: 34) มีการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็น การติดต่อสื่อสารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความผูกพันและรับผิดชอบในผลงานที่เกิดจากสมาชิก มีการสนับสนุนและความไว้วางใจกันสูง สามารถร่วมกันแก้ปัญหา ขจัดข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นได้ รู้จักแบ่งหน้าที่ ลดความรู้สึกกีดกัน และกลัวความล้มเหลวน้อยลง (Johnson and Johnson, 1994)

การเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมในการศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ (กรมวิชาการ, 2544) เพื่อค้นพบข้อความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วเสนอผลการศึกษาในรูปแบบของ การเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยมีครู อาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษาตามบทบาท (พิมพ์พันธ์ เฉชะอุบต์ และคณะ, 2548: 61) นอกจากนั้นการเรียนรู้แบบโครงงานยังถือว่าเป็นการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอันนำไปสู่ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แสวงหาข้อมูล และแนวทางในการแก้ปัญหา (Lenschow, 1996) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2541: 13-18) ได้เสนอประเภทของโครงงานไว้ 4 ประเภท ดังนี้ 1) โครงงานประเภททดลอง 2) โครงงานประเภทสำรวจ 3) โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ และ 4) โครงงานประเภททฤษฎี

รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพเป็น 1 ใน 3 รูปแบบที่ได้จากการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเชิงสร้างสรรค์ และผลิตภาพ (Crystal-Based/Research-Based/Productivity-Based Instructional Model หรือ CRP) ที่ประกอบด้วยรูปแบบการเรียนการสอน 3 รูปแบบ คือ รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึก (Crystal-Based Instructional Model) รูปแบบการเรียนการสอนด้วยวิธีการวิจัย (Research-Based Instructional Model) และรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ (Productivity-Based Instructional Model) โดยรูปแบบการเรียนการสอน 3 รูปแบบนี้ มุ่งพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้

มีคุณลักษณะที่สามารถพัฒนาสังคมให้เป็นสังคมเศรษฐกิจฐานความรู้ หรือเรียกว่าคุณลักษณะที่พึงประสงค์ 4 ร. ได้แก่ รู้ทัน รู้นำโลก (Smart Consumer) เรียนรู้ชำนาญ เชี่ยวชาญการปฏิบัติ (Breakthrough Thinker) รวมพลังสร้างสรรค์สังคม (Social Consumer) และรักยัวัฒธรรมไทย ใฝ่สันติ (Thai Pride) (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2549: 84)

รู้ทัน รู้นำโลก เป็นการพัฒนานุคคลให้เป็นผู้ที่รู้จักคิดวิเคราะห์ มีวิจารณญาณ รู้จักที่จะเลือก หรือไม่เลือกสิ่งใดด้วยเหตุผลอะไร ไม่หลงตามกระแสข้อมูล ไม่หลงตามกระแสของโฆษณาชวนเชื่อ ในธุรกิจ ไม่ตามกระแสสังคมโดยไม่มองตนเอง

เรียนรู้ชำนาญ เชี่ยวชาญการปฏิบัติ เป็นการพัฒนานุคคลให้เป็นผู้ที่สามารถคิดสร้างสรรค์ใหม่ๆ ขึ้นได้ในสังคมไทย และเมื่อคิดแล้วก็พัฒนาทำตามความคิดของตนเอง หรือพัฒนาผลงานของความคิดนั้นๆ ได้ เพื่อให้เกิดเป็นผลงาน (Product) ขึ้นมาให้ได้ ผลงานจะต้องเป็นผลงานที่เกิดจากการคิดขึ้นใหม่บนพื้นฐานของสังคมไทยเอง หรือคิดต่อยอดจากผลงานของต่างประเทศก็ได้

รวมพลังสร้างสรรค์สังคมไทย เป็นการพัฒนานุคคลให้เป็นผู้ที่มีความรู้สึกร่วมได้ร่วมเสีย กับสังคมไทย มีสำนึกทางสังคมเห็นว่าปัญหา และทางออกของสังคมไทยจะต้องเป็นความรับผิดชอบ ร่วมกัน การปลูกฝังจิตสำนึกของสังคมจึงเป็นเรื่องสำคัญ สำหรับครูและคนรุ่นใหม่ ทุกคนควรมี ส่วนร่วมในการแก้ไขสังคมไทยเองและสังคมโลกด้วยพร้อมกันไป

รักยัวัฒธรรมไทย ใฝ่สันติ เป็นการพัฒนานุคคลให้เป็นผู้ที่รักความเป็นไทย ยึดมั่นใน สันติธรรม สังคมไทยต้องการบุคคลที่มีคุณธรรม รู้จักรากเหง้า และภูมิใจในความเป็นไทย เล็งเห็น คุณค่าภูมิปัญญาท้องถิ่น และสามารถนำเอาภูมิปัญญาดังกล่าวมาใช้เพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาในท้องถิ่น ของตนอย่างมีประสิทธิภาพ

รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ มีวัตถุประสงค์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันใน สภาพจริง ฝึกฝน และปฏิบัติงานจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณค่าต่อสังคม และมีผลงานในลักษณะ ผลิตผลของโครงการ โดยมีขั้นตอนการเรียนการสอน 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 การเตรียมบริบทตามสภาพจริง ผู้สอนคัดเลือกสถานที่ที่สอดคล้องกับเรื่องที่ต้องการให้ นักเรียนเรียนรู้ จัดเตรียมวิทยากรผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำอธิบาย และให้คำปรึกษาแก่นักเรียน จัดเตรียมข้อมูล สำหรับให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า และนำนักเรียนไปศึกษาสำรวจในแหล่งเรียนรู้ที่ได้เตรียมไว้ รวมทั้ง เรียนรู้จากวิทยากร

ขั้นที่ 2 การตั้งเป้าหมาย ผู้เรียนแบ่งกลุ่มการทำงาน ร่วมกันกำหนดจุดมุ่งหมายและขอบข่ายการเรียนรู้เลือกกิจกรรมหรือโครงการที่กลุ่มสนใจ และนำเสนอกิจกรรมหรือโครงการต่อผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 3 การวางแผนและดำเนินการ ผู้เรียนวางแผน และแบ่งหน้าที่การทำงานในกลุ่ม กำหนดเวลาปฏิบัติงาน แต่ละกลุ่มร่วมกันดำเนินการทำโครงการตามแผนการ ภายใต้คำแนะนำของผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 4 การติดตามและประเมินผล ผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญร่วมกันติดตามความก้าวหน้าของผลงาน และให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนเป็นระยะ เมื่อแต่ละกลุ่มดำเนินโครงการเสร็จสิ้นแล้ว ผู้เรียนนำเสนอผลการดำเนินโครงการให้ผู้สอนและเพื่อนรับทราบ และปรับปรุงแก้ไขผลงานตามข้อเสนอแนะของผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญ จนได้โครงการที่สมบูรณ์ ผู้สอนประเมินโครงการของแต่ละกลุ่ม

จากความเป็นมา และปัญหาที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพจึงน่าจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางธรรมชาติวิทยาและมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองได้ เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนนี้เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันโดยการศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ในบริบทตามสภาพจริง ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาวิธีแก้ปัญหา มีการสร้างสรรค์ผลงานในลักษณะผลผลิตของโครงการบนพื้นฐานของสังคมไทย โดยมุ่งมั่นให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพสูงตามลักษณะรู้ชำนาญ เชี่ยวชาญการปฏิบัติ กล่าวคือ ผู้เรียนจะได้พัฒนาผลงานตามความคิดของตนเอง หรือนำผลของการคิดมาพัฒนาเป็นผลงาน (Product) รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพนี้ให้ความสำคัญกับแหล่งชุมชนและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ และมีความเหมาะสมกับทุกประเภทวิชา เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ ศิลปะ และสังคมศึกษา (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2549: 89) และจากการนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบ CRP ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนของโรงเรียนแกนนำ 10 โรงเรียน พบว่า คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียน 4 ร. สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ, 2549: 87) และจากผลการสืบค้นเอกสาร ตำรา และงานวิจัยไม่ปรากฏว่ามีการนำรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพมาใช้เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางธรรมชาติวิทยาและความสามารถในการสร้างผลงานของนักเรียนในรูปแบบของแบบจำลองมาก่อน ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพมาใช้เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางธรรมชาติวิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองให้แก่แก่นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบโน้ตส์ทางธรณีวิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อนและหลังเรียนธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ
2. เพื่อเปรียบเทียบโน้ตส์ทางธรณีวิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบโน้ตส์ทางธรณีวิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 70
4. เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ

3. สมมติฐานการวิจัย

รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ (Productivity-Based Instructional Model) มีแนวคิดสำคัญที่เป็นฐานของรูปแบบ 5 แนวคิด คือ การเรียนรู้ในบริบทจริง (Situated Learning) การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-Regulated Learning) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) การเรียนรู้แบบร่วมกัน (Collaborative Learning) การเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning) โดยมีวัตถุประสงค์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันในสภาพจริง ฝึกฝน และปฏิบัติงานจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณค่าต่อสังคม และมีผลงานในลักษณะผลิตผลของโครงการ จากการที่ได้กำหนดจุดมุ่งหมายและขอบข่ายการเรียนรู้ เลือกกิจกรรมหรือโครงการที่ตนสนใจ วางแผนและดำเนินการ เรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม ปรับปรุงแผนงาน และดำเนินการจนได้ผลงาน

รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับทุกประเภทวิชา ทุกสาระการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้ผู้เรียน และเป็นการสร้างความรู้ใหม่จากการผลิตชิ้นงาน (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2549: 91) โดย Oakley (1994: 238-239) ได้กล่าวถึงการผลิตชิ้นงานในรูปแบบของแบบจำลองว่า การสร้างแบบจำลองเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่แปลกใหม่สำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองควรเน้นอุปกรณ์ที่มีราคาไม่แพง การสร้างแบบจำลองถือว่าการช่วยทบทวนโน้ตส์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สอดคล้องกับ Leager (2007: 50) ที่กล่าวว่าแบบจำลองมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการนำเสนอปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น หรือใช้เป็นสื่อในการอธิบายความคิด

ทางวิทยาศาสตร์ที่มีกระบวนการที่ซับซ้อนให้ง่ายต่อความเข้าใจ (Teacher Support Material, 2010: online) ดังเช่นในงานวิจัยของ Pauline, Deidre และ Raymond (2005) ที่นำการสร้างแบบจำลองทางชีววิทยามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง Chloroplast ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ ปิยะฉัฐ นันทการณ (2551) ที่นำการเรียนรู้ด้วยการออกแบบมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ เรื่อง โครงสร้างและกระบวนการทำงานของปอด และโครงสร้างและกระบวนการทำงานของหัวใจ โดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองปอด และหัวใจ ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางชีววิทยาโดยได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 และมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับดีมาก จากเกณฑ์การประเมินผลคะแนนมโนทัศน์ของกรมวิชาการกำหนดไว้ว่า ช่วงคะแนนที่แสดงว่ามีมโนทัศน์อยู่ในระดับดีถึงดีมาก คือ ร้อยละ 70 ขึ้นไป (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535: 24) และเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองของกรมวิชาการกำหนดไว้ว่า ช่วงคะแนนที่แสดงว่ามีความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับดี คือ ระดับคะแนน 2.5 ขึ้นไป (กรมวิชาการ, 2539: 66-67)

จากแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพจะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพจะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนธรณีวิทยาแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่เรียนธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพจะมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาสูงกว่าร้อยละ 70
4. นักเรียนที่เรียนธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพจะมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยาอยู่ในระดับดี

4. ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. ตัวแปรในการวิจัย มี 2 ตัวแปร ดังนี้

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ (Treatment Variable) คือ การเรียนการสอนธรรมชาติวิทยา ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1.1 การเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ

2.1.2 การเรียนการสอนแบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่

2.2.1 มโนทัศน์ทางธรรมชาติวิทยา

2.2.2 ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

3. เนื้อหาสาระที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาในหนังสือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เรื่อง 1) โลกและการเปลี่ยนแปลง 2) ดิน หินและแร่ และ 3) แหล่งน้ำ

5. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยนักวิจัยคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นำโดย ศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันในสภาพจริง ฝึกฝน และปฏิบัติงานจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณค่าต่อสังคม และมีผลงานในลักษณะผลิตผลของโครงการ ซึ่งประกอบด้วยการสอน 4 ขั้น คือ

1) ขั้นการเตรียมบริบทตามสภาพจริง ผู้สอนคัดเลือกสถานที่ที่สอดคล้องกับเรื่องที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ จัดเตรียมวิทยากรผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำอธิบาย และให้คำปรึกษาแก่นักเรียน จัดเตรียมข้อมูลสำหรับให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า และนำนักเรียนไปศึกษาสำรวจในแหล่งเรียนรู้ที่ได้เตรียมไว้ รวมทั้งเรียนรู้จากวิทยากร

2) **ขั้นการตั้งเป้าหมาย** ผู้เรียนแบ่งกลุ่มการทำงาน ร่วมกันกำหนดจุดมุ่งหมายและขอบข่ายการเรียนรู้เลือกกิจกรรมหรือโครงการที่กลุ่มสนใจและนำเสนอกิจกรรมหรือโครงการต่อผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญ

3) **ขั้นการวางแผนและดำเนินการ** ผู้เรียนวางแผนและแบ่งหน้าที่การทำงานในกลุ่ม กำหนดเวลาปฏิบัติงาน แต่ละกลุ่มร่วมกันดำเนินการทำโครงการตามแผนการ ภายใต้คำแนะนำของผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญ

4) **ขั้นการติดตามและประเมินผล** ผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญร่วมกันติดตามความก้าวหน้าของผลงาน และให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนเป็นระยะ เมื่อแต่ละกลุ่มดำเนินโครงการเสร็จสิ้นแล้ว ผู้เรียนนำเสนอผลการดำเนินโครงการให้ผู้สอนและเพื่อนรับทราบ และปรับปรุงแก้ไขผลงานตามข้อเสนอแนะของผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญ จนได้โครงการที่สมบูรณ์ ผู้สอนประเมินโครงการของแต่ละกลุ่ม

2. **การเรียนการสอนธรรมชาติวิทยาแบบปกติ** หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ได้เสนอแนะไว้ในคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1) **ขั้นนำ** ผู้สอนทบทวนความรู้ ประสบการณ์เดิม และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้เตรียมพร้อมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การนำเสนอรูปภาพ การนำเสนอข่าว การใช้คำถาม เป็นต้น

2) **ขั้นสอน** ผู้สอนจัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายให้แก่ผู้เรียน ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การบรรยายโดยครู การปฏิบัติการทดลอง การสืบค้นหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นต้น

3) **ขั้นสรุป** ผู้สอนชี้แนะให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาบทเรียน และมโนทัศน์ที่สำคัญของบทเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การอภิปรายโดยใช้คำถาม การเขียนแผนผังมโนทัศน์ การเขียนโปสเตอร์ เป็นต้น

3. **มโนทัศน์ทางธรรมชาติวิทยา** หมายถึง แนวคิดสำคัญทางธรรมชาติวิทยา ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ประกอบด้วยมโนทัศน์ย่อย 3 มโนทัศน์ คือ

1. มโนทัศน์เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
2. มโนทัศน์เรื่อง ดิน หิน และแร่
3. มโนทัศน์เรื่อง แหล่งน้ำ

มโนทัศน์ทางธรณีวิทยาได้จากแบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกโดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น

4. ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง หมายถึง ความสามารถในการสร้างสิ่งที่เป็นตัวอย่างเพื่อแสดงลักษณะ กระบวนการ หรือสถานการณ์ที่เลียนแบบของจริง

ความสามารถในการสร้างแบบจำลองวัดได้จากแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยรายการประเมิน 2 รายการ คือ 1) การปฏิบัติงาน และ 2) คุณภาพของผลงาน

5. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น หมายถึง นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในการนำรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพมาใช้เพื่อพัฒนาและส่งเสริมมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน
2. เป็นแนวทางแก่ผู้ที่สนใจที่จะศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา และความสามารถในการสร้างแบบจำลอง
3. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ ที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาคุณลักษณะต่างๆ ที่เป็นผลจากการเรียนการสอนตามรูปแบบต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพที่มีคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กทางธรณีวิทยา
และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาคำรา
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีประเด็นการนำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ
 - 1.1 ความเป็นมาและความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ
 - 1.2 แนวคิดของรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ
 - 1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ
2. มโนทัศน์ทางธรณีวิทยา
 - 2.1 ความหมายของมโนทัศน์
 - 2.2 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา
 - 2.3 ประเภทของมโนทัศน์
 - 2.4 ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.5 กระบวนการสร้างมโนทัศน์
 - 2.6 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
3. ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง
 - 3.1 ความหมายของแบบจำลอง และแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ประเภทของแบบจำลอง
 - 3.3 การสร้างแบบจำลอง
 - 3.4 ลักษณะของแบบจำลองที่ดี
 - 3.5 การใช้แบบจำลองในการเรียนการสอน
 - 3.6 การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

1. รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ

1.1 ความเป็นมาและความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ

รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ (Productivity-Based Instructional Model) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ (2549) ได้พัฒนาขึ้นตามโครงการวิจัยแม่บทการเปลี่ยนผ่านการศึกษาเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจฐานความรู้ เพื่อพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้มีคุณลักษณะมีความสามารถที่จะขับเคลื่อนและพัฒนาสังคมให้เป็นสังคมแบบเศรษฐกิจฐานความรู้ หรือเศรษฐกิจของสังคมที่มีความรู้เป็นฐาน โดยมีแนวคิดเบื้องต้นว่า ความรู้ต้องมาจากหลายแหล่งการเรียนรู้ การเรียนรู้บนพื้นฐานของการมีโอกาสคิดอย่างอิสระและอย่างมีสาระจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าคิด กล้าทำ กล้าตัดสินใจ และพึ่งตนเองได้ในสังคมที่มีการพัฒนาด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ เป็นนวัตกรรมการศึกษาที่ปรากฏเป็นรูปร่างที่สมบูรณ์ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 โดยใช้ระยะเวลาในการพัฒนารูปแบบนี้เป็นเวลามากกว่า 1 ปี และมีการนำไปทดลองใช้เบื้องต้นกับกลุ่มตัวอย่างครูในโรงเรียนใน 4 ภูมิภาค รวมทั้งกรุงเทพมหานครในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 ผลการทดลองพบว่า รูปแบบนี้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้รับการยอมรับของกลุ่มเป้าหมาย อย่างไรก็ตาม ยังต้องมีการทดลองใช้ต่อไป (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2549: 82-83)

รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ (Productivity-Based Instructional Model) เป็นหนึ่งในรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ CRP* ที่ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ (2549: 2) ได้พัฒนาขึ้นในโครงการพัฒนารูปแบบการครูศึกษาเชิงสร้างสรรค์และผลิตภาพ (Creative and Productive Teacher Education Model หรือ CPTE Model) คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ทำการวิจัยรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนแบบ 4 ร. คือ

* ผลของงานวิจัยการเปลี่ยนผ่านการศึกษาเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจฐานความรู้ คือ รูปแบบการเรียนการสอน 3 รูปแบบ ที่พัฒนาขึ้น รวมเรียกว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบ CRP ประกอบด้วย รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึก (Crystal-Based Instructional Model) รูปแบบการเรียนการสอนด้วยวิธีวิจัย (Research-Based Instructional Model) และรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ (Productivity-Based Instructional Model)

- 1) รู้ทัน รู้โลก (Smart Consumer)
- 2) เรียนรู้ชำนาญ เชี่ยวชาญปฏิบัติ (Breakthrough Thinker)
- 3) รวมพลังสร้างสรรค์สังคม (Social Concern)
- 4) รักวัฒนธรรมไทย ใฝ่สันติ (Thai Pride)

การใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CRP ซึ่งมีอยู่ 3 รูปแบบนั้น ไม่จำเป็นว่าในการสอนตามรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งจะช่วยพัฒนาเด็กไทยให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทั้ง 4 ร. ครอบคลุมขึ้นอยู่กับข้อตกลงของแต่ละรูปแบบว่ารูปแบบนั้นๆ จะเน้นคุณลักษณะข้อใดเป็นหลัก ดังนี้ รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึก เน้นคุณลักษณะรู้ทัน รู้โลก เป็นหลัก รูปแบบการเรียนการสอนด้วยวิธีวิจัย เน้นคุณลักษณะเรียนรู้ชำนาญ เชี่ยวชาญปฏิบัติ เป็นหลัก และรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ เน้นคุณลักษณะรวมพลังสร้างสรรค์สังคม เป็นหลัก แต่ทุกรูปแบบจะมีการปลูกฝังคุณลักษณะรักวัฒนธรรมไทย ใฝ่สันติ ในการจัดการเรียนการสอนด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อใช้รูปแบบการเรียนการสอนทั้ง 3 รูปแบบ ผู้เรียนย่อมมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ครบทั้ง 4 ร. (ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ และคณะ, 2549: 65)

รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาคุณลักษณะรวมพลังสร้างสรรค์สังคม เป็นหลัก มีการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และฝึกฝนการปฏิบัติ ด้วยการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันเป็นทีม ได้นำความรู้ที่ได้จากรายวิชามาใช้ผลิต สร้างชิ้นงาน หรือผลงานที่เป็นรูปธรรมที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในสถานการณ์จริง โดยการสร้างผลงานนั้น ต้องเกิดจากการได้เรียนรู้ วางแผนงาน ดำเนินการ และนำเสนอผลงานที่สร้างสรรค์ได้ร่วมกัน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนนำข้อความรู้ทางวิชาการ นำภูมิปัญญาท้องถิ่นของตนมาใช้ หรือมุ่งแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทของตน เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมโดยรวม (ไพฑูรย์ สีนลารัตน์และคณะ, 2549: 62)

รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับทุกประเภทวิชา ทุกสาระการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความคิด ริเริ่มสร้างสรรค์ให้ผู้เรียน และเป็นการสร้างความรู้ใหม่จากการผลิตชิ้นงาน เช่น วิทยาศาสตร์ วิชาศิลปะ วิชาสังคมศึกษา แหล่งชุมชนและภูมิปัญญาท้องถิ่นมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ การจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้สามารถใช้กับหน่วยการเรียนรู้ใดหน่วยการเรียนรู้หนึ่ง โดยไม่จำเป็นต้องใช้ตลอดทั้งภาคการศึกษา การเรียนการสอนรูปแบบนี้ใช้เวลามากกว่า 1 คาบ (2-5 คาบ) โดยแต่ละชั้นย่อย สามารถปรับให้มีความเหมาะสม กับสภาพการณ์และผู้เรียน (จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช, 2549: 89)

จากความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพข้างต้นสรุปได้ดังนี้ รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยนักวิจัยคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นำโดยไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ ซึ่งหมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันในสภาพจริง ฝึกฝน และปฏิบัติงานจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณค่าต่อสังคม และมีผลงานในลักษณะผลิตผลของโครงการ

รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ พัฒนาขึ้นจากการบูรณาการแนวคิดทางการศึกษา 5 แนวคิด คือ การเรียนรู้ในบริบทจริง (Situating Learning) การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-Regulated Learning) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) การเรียนรู้แบบร่วมกัน (Collaborative Learning) การเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning) เข้าด้วยกัน ทำให้เกิดรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพที่มีขั้นตอนชัดเจน เพื่อใช้ในการดำเนินการสอนในชั้นเรียน

1.2 แนวคิดของรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ

รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ พัฒนาขึ้นจากแนวคิดทางการศึกษาหลายแนวคิด เน้นการจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียน โดยเน้นคุณลักษณะรวมพลังสร้างสรรค์สังคมเป็นหลัก มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และฝึกฝนการปฏิบัติด้วยการเรียนรู้ร่วมกันในสภาพจริงบนพื้นฐานของปัญหาของชุมชนสังคมจริง และมีผลงานในลักษณะผลิตผลของโครงการ แนวคิดสำคัญที่เป็นฐานในการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบนี้มี 5 แนวคิด คือ

- 1) การเรียนรู้ในบริบทจริง (Situating Learning)
- 2) การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-Regulated Learning)
- 3) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)
- 4) การเรียนรู้แบบร่วมกัน (Collaborative Learning)
- 5) การเรียนรู้แบบ โครงงาน (Project-Based Learning)

1) การเรียนรู้ในบริบทจริง (Situating Learning)

ความหมายของการเรียนรู้ในบริบทจริง

Lankard (1993) กล่าวว่า “การเรียนรู้ในบริบทจริง คือ การเรียนรู้จากการทำกิจกรรมมากกว่าการเรียนรู้จากตำรา หรือเนื้อหาเอกสาร ความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากการปฏิบัติภาระงาน (สิ่งรบกวน ความสับสน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม) ล้วนเป็นสิ่งที่ผู้เรียนพบได้ในชีวิตประจำวัน”

Kirshner และ Whitson (1997) กล่าวว่า “การเรียนรู้ในบริบทจริง คือ การเรียนรู้องค์ความรู้และทักษะในบริบทที่สะท้อนการนำความรู้ไปใช้จริงในชีวิตประจำวัน ทฤษฎีการเรียนรู้ในบริบทจริงเน้นการเรียนรู้จากวัฒนธรรมของสังคมมากกว่าการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานส่วนบุคคล”

Loring (1998) กล่าวว่า “การเรียนรู้ในบริบทจริง คือ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยเน้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นและเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์”

ไพฑูรย์ สินดารัตน์ และคณะ (2549: 59) กล่าวว่า “การเรียนรู้ในบริบทจริง คือ การเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกฝนด้วยการปฏิบัติในสถานการณ์จริง หรือในบริบทที่เหมือนจริง เน้นการใช้กระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ซับซ้อน ซึ่งจูงใจให้ผู้เรียนกล้าที่จะปฏิบัติตามภาระงานที่ได้รับ และสามารถผลิตผลงานที่มีคุณภาพ และเป็นรูปแบบของตนเองอย่างแท้จริง”

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปความหมายของการเรียนรู้ในบริบทจริงได้ว่า การเรียนรู้ในบริบทจริง คือ การเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ฝึกฝน และลงมือปฏิบัติในสถานการณ์จริงหรือในบริบทที่เหมือนจริงมากกว่าการเรียนรู้จากตำรา

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้ในบริบทจริง

Anderson (1996) กล่าวว่า “การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้ในบริบทจริง ควรจัดการเรียนการสอนด้วยการปฏิบัติงาน โดยผู้สอนควรจัดสถานการณ์ที่มีคุณค่าเพื่อจูงใจให้ผู้เรียนปฏิบัติ หากผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งที่ตนเองจะได้รับจากการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียน

จะมีการวางแผนการปฏิบัติงาน และคิดค้นหาวิธีการเพื่อให้ตนเองบรรลุเป้าหมายของการเรียน ผู้สอนที่ใช้วิธีการสอนด้วยการปฏิบัติงานตามสภาพจริง จะต้องให้เวลาในการปฏิบัติงานอย่างเพียงพอ”

Shaklee et al. (1997) กล่าวว่า “แนวคิดการเรียนรู้ในบริบทจริง กิจกรรมการเรียนการสอนควรให้ผู้เรียนมีโอกาสนปฏิสัมพันธ์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนเกี่ยวกับภาระงานที่ได้ปฏิบัติมาแล้วและผลงานที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนตระหนักในความสำคัญของการเรียนรู้และเป็นเจ้าของการเรียนรู้อย่างแท้จริง”

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ (2549: 59) กล่าวว่า วิธีการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้ในบริบทจริง ควรดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้สอนจัดเตรียมบริบทตามสภาพจริงที่สะท้อนปัญหา หรือการนำความรู้จากการเรียนไปใช้ประโยชน์
2. จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ในบริบทจริง ผู้เรียน ผู้สอนมีส่วนร่วมในการกำหนดภาระงาน
3. ผู้เชี่ยวชาญเป็นแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญ
4. ผู้สอนสนับสนุนความร่วมมือระหว่างผู้เรียนในการสร้างความรู้
5. บูรณาการการประเมินผลกับการเรียนรู้ตามสภาพจริง

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้ในบริบทจริงได้ว่า ผู้สอนควรจัดเตรียมบริบทตามสภาพจริงที่สะท้อนปัญหา หรือจัดสถานการณ์ที่มีคุณค่า เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนปฏิบัติ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนและเพื่อนในชั้นเรียน มีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดภาระงาน และผู้สอนมีการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง

2) การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-Regulated Learning)

ความหมายของการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง

Pintrich และ De Groot (1990) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง คือ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีการรู้คิดในการวางแผน ควบคุม และปรับกระบวนการรับรู้ของตนเอง มีการจัดการและควบคุมตนเอง มีความพยายามที่จะเรียนรู้ รวมทั้งการใช้กลยุทธ์ทางปัญญาในการเรียน”

Schunk (1991: 348) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง คือ กระบวนการที่บุคคลปฏิบัติ และสนับสนุนพฤติกรรม และอารมณ์ความรู้สึก ที่มุ่งไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ด้วยตนเองอย่างเป็นระบบ”

Berk และ Winsler (1995) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง คือ กระบวนการวางแผน การแนะนำ และการติดตาม ที่มีต่อพฤติกรรม และความสนใจด้วยตัวของตัวเอง”

Zimmerman (1998) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง คือ กระบวนการที่บุคคลตั้งเป้าหมาย บันทึกพฤติกรรม และกติกาลิขิตให้บรรลุเป้าหมายด้วยตนเอง โดยบุคคลจะเป็นผู้ควบคุมกระบวนการนี้ ด้วยตนเอง”

Grolnick, Kurowski และ Garland (1999: 3-14) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง คือ การที่ผู้เรียนมีความเต็มใจเรียนรู้สิ่งต่างๆ ด้วยความสนใจ ด้วยความอยากรู้ของตนเอง โดยไม่ต้องบังคับ”

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปความหมายของการเรียนรู้แบบกำกับตนเองได้ว่า การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง คือ กระบวนการที่บุคคลมีการวางแผน ควบคุม และใช้กลยุทธ์ทางปัญญา ปรับปรุงพฤติกรรมตามที่กำหนด และสนับสนุนสภาพทางอารมณ์และความรู้สึก เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตนเองตั้งไว้

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง

Boekaerts (1997) ได้นำเสนอแนวทางการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบกำกับตนเองไว้ 4 ประการ คือ

1. ควรกระตุ้นความรู้และความสามารถเดิมของผู้เรียน และสนับสนุนให้ผู้เรียนนำความรู้ความสามารถเดิมออกมาใช้ในการเรียนเนื้อหาใหม่
2. ควรสอนกลวิธีการกำกับตนเองให้ผู้เรียน และฝึกให้ผู้เรียนใช้กลวิธีจนคล่องแคล่วเป็นอัตโนมัติ
3. การสอนกลวิธีกำกับตนเองควรแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรก ผู้สอนมีบทบาทเป็นแม่แบบเป็นผู้ฝึกสอน (Coach) ต่อมาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการกำกับตนเอง และได้ไตร่ตรองวิธีการทำงานของตนเอง
4. ควรออกแบบงานให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยการกำกับตนเองได้

Grolnick, Kurowski และ Garland (1999: 3-14) กล่าวว่า “การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง ควรสนับสนุนให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่ผู้เรียนมีความสนใจด้วยตนเอง ให้ความเป็นอิสระในการทำงาน”

Zimmerman cite in Coastline Community College (2000) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง ควรคำนึงถึงประเด็นดังนี้

1. ให้ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกเป้าหมาย และกิจกรรมที่จะทำได้อย่างหลากหลาย
2. งานที่มีความท้าทาย แต่ไม่ถึงกับเกินความสามารถ
3. ช่วยผู้เรียนให้รู้แหล่งแสวงหาความรู้ และสามารถเข้าถึงได้ รวมถึงสามารถประเมินผลการปฏิบัติงานด้วยตนเอง และปรับปรุงแก้ไขเองได้
4. มีการร่วมมือกับเพื่อนเพื่อเป็นกำลังใจให้ทำงานต่อไปและให้ความช่วยเหลือทางเทคนิคตามจำเป็น
5. จุดเน้นของการเรียนรู้คือการสร้างความหมายจากสิ่งที่อ่าน เขียน และอภิปราย

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบกำกับตนเองได้ว่า ผู้สอนควรให้อิสระผู้เรียนในการเลือกเป้าหมาย และสนับสนุนให้ผู้เรียนเลือกทำกิจกรรมที่ผู้เรียนสนใจด้วยตนเอง หรือมอบหมายงานที่มีความท้าทาย แต่ไม่ถึงกับเกินความสามารถให้แก่ผู้เรียน

3) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

Johnson และ Johnson (1987) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การเรียนรู้ที่จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนเรียนเป็นกลุ่มเล็ก กลุ่มละ 3-5 คน โดยที่สมาชิกในกลุ่มมีความแตกต่างกัน เช่น เพศ เชื้อชาติ ความสามารถทางการเรียน ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รับผิดชอบการทำงานของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มร่วมกัน”

Slavin (1995) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเรียนเป็นกลุ่มเล็ก สมาชิกในกลุ่มโดยทั่วไปมี 4 คน และมีความสามารถแตกต่างกัน เป็นคนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน

และเรียนอ่อน 1 คน นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเดียวกันในการเรียน หรือทำกิจกรรมต่างๆ สมาชิกกลุ่มจะได้รับรางวัล ถ้ากลุ่มทำคะแนนเฉลี่ยได้ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้”

ทิสนา แชมมณี (2550) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย โดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันประมาณ 3-6 คน ช่วยกันเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม โดยมี 5 องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ ได้แก่ 1) การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน 2) การปรึกษาหารืออย่างใกล้ชิด 3) ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละบุคคล 4) การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย และ 5) กระบวนการกลุ่ม”

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 3-5 คน โดยที่สมาชิกในกลุ่มมีความแตกต่างกัน เช่น เพศ ความสามารถทางการเรียน ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน รับผิดชอบการทำงาน ของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มร่วมกัน

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

Johnson และ Johnson (1987) ได้เสนอวิธีการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังต่อไปนี้

1. ให้งานที่เหมาะสม (Appropriate Tasks) การร่วมมือเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอน เมื่อใดก็ตามที่ต้องใช้ทักษะการแก้ปัญหา การคิดแบบสร้างสรรค์ ต้องการผลงานที่มีคุณภาพสูง ต้องการให้ความรู้และทักษะคงอยู่กับผู้เรียนตลอดไป งานที่ต้องทำมีความซับซ้อน และเมื่อต้องการให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านสังคม เมื่อนั้นควรใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ

2. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน (Teacher-Student Interaction) ในการเรียนรู้แบบร่วมมือ บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนมีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างมาก ผู้สอนทำหน้าที่แนะนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาวิชา อธิบายจุดประสงค์ของการเรียนรู้ สร้างเงื่อนไขในการเรียนรู้ ให้แนวทางในการคิดและหาข้อสรุป เป็นผู้สังเกตการณ์และควบคุมความเป็นไปของชั้นเรียน คอยช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการ และประเมินผลการเรียน ส่วนผู้เรียนมีหน้าที่เข้าไปมีส่วนร่วมในการเรียนทำตามกระบวนการที่ได้รับการแนะนำ ใช้ความรู้ความสามารถในการแสวงหาคำตอบ เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมาย และทำงานที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน (Student-Student Interaction) ผู้เรียนแต่ละคนต้องรับรู้ว่าเป็นเพื่อนของกันเป็นบุคคลที่สามารถให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และเสริมแรงในการศึกษา ควรแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก และจัดให้ผู้เรียนนั่งใกล้กันพอที่จะเห็นหน้ากันทุกคน และได้ยินเสียงพูดกันและกันอย่างชัดเจน เพื่อสร้างความรู้สึกร่วมกันเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

4. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเอกสาร (Student-Materials Interaction) การจัดเอกสารสำหรับผู้เรียนมีความแตกต่างกันออกไปตามลักษณะ และจุดประสงค์ของเนื้อหาวิชาตามปกติ ผู้เรียนจะได้รับเอกสารเป็นชุด เพื่อใช้ในการศึกษา การจัดเอกสารสำหรับผู้เรียนอยู่ในดุลยพินิจของผู้สอน เอกสารดังกล่าวอาจจะเป็นเอกสารสำหรับการทำงานกลุ่ม หรือสำหรับสมาชิกแต่ละคนศึกษาบางส่วน ของงาน เพื่อนำสิ่งที่ได้รับการศึกษาแบ่งปันแก่เพื่อนร่วมกลุ่มภายหลัง ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องรับผิดชอบ จัดการกับเอกสารที่ได้รับอย่างเต็มความสามารถ

5. ความคาดหวังในบทบาทผู้เรียน (Student Role Expectation) การเรียนการสอนแบบร่วมมือ มีความคาดหวังให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแบ่งปันความคิดเห็นและเอกสารต่างๆ สนับสนุน และกระตุ้นซึ่งกันและกัน เพื่อให้สมาชิกกลุ่มทุกคนเกิดความไว้วางใจ ในการเรียนแบบร่วมมือ แต่ละกลุ่มต้องมีการตั้งเป้าหมายของกลุ่มที่ชัดเจน และสมาชิกกลุ่มแต่ละคน ได้รับการคาดหวังให้มีส่วนร่วมในการนำกลุ่มไปสู่เป้าหมายนั้น

Johnson, Johnson และ Holubec (1994 อ้างถึงใน ทิศนา แจมณี, 2548: 103-105) ได้ระบุถึง การวางแผนบทเรียนและการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบร่วมมือ โดยมีประเด็นที่สำคัญดังนี้

1. ด้านการวางแผนการจัดการเรียนการสอน
 - 1.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียน ทั้งความรู้และทักษะกระบวนการ
 - 1.2 กำหนดขนาดของกลุ่ม ควรมีขนาดเล็กประมาณ 3-6 คน
 - 1.3 กำหนดองค์ประกอบกลุ่ม
 - 1.4 กำหนดบทบาทสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม
 - 1.5 จัดสถานที่ให้เหมาะสมในการทำงานและมีปฏิสัมพันธ์
 - 1.6 จัดสาระ วัสดุ หรืองานที่จะให้ผู้เรียนทำ
2. ด้านการสอน ผู้สอนควรมีการเตรียมกลุ่มเพื่อการเรียนรู้ร่วมกัน ดังนี้
 - 2.1 อธิบายชี้แจงเกี่ยวกับงานของกลุ่ม
 - 2.2 อธิบายเกณฑ์การประเมินผลงาน
 - 2.3 อธิบายถึงความสำคัญและวิธีการของการฟังและถือถ้อยคำ
 - 2.4 อธิบายวิธีการช่วยเหลือกันระหว่างกลุ่ม

- 2.5 อธิบายถึงความสำคัญและวิธีการตรวจสอบความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย
- 2.6 ชี้แจงพฤติกรรมที่คาดหวัง
3. ด้านการควบคุมกำกับและการช่วยเหลือกลุ่ม
 - 3.1 ดูแลให้สมาชิกกลุ่มมีการปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด
 - 3.2 สังเกตการณ์การทำงานร่วมกันของกลุ่ม ตรวจสอบว่าสมาชิกกลุ่มมีความเข้าใจในงาน หรือบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายหรือไม่
 - 3.3 เข้าไปช่วยเหลือกลุ่มตามความเหมาะสม
 - 3.4 สรุปการเรียนรู้
4. ด้านการประเมินผลและวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้
 - 4.1 ประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ โดยวิธีการที่หลากหลาย
 - 4.2 วิเคราะห์กระบวนการทำงานและกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน

อรพรรณ พรสีมา (2540) กล่าวว่า ขั้นตอนในการเรียนรู้แบบร่วมมือไม่ว่าจะใช้เทคนิคใดก็ตามจะมีลำดับในการเรียนที่คล้ายคลึงกัน คือ ขั้นเตรียม ขั้นสอน ขั้นทำงานกลุ่ม ขั้นตรวจสอบผลงาน และทดสอบ ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานของกลุ่ม มีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นเตรียม กิจกรรมในขั้นนี้ ประกอบด้วย ผู้สอนแนะนำทักษะในการเรียนรู้ร่วมกัน และจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อยประมาณ 2-6 คน ผู้สอนควรแนะนำเกี่ยวกับระเบียบของกลุ่มบทบาทหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม แจกวัสดุประสงค์ของบทเรียนและทำกิจกรรมร่วมกัน และการฝึกฝนทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมกลุ่ม
2. ขั้นสอน ครูนำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหาและแหล่งข้อมูล มอบหมายงานให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม อธิบายขั้นตอนการทำงาน
3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนร่วมกันในกลุ่มย่อย โดยที่แต่ละคนมีบทบาทและหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกจะได้ร่วมกันรับผิดชอบต่อผลงานของกลุ่ม ในขั้นนี้ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนใช้เทคนิคต่างๆ กันในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง เทคนิคที่ใช้แต่ละครั้งต้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการเรียนแต่ละเรื่อง ในการเรียนครั้งหนึ่งๆ อาจต้องใช้หลายเทคนิคประกอบกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิผล
4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ที่ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่มและรายบุคคลในบางกรณี ผู้เรียนอาจต้องซ่อมเสริมสิ่งที่ยังขาดตกบกพร่อง ต่อจากนั้นเป็นการทดสอบ

5. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ถ้ามีสิ่งที่ยังไม่เข้าใจ ผู้สอนควรอธิบายเพิ่มเติม ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่ม และพิจารณาว่า อะไรคือจุดเด่นของงาน อะไรคือสิ่งที่ควรปรับปรุง

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือได้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนเรียนเป็นกลุ่มเล็ก กลุ่มละ 3-5 คน โดยที่สมาชิกในกลุ่มมีความแตกต่างกัน เช่น เพศ ความสามารถในการเรียน ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีความสัมพันธ์กัน มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มร่วมกัน เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม

4) การเรียนรู้แบบร่วมกัน (Collaborative Learning)

ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมกัน

Arends (1994) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบร่วมกัน คือ การเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย โดยให้สมาชิกทุกคนมีความรับผิดชอบต่อกลุ่มร่วมกัน ช่วยกันทำงานให้สำเร็จโดยมีจุดหมายร่วมกัน สมาชิกกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ทำงานเต็มความสามารถ มีการคิดร่วมกัน ทำงานร่วมกัน มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน และร่วมกันทำงานจนประสบความสำเร็จ”

Johnson และ Johnson (1994) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบร่วมกัน คือ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนในกลุ่มมีปฏิสัมพันธ์กันสูง มีการแลกเปลี่ยนความคิด มีการติดต่อสื่อสารระหว่างกันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีการช่วยเหลือกัน การรับอิทธิพลจากเพื่อน มีความผูกพัน และรับผิดชอบในผลงานที่เกิดจากสมาชิก มีการสนับสนุนและความไว้วางใจกันสูง สามารถร่วมกันแก้ปัญหา จัดข้อขัดแย้งที่เกิดขึ้นได้ รู้จักแบ่งหน้าที่ ลดความรู้สึกวิตกกังวล และกลัวความล้มเหลวน้อยลง”

พิชัย ทองดีเลิศ (2547: 10) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบร่วมกัน คือ การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อศึกษาในสิ่งที่ตนเองชอบและสนใจ โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน รวมถึงแหล่งข้อมูลภายนอก เพื่อร่วมกันสร้างชิ้นงาน และนำเสนอผลงาน เพื่อศึกษาร่วมกัน มีการแสดงความคิดเห็น การอภิปราย การวิจารณ์ เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มผู้เรียนในการ

แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และการยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เหมาะสำหรับการเรียน ที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนมีการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การสร้างสรรค์ความรู้”

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และคณะ (2549: 60) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบร่วมกัน คือ การเรียนรู้ที่เกิดจากผู้เรียนร่วมมือกันศึกษา ค้นคว้า และปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างเต็มความสามารถ เน้นการเรียนรู้ร่วมกันโดยมีการยอมรับในบทบาทหน้าที่ของกันและกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นกัน การเรียนรู้แบบร่วมกันนี้ ผู้เรียนร่วมกันเรียนตั้งแต่ขั้นเลือกประเด็น ปัญหา วางแผน ดำเนินงาน รวมทั้งการวัดและประเมินผลงาน”

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมกันได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมกัน คือ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย เพื่อศึกษาในสิ่งที่ตนเองชอบและสนใจ โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน เพื่อร่วมกันสร้างสรรค์ผลงาน ชิ้นงาน หรือนำเสนอผลงาน เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มผู้เรียน ในการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมกัน

ทิสนา แคมมณี (2536) ระบุถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้หลักการเรียนรู้แบบร่วมกัน ซึ่งมีกระบวนการ 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นนำ คือ การเตรียมความพร้อมในการเรียนให้แก่ผู้เรียน เช่น การทบทวนความรู้เดิม การจัดบรรยากาศให้เหมาะสม และเอื้อต่อการเรียนรู้
2. ขั้นกิจกรรม คือ การให้ผู้เรียนลงมือทำกิจกรรมที่เตรียมไว้เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และรับผิดชอบในการเรียนของตนเอง และเพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ที่จะสามารถวิเคราะห์หรืออภิปรายให้เกิดการเรียนรู้ที่ชัดเจนขึ้นในภายหลัง

ลักษณะของกิจกรรมที่จัดให้แก่ผู้เรียนควรเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างทั่วถึง ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรม และสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลความคิดเห็น และประสบการณ์ซึ่งกันและกันได้ กิจกรรมมักจะมีลักษณะที่ผู้เรียนต้องค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้มากกว่าทำหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ โดยกิจกรรมจะประกอบด้วยขั้นตอนของการวิเคราะห์ และอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น กระบวนการ

ทำงาน กระบวนการสื่อสาร กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการตัดสินใจ เป็นต้น ส่วนวิธีการสอนนั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น เกม ละคร บทบาทสมมติ กรณีตัวอย่าง และสถานการณ์จำลอง

3. **ชั้นอภิปราย** คือ การให้ผู้เรียนมีโอกาสดialogue เปลี่ยนประสบการณ์ ความคิด ความรู้สึก และการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

4. **ขั้นสรุปและนำไปใช้** เป็นขั้นของการรวบรวมความคิดเห็น และข้อมูลต่างๆ จากขั้นกิจกรรม และอภิปรายมาประสานกัน จนได้ข้อสรุปที่ชัดเจน รวมทั้งการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำเอาการเรียนรู้ที่ได้รับไปปฏิบัติใช้จริงในชีวิตประจำวัน

5) การเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning)

ความหมายของการเรียนรู้แบบโครงงาน

Blumenfeld et al. (1991) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบโครงงาน คือ การเรียนรู้ที่มีความลึกซึ้ง ครอบคลุม เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสืบค้น แก้ไขปัญหา มีการตั้งคำถาม อภิปราย ทำนาย วางแผน ทดลอง รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล ร่างบทสรุป มีการแลกเปลี่ยนความคิด หรือสิ่งที่ค้นพบกับผู้อื่น ทบทวน ข้อสงสัยสุดท้าย”

Lenschow (1996) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบโครงงาน คือ การเรียนรู้ที่นักเรียนมีการกระทำ กิจกรรมร่วมกัน ช่วยเหลือกัน แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกลุ่ม ด้วยวิธีการปฏิบัติจริง เพื่อการเรียนรู้วิธีการ แก้ไขปัญหาอันนำไปสู่ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แสวงหาข้อมูล และแนวทางในการแก้ปัญหาเหล่านั้น”

Moursand (1998) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบโครงงาน คือ การเรียนรู้ที่เปรียบเทียบเหมือนการมอบหมาย งานในลักษณะปลายเปิดที่สนับสนุนให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการเลือกในการปฏิบัติงาน การเรียนการสอน ในลักษณะนี้ครูเป็นเหมือนผู้อำนวยความสะดวก ในการจัดเตรียมแหล่งข้อมูล และให้คำแนะนำแก่นักเรียน ส่วนนักเรียนเป็นผู้เก็บรวบรวม สืบค้น วิเคราะห์ข้อมูล และรายงานผลในสิ่งที่ตนค้นพบ”

สุชาติ วงศ์สุวรรณ (2542) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบโครงงาน คือ การเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ที่เป็นการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในลักษณะของการศึกษา สำรวจ ค้นคว้า ทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้น แนะนำ และให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด”

นฤมล ชูตากม (2543) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบโครงงาน คือ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทำงาน การทำโครงงาน และการสอนตนเอง งานที่มอบหมายให้ทำมีลักษณะแบบปลายเปิด ที่ให้ผู้เรียนมีโอกาสตัดสินใจเลือก ครูอาจจะเป็นผู้เสนอปัญหาให้แก่ผู้เรียน และให้ผู้เรียนวางแผนและแก้ปัญหาหรือพัฒนาชิ้นงาน”

กรมวิชาการ (2544) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบโครงงาน คือ การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบในเรื่องนั้นๆ โดยมีครูผู้สอนคอยกระตุ้น แนะนำ และให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด ตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่จะศึกษา ค้นคว้า ดำเนินการวางแผน กำหนดขั้นตอนการดำเนินงาน และการนำเสนอผลงาน โดยทั่วไป การทำโครงงานสามารถทำได้ทุกระดับการศึกษา ซึ่งอาจทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงงาน”

ลัดดา ภูเกียรติ (2544: 27-28) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบโครงงาน คือ รูปแบบหนึ่งของการทำวิจัยโดยเด็กๆ เพราะเด็กนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเพื่อจะพัฒนาความรู้ โดยใช้ระเบียบวิธีการทำงานที่เป็นระบบ และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษา ค้นหาความรู้ ความจริง จนได้ข้อสรุปเป็นองค์ความรู้ หรือความรู้ใหม่ด้วยตัวเอง”

พิมพันธ์ เคะทะคุปต์ และคณะ (2548) กล่าวว่า “การเรียนรู้แบบโครงงาน คือ การเรียนรู้ที่มีการศึกษาเพื่อค้นพบข้อความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีครูอาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา”

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปความหมายของการเรียนรู้แบบโครงงานได้ว่า การเรียนรู้แบบโครงงาน คือ การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนรู้ตามความสนใจของผู้เรียน และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ร่วมกัน ค้นคว้า แก้ปัญหาในการทำโครงงาน แลกเปลี่ยนความรู้ ข้อคิดเห็นที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในการทำกิจกรรมโครงงาน ให้บรรลุเป้าหมาย อันจะนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้ในอนาคต

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบโครงงาน

Edwards et al. (1993) ระบุถึงขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมในโครงงานออกเป็น 4 ระยะ ที่สำคัญ ดังนี้

1. ระยะเตรียมการวางแผนเข้าสู่โครงงาน (Preliminary Planning) เป็นระยะที่เด็กและครูใช้เวลาในการพูดคุย เพื่อค้นหาหัวข้อประเด็นปัญหา และคัดเลือกหัวข้อประเด็นปัญหาสำหรับทำโครงงาน หัวข้ออาจจะมาจากเด็ก หรือครูเป็นผู้เสนอในระยะแรกที่เด็กยังไม่มีประสบการณ์ ครูอาจเสนอหัวข้อที่คิดว่าเด็กน่าจะสนใจ และมีคุณค่าในการเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกหัวข้อประเด็นปัญหาดังต่อไปนี้

- 1) หัวข้อประเด็นปัญหา ควรจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของเด็ก อย่างน้อยเด็กควรจะต้องมีความคุ้นเคยกับหัวข้อ เพื่อเด็กจะสามารถตั้งคำถามเกี่ยวกับหัวข้อได้
- 2) มีการส่งเสริมทักษะพื้นฐาน ด้านการอ่านออกเขียนได้ และด้านจำนวน และควรบูรณาการวิชาต่างๆ เข้าไป เช่น วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ภาษาและศิลปะ
- 3) หัวข้อประเด็นปัญหาควรมีคุณค่าเพียงพอที่จะให้เด็กได้ใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ และ
- 4) หัวข้อประเด็นปัญหาสามารถค้นคว้า หรือทดสอบ ในโรงเรียนมากกว่าที่ไปทำที่บ้าน

2. ระยะเริ่มต้นโครงงาน (Getting Project Start) เมื่อหัวข้อประเด็นปัญหาได้รับการคัดเลือกแล้ว ครูมักจะเริ่มต้นด้วยการสร้างแผนภูมิเครือข่ายการเรียนรู้ หรือแผนภูมิความคิด (Concept Map) โดยใช้การระดมสมอง เพื่อวางแผนในการศึกษา และร่วมกันตั้งคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบโดยการสืบสอบ ในระยะนี้มักจะเป็นระยะที่เด็กทบทวนประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับหัวข้อที่กำลังศึกษาอยู่

3. ระยะดำเนินโครงงาน (Project in Progress) ระยะนี้ประกอบด้วยการสืบสอบค้นคว้าโดยตรง มักจะมีการทัศนศึกษาเพื่อค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับหัวข้อ และใช้กิจกรรมศิลปะต่างๆ เช่น การวาด การปั้น การประดิษฐ์ การก่อสร้าง และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลอง การทดสอบต่างๆ ในระยะนี้ เด็กจะได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่จากการศึกษาในโครงงาน มีการทดสอบสมมติฐาน และปรับปรุงแก้ไขผลงานที่ทำในโครงงานให้เป็นผลสำเร็จ เด็กมักจะใช้เวลาทำโครงงานในระยะนี้ยาวนานกว่าทุกระยะ

4. ระยะสรุปและอภิปรายผลโครงงาน (Consolidating Project) ระยะนี้ประกอบด้วยการเตรียมการสำหรับนำเสนอผลการศึกษาในโครงงานในรูปแบบต่างๆ เช่น การแสดง การจัดนิทรรศการ การสาธิต เพื่อให้ผู้ปกครอง ครูอาจารย์ และเพื่อนๆ ได้ชมผลงานและกิจกรรมที่จัดขึ้น เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมแล้ว เด็กและครูจะร่วมกันประเมินผลการเรียนรู้ที่ได้จากโครงงานและวางแผนสำหรับศึกษาในโครงงานต่อไป

Katz และ Chard (1998) ระบุถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยแบ่งออกเป็น 5 กิจกรรม ดังนี้

1. กิจกรรมการพูดคุยสนทนา การพูดคุยสนทนาเป็นกิจกรรมที่สำคัญมาก เพราะนำมาสู่การพัฒนาโครงงาน โดยเฉพาะพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียน หรือในกลุ่มเล็กๆ จะช่วยให้เด็กพัฒนาความคิดได้ดียิ่งขึ้น และช่วยแก้ไขปัญหาดังๆ ในโครงงาน รวมถึงการเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงออกทางความคิด และรับรู้ความคิดของผู้อื่น

2. กิจกรรมการปฏิบัติงานภาคสนาม หรือการทัศนศึกษา เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์ตรงจากการกระทำ การมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคล สิ่งของ และรวมถึงการไปทัศนศึกษาสถานที่ต่างๆ ที่จะทำให้เด็กได้ค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับหัวข้อที่ศึกษา การปฏิบัติงานภาคสนามจึงเป็นโอกาสที่เด็กจะได้เห็น ได้ฟัง ได้ดู ได้สัมผัส ได้ดมกลิ่น ได้ชิมรส กับสิ่งที่สนใจ จึงเป็นเสมือนการค้นคว้าทดลอง ซึ่งการทำงานภาคสนาม หรือการทัศนศึกษาอาจอยู่ในบริเวณโรงเรียน

3. กิจกรรมการนำเสนอ เป็นกิจกรรมที่เด็กถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์ที่มีเกี่ยวกับหัวข้อ โดยนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น การวาด การปั้น การประดิษฐ์ การสร้าง การแสดง การร้องเพลง และอื่นๆ

4. กิจกรรมการค้นคว้า เป็นกิจกรรมที่เด็กได้แสวงหาความรู้อย่างหลากหลาย จากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ เช่น ของจริง และทุติยภูมิ เช่น หนังสือ สื่อการเรียนรู้ต่างๆ กิจกรรมการค้นคว้าจะทำให้เด็กได้พัฒนาความรู้ทางวิชาการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อ และสนับสนุนการทำงานในโครงงานให้บรรลุเป้าหมาย

5. กิจกรรมการจัดแสดง เป็นกิจกรรมที่เด็กได้นำเสนอผลงานที่ทำโครงงานออกเผยแพร่ และทำให้บุคคลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครอง ครู เพื่อนๆ และผู้สนใจได้เข้าใจการเรียนรู้ในโครงงานเพิ่มมากขึ้น และเป็นการนำเสนอความสำเร็จ และความภาคภูมิใจของเด็กในโครงงาน โดยส่วนใหญ่กิจกรรมนี้จะจัดขึ้นในระแวกสิ้นสุดโครงงาน ในรูปแบบของนิทรรศการ การแสดงผลงาน การแสดงละคร บทบาทสมมุติ การสาธิตผลงาน

ธีระชัย ปุณณโชติ (2538) เสนอขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

1. ขั้นการคิดแก้ปัญหา หรือหัวข้อเรื่องที่ศึกษา นักเรียนควรเป็นผู้คิดหัวข้อ และเลือกหัวข้อเรื่องที่ศึกษาด้วยตนเองตามความสนใจ และความอยากรู้ของนักเรียนเอง หรือครูอาจเป็นผู้กำหนดหัวข้อเรื่องไว้หลายหัวข้อแล้วให้นักเรียนเลือก หัวข้อโครงงานที่จะศึกษานั้นควรเป็นหัวข้อที่เหมาะสมกับระดับความรู้ ความสามารถของนักเรียน สามารถหาเครื่องมืออุปกรณ์มาใช้ในการศึกษาได้ มีระยะเวลาในการ

ทำให้สำเร็จได้ ในการคิดหัวข้อเรื่อนั้นอาจได้แนวความคิดจากเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ครูสอน จากการค้นคว้าเอกสารต่างๆ หรือจากไปชมงานแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ก็ได้

2. ขั้นการวางแผนการทำโครงงาน นักเรียนจะต้องวางแผนในการทำโครงงาน โดยการเขียนโครงร่าง หรือเค้าโครงของโครงงานเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอความเห็นชอบและคำแนะนำ เป็นการกำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ ขอบเขตของการศึกษา วิธีดำเนินการ ประโยชน์ที่จะได้รับ

3. ขั้นการดำเนินการทำโครงงาน นักเรียนลงมือทำโครงงานโดยปฏิบัติตามแผนดำเนินงาน ที่วางไว้ล่วงหน้า ซึ่งเป็นการปฏิบัติตามขั้นตอนของโครงร่างที่ผ่านความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือการประดิษฐ์ หรือเป็นการปฏิบัติการทดลอง แล้วแต่จะเป็น โครงงานประเภทใด อาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมจากแผนงานที่วางไว้บ้าง เมื่อดำเนินการทำโครงงาน ครบถ้วนตามขั้นตอน ได้ข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ต้องแปลความหมายของข้อมูลและสรุปผล การศึกษาค้นคว้า

4. ขั้นการเขียนรายงาน เป็นการเสนอผลงานของการศึกษาค้นคว้าเป็นเอกสาร เพื่ออธิบาย ให้ผู้อื่นทราบรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงงาน ปัญหาที่ศึกษา วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า ข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมได้ ผลของการศึกษา ตลอดจนประโยชน์ และข้อเสนอแนะต่างๆจากการทำโครงงาน วิธีการเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์มีแนวทางในการเขียนเช่นเดียวกับการเขียนรายงานผลการวิจัย ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งควรประกอบด้วย ชื่อโครงงาน ชื่อผู้ทำโครงงาน ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา บทคัดย่อ ที่มาและความสำคัญของโครงงาน วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐาน (ถ้ามี) วิธีดำเนินงาน ผลของการศึกษาค้นคว้า สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า ข้อเสนอแนะ และเอกสารอ้างอิง

5. ขั้นการแสดงผลงาน เป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าสำเร็จแล้วให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ อาจจัดในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการ สาธิตการแสดงผลการรายงานปากเปล่า ในการจัดการแสดงผลงานการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อาจกระทำได้ในระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการเรียนรู้แบบโครงงาน ได้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยกระบวนการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการคิด แก้ปัญหาหรือหัวข้อที่ศึกษา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนคิดและเลือกหัวข้อที่จะศึกษด้วยตนเองตามความสนใจ 2) ขั้นการวางแผนการทำโครงงาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันวางแผนการดำเนินการ 3) ขั้นการ ดำเนินการทำโครงงาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันลงมือทำโครงงานตามแผนดำเนินงานที่วางไว้ล่วงหน้า 4) ขั้นการเขียนรายงาน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนเสนอผลงานของการศึกษาค้นคว้าให้ผู้อื่นทราบรายละเอียด ทั้งหมดของการทำโครงงาน และ 5) ขั้นการแสดงผลงาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ร่วมกันเสนอผลงาน

ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า โดยมีรูปแบบของการนำเสนอผลงานได้หลากหลาย เช่น การจัดนิทรรศการ การสาธิต การแสดงประกอบการรายงานด้วยวาจา

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ

รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ (ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ และคณะ, 2549: 62) พัฒนขึ้นจากการบูรณาการแนวคิดทางการศึกษา 5 แนวคิดเข้าด้วยกัน ได้แก่ 1) การเรียนรู้ในบริบทจริง 2) การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง 3) การเรียนรู้แบบร่วมมือ 4) การเรียนรู้แบบร่วมกัน และ 5) การเรียนรู้แบบโครงงาน ซึ่งแนวคิดดังกล่าวนำไปพัฒนาเป็นหลักการของรูปแบบฯ ที่เน้นการพัฒนาให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ในสถานการณ์จริง เพื่อให้สามารถนำความรู้มาใช้ในการสร้างชิ้นงานที่เป็นรูปธรรม

วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ พัฒนามาจากหลักการของรูปแบบฯ ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และฝึกฝนการปฏิบัติด้วยการเรียนรู้ร่วมกันในสภาพจริงบนพื้นฐานของปัญหาของชุมชนสังคมจริง และมีผลงานในลักษณะผลิตผลของโครงการ

จากแนวคิด หลักการ และวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ นำไปสู่การกำหนดขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการเตรียมบริบทตามสภาพจริง ขั้นการตั้งเป้าหมาย ขั้นการวางแผนและดำเนินการ และขั้นการติดตามและประเมินผล ดังปรากฏในแผนภาพที่ 1 (ไพฑูรย์ สีนลารัตน์, 2549: 64)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 1 การพัฒนาขั้นการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพจากวัตถุประสงค์ของรูปแบบฯ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้การสอนเชิงผลิตภาพ มีรายละเอียด ดังนี้ (ไพฑูรย์
สินลารัตน์, 2549: 146-147)

ขั้นที่ 1 การเตรียมบริบทตามสภาพจริง: การเรียนรู้ในบริบทจริง (Prepare Real Learning Context:
Situating Learning)

เตรียม (Prepare)

ผู้สอนจัดหาแหล่งการเรียนรู้ ข้อมูลกรณีศึกษา หรือ
ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ข้อความรู้ตามสภาพจริง ใน
ประเด็นที่จะเรียนรู้

ขั้นที่ 2 การตั้งเป้าหมาย: การเรียนรู้แบบกำกับตนเอง และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Set Goals: Self-
Regulated Learning / Cooperative Learning)

กำหนด (Set)

ผู้สอนช่วยผู้เรียนในการกำหนดจุดมุ่งหมายและ
ขอบข่ายการเรียนรู้

เลือก (Choose)

ผู้เรียนเลือกกิจกรรม / โครงการที่ตนสนใจ

นำเสนอ (Present)

ผู้เรียนนำเสนอ โครงการต่อผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญเพื่อ
ปรับแก้

ขั้นที่ 3 การวางแผนและดำเนินการ: การเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมพลัง หรือการเรียนรู้แบบร่วมกัน
(Plan Working Process: Collaborative Learning)

ทำงานกลุ่ม (Group Work)

ผู้เรียนแบ่งกลุ่มการทำงาน

เรียนรู้ (Learn)

ผู้เรียนปฏิบัติการเรียนรู้ร่วมแรงร่วมพลัง หรือ
การเรียนรู้แบบร่วมกัน โดยมีผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญ
กำกับดูแลให้คำแนะนำ

ขั้นที่ 4 การติดตามและประเมินผล: การเรียนรู้แบบ โครงงาน (Follow Up and Assess: Project-Based Learning)

ตรวจสอบ (Check)

ผู้เรียนและผู้เชี่ยวชาญร่วมกันตรวจสอบกระบวนการทำงาน

ติดตาม (Follow Up)

ผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญร่วมกันติดตามความก้าวหน้าของผลงาน

ปรับปรุง (Revise)

ผู้เรียนปรับปรุงแผนงาน

ผลิต (Produce)

ผู้เรียนดำเนินการจนได้ผลงาน

ประเมิน (Assess)

ผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญประเมินผลงานเทียบกับเป้าหมายที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. มโนทัศน์ทางธรณีวิทยา

2.1 ความหมายของมโนทัศน์

มโนทัศน์ (Concept) ตรงกับคำภาษาไทยที่ความหมายเดียวกันหลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด สังกัป มโนภาพ มโนคติ หรือมโนคติ มีนักการศึกษาและนักวิชาการได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้สรุปดังนี้

Morse และ Wingo (1955: 249) กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ ภาพทางสติปัญญาหรือนามธรรม ที่ถูกสร้างขึ้นโดยการขยายความรู้จากหลายๆ ประสบการณ์ที่มีความคล้ายคลึงกัน”

McDonald (1960: 134) กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ การจำแนก หรือการจัดระบบของสิ่งเร้า หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน”

Good (1973: 124) กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ 1) ความคิดสำคัญ หรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถจดจำเป็นกลุ่มหรือพวกได้ 2) ความคิดเห็นทั่วไปเชิงนามธรรม เกี่ยวกับสถานการณ์ กิจการ หรือวัตถุ และ 3) ความคิดเห็น ความเห็น หรือมโนภาพ”

DeCecco และ Crawford (1974: 288) กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน ซึ่งสิ่งเร้านั้นอาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคล”

Feldmad (1990: 259) กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ การจัดกลุ่มวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคลที่มีสมบัติคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจในสิ่งต่างๆ ได้ง่าย และมโนทัศน์จะทำให้เราจำแนกสิ่งใหม่ๆ ที่พบเห็นให้อยู่ในรูปที่เราสามารถเข้าใจตามพื้นฐานประสบการณ์ที่ผ่านมาได้”

Woolfolk (1995: 286) กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ กลุ่มประเภทของเหตุการณ์ ความคิด วัตถุ หรือบุคคล โดยใช้ลักษณะคล้ายคลึง”

สุวัฒน์ นิยมคำ (2517: 17) กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ แนวคิดหลักที่เรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยเกิดเป็นจินตภาพที่เกิดขึ้นในใจของเราต่อสิ่งนั้น ซึ่งเป็นคุณสมบัติ หรือลักษณะเฉพาะ ซึ่งแต่ละคนอาจสร้างมโนทัศน์ของสิ่งเดียวกันได้แตกต่างกัน”

ธีระชัย ปุณณโชติ (2537: 41) กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วนำคุณลักษณะต่างๆ ของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นความคิดโดยสรุป”

สุจินต์ วิสวธีรานนท์ (2538: 88) กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ ความคิด ความเข้าใจ ของบุคคลที่เกี่ยวกับสิ่งของ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งทำให้บุคคลนั้นสามารถสรุปรวมลักษณะเหมือน หรือแยกแยะลักษณะที่แตกต่างเชิงคุณสมบัติของสิ่งของ หรือเหตุการณ์นั้นได้”

ปรีชา ธรรมมา (2543: 44) กล่าวว่า “มโนทัศน์ คือ ความรู้ ความเข้าใจ ความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งเร้าต่างๆ ที่มีลักษณะสำคัญร่วมกัน ตรงกับนิยามหรือหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยมนุษย์สามารถรับรู้และเข้าใจมโนทัศน์ได้ทั้งในความหมายแคบและในความหมายกว้าง”

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปความหมายของมโนทัศน์ได้ว่า มโนทัศน์ คือ สิ่งที่เป็นนามธรรมที่แสดงให้เห็นถึงความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใด สิ่งหนึ่งของบุคคล ซึ่งสิ่งนั้นอาจเป็นวัตถุ เหตุการณ์ การกระทำ หรือความคิด โดยเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ แล้วใช้ลักษณะร่วม หรือลักษณะเฉพาะของสิ่งๆ นั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่งๆ นั้น เพื่อจัดจำแนกออกเป็นกลุ่ม เป็นประเภท ทั้งนี้มโนทัศน์ในสิ่งใดสิ่งหนึ่งของบุคคลใดๆ อาจเหมือนหรือแตกต่างกัน ตามแต่ประสบการณ์ และวิถีชีวิตของแต่ละบุคคล

2.2 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Klopfer (1971) กล่าวว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่เป็นนามธรรมอันเป็นผลที่ได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ หรือความสัมพันธ์ต่างๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พบว่า มโนทัศน์นั้นมีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ”

Sund และ Trowbridge (1973: 17-18) กล่าวว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่เป็นนามธรรมที่เกิดขึ้นจากการใช้ประสาทสัมผัสศึกษา สังกตวัตถุที่เป็นรูปธรรม (Concrete Objects) เช่น เซลล์ หรือเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ เช่น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นต้น”

Jacobson และ Bergman (1999: 120, 130) กล่าวว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทางธรรมชาติ สามารถพัฒนาผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย โดยเด็กจะพัฒนามโนทัศน์เมื่อเขาเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่เขาสำรวจตรวจสอบ ปฏิบัติการทดลอง และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ และเชื่อมโยงสัมพันธ์ความเข้าใจนี้ไปยังประสบการณ์เดิมที่มีอยู่”

ปรีชา วงศ์ศิริ (2531: 50) กล่าวว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือสถานการณ์ต่างๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล”

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัว ซึ่งอาจเป็นวัตถุ หรือสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งเกิดจากการสังเกต หรือศึกษาสำรวจ แล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ความเข้าใจในข้อเท็จจริงของแต่ละวัตถุ หรือสถานการณ์เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

มโนทัศน์ทางธรณีวิทยา

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ (2526: 1) กล่าวว่า “มโนทัศน์ทางธรณีวิทยา เป็นความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับโลกที่ว่าด้วย แร่ หิน กระบวนการต่างๆทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสัณฐานของแผ่นดิน โครงสร้าง และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น แผ่นดินไหว และการระเบิดของภูเขาไฟ”

2.3 ประเภทของมโนทัศน์

นักวิชาการและนักการศึกษา ได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ไว้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

Gagne (1970; cited in Nitko, 2007: 210-202) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (Concrete Concept) หมายถึง กลุ่มหรือสมาชิกภายในกลุ่มที่มีลักษณะทางกายภาพที่สัมผัสได้โดยใช้ประสาทสัมผัสที่คล้ายคลึงกันตั้งแต่หนึ่งลักษณะหรือมากกว่า
2. มโนทัศน์เชิงคำอธิบาย (Defined Concept) หมายถึง กลุ่มหรือสมาชิกภายในกลุ่มที่สามารถกำหนดนิยามหรือคำจำกัดความ โดยใช้ลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งลักษณะเหล่านี้ไม่สามารถสัมผัสได้โดยใช้ประสาทสัมผัส และมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์อื่นๆ บางครั้งจึงเรียกว่า มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (Relation Concept)

Gibson (1980: 276) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (Concrete Concepts) หมายถึง ความคิดที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่กลุ่มของวัตถุที่สามารถสังเกตได้ อาทิ บ้าน หนังสือ หรือคุณภาพของวัตถุ เช่น สี ขนาด
2. มโนทัศน์เชิงนามธรรม (Abstract Concepts) หมายถึง ความคิดที่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปสู่วัตถุที่สังเกตได้ หรือคุณภาพของวัตถุได้โดยตรง

Smith และ Ragan (2005: 80) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (Concrete Concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่จำแนกจากลักษณะทางกายภาพของสิ่งนั้นด้วยตนเอง ไม่ว่าจะเป็นทางการมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส หรือการได้กลิ่น
2. มโนทัศน์เชิงนิยาม (Defined Concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่จำแนกจากสิ่งที่ตรงกับคำนิยาม หรือลักษณะเฉพาะของสิ่งที่มีคนรู้อาก่อน เช่น คำว่า ประชาธิปไตย อนาธิปไตย กรดเบส (นักเคมีให้คำนิยามเพื่อบอกระดับของค่า pH) เป็นต้น

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปประเภทของมโนทัศน์ได้ว่า มโนทัศน์สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม หมายถึง มโนทัศน์ที่สามารถสังเกตได้โดยใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งการสังเกตลักษณะของสิ่งนั้นโดยตรง สามารถนำไปสู่การจัดจำแนกโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของลักษณะสำคัญร่วมกันจนเกิดเป็นมโนทัศน์ เช่น สัตว์ปีก
2. มโนทัศน์เชิงนามธรรม หมายถึง มโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งจะแสดงในรูปของคำนิยาม หรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์อื่นๆ เช่น จิตการบูรณาการรูปแบบการเรียนการสอน เป็นต้น

1.4 ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ ได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

Romey (1968: 117) ได้จำแนกมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classification Concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบายลักษณะร่วม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุ หรือสถานการณ์นั้นๆ
2. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (Correlation Concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน เช่น แรงเป็นอำนาจที่ผลัก หรือดึงวัตถุให้เคลื่อนที่ได้
3. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (Theoretical Concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่อยู่นอกเหนือประสบการณ์ทางประสาทสัมผัสหรือข้อเท็จจริง แต่มีความสอดคล้องกับเหตุผลของมนุษย์ที่ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้อเท็จจริง เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้ในการทำนาย หรือพยากรณ์ต่างๆ เช่น สารอาหารไขมัน และคาร์โบไฮเดรตให้พลังงาน และให้ความอบอุ่นต่อร่างกาย ความร้อน 1 องศาเซลเซียส จะทำให้เพิ่มปริมาณพลังงาน 1 กิโลแคลอรี

Sund และ Trowbridge (1973: 17-18) ได้จำแนกมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (Concrete Concepts) เช่น เซลล์ แม่เหล็ก คอลลอยด์ เป็นต้น
2. มโนทัศน์เชิงกระบวนการพลวัต (Dynamic Process Concepts) เช่น ออสโมซิส ทฤษฎีพลังงานจลน์ของสสาร การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นต้น

Lawson (2000: 1,012) ได้จำแนกมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (Theoretical Concepts) หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงโดยใช้ประสาทสัมผัส โดยเฉพาะประสาทสัมผัสทางตา แต่สามารถรับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอขึ้นมา เช่น มโนทัศน์ของอะตอม โฟตอน อิเล็กตรอน ควาร์ก โมเลกุล และรวมไปถึงมโนทัศน์ของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของอะตอมหรือโมเลกุล เช่น การแพร่ ไกลโคไลซิส กระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน กระบวนการออกซิเดชัน
2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย (Descriptive Concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นโดยตรงจากการสังเกตวัตถุ หรือเหตุการณ์ใดๆ หลายๆ ครั้ง แล้วเชื่อมโยงสัมพันธ์ลักษณะร่วมที่สำคัญของวัตถุ

หรือเหตุการณ์นั้นๆ เข้าด้วยกันเกิดเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้นขึ้น เช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับเก้าอี้ โต๊ะ เฟอร์นิเจอร์ รถยนต์ เรือ การกิน การนอน การร้องไห้ รวมไปถึงมโนทัศน์เกี่ยวกับตำแหน่ง และ ขนาดของวัตถุ เช่น ข้างใต้ ถัดไป สั้นกว่า

ปรีชา วงศ์ศิริ (2525) ได้จำแนกมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classification Concept) หมายถึง คำอธิบาย หรือ คำชี้แจงสมบัติ ที่บอกลักษณะโดยรวม
2. มโนทัศน์ทางทฤษฎี (Theoretical Concept) หมายถึง ลักษณะบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานเป็นผลสนับสนุนว่าสิ่งนั้นมีอยู่แล้วสร้างเป็นความเข้าใจ
3. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlation Concept) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่าง เหตุและผล

วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531) ได้จำแนกมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับการแบ่งประเภท หมายถึง การกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่างๆ ไว้ เป็นพวกๆ หรือใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้นให้เข้าใจตรงกัน
2. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ หมายถึง การกำหนดความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ย่อย ที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งช่วยในการพยากรณ์ หรือคาดการณ์ล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้นได้
3. มโนทัศน์ทางทฤษฎี หมายถึง การกำหนดสิ่งที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่รู้ว่าสิ่งนั้นมีจริง เพราะมีหลักฐานสนับสนุน

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่ศึกษาจากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ได้เสนอไว้
2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการสังเกตด้วยประสาทสัมผัส และเชื่อมโยงลักษณะร่วมที่สำคัญ เกิดเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งนั้น
3. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ หมายถึง มโนทัศน์ที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ย่อยๆ หรือความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

1.5 กระบวนการสร้างมโนทัศน์

นักวิชาการและนักการศึกษา ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

Ausubel (1968: 517) กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ว่ามีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ 3 ประการ ดังนี้

1. โครงสร้างของความรู้ (Cognitive Structure) เป็นโครงสร้างที่อยู่ในสมอง จะมีการจัดลำดับมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่มีความกว้างสู่มโนทัศน์ที่แคบลง และมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น
2. กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า (Progressive Differentiation) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงสัมพันธ์กับความรู้เดิมจนเกิดความสัมพันธ์ใหม่ ดังนั้นจึงเกิดการเรียนรู้ที่ไม่มีที่สิ้นสุด เป็นการขยายความรู้เพิ่มขึ้นจนกลายเป็นการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้า โดยประกอบด้วยมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างอยู่ด้านบนของโครงสร้างความรู้ และมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงอยู่ด้านล่างมา กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้าจะเพิ่มขึ้น ถ้าผู้เรียนมีโอกาสอภิปรายร่วมกัน จะทำให้เห็นความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่เรียนได้ดี
3. การประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการ (Integrative Reconciliation) เป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์ระหว่างชุดของมโนทัศน์ ก่อให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนทัศน์ ซึ่งจะก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

Weil และ Joyce (1978: 30) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ ประกอบด้วยกิจกรรม 2 ขั้นตอน คือ

1. การสร้างประเภท (Category Formation) เป็นกิจกรรมแรกที่เกิดขึ้น โดยที่มนุษย์จะสร้างมโนทัศน์ของบางสิ่งก่อนที่จรรู้ว่ามโนทัศน์นั้นคืออะไร ซึ่งกิจกรรมในส่วนนี้เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้า แยกประเภทสิ่งต่างๆ เช่น การแบ่งสิ่งต่างๆ ออกเป็นกลุ่มๆ โดยใช้ลักษณะร่วมกันและต่างกันเป็นเกณฑ์ในการแบ่งถือเป็นการก่อรูปมโนทัศน์ขึ้นมา
2. การเกิดมโนทัศน์ (Concept Attainment) เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนบอกได้ว่า มโนทัศน์ของสิ่งนั้นๆ คืออะไร โดยใช้วิธีการยกตัวอย่าง และบอกสมบัติพื้นฐานและสมบัติเฉพาะของมโนทัศน์นั้นได้ ซึ่งตัวอย่างที่ผู้เรียนยกมาประกอบนี้ต้องเป็นตัวอย่างที่สร้างขึ้นใหม่ ไม่ได้ยกตามบทเรียน จึงเกิดมโนทัศน์ขึ้นมา

Lapp et al. (1975: 178) ได้เสนอกระบวนการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุหรือเขียนรายการ (Enumeration or Listing) เป็นขั้นที่ทำให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยใช้คำถามว่าสังเกตเห็นอะไร ได้ยินอะไรบ้าง
2. การจัดกลุ่ม (Grouping) เป็นขั้นที่มีการระบุลักษณะทั่วไป โดยใช้คำถามว่าอะไรจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน
3. ติดป้าย หรือจัดประเภท (Labeling or Categorizing) เป็นขั้นที่ทำให้นักเรียนเห็นการจำแนกลำดับของสิ่งที่ศึกษาว่าสิ่งใดเป็นหลักสำคัญ และสิ่งใดรองลงมา โดยใช้คำถามว่า เราจะเรียกกลุ่มนี้ว่าอย่างไร อะไรที่เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งนี้ (What belongs under what?)

Arends (1998: 299) ได้เสนอกระบวนการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียน ดังนี้

1. นำเสนอตัวอย่างสิ่งที่เป็นมโนทัศน์และสิ่งที่ไม่ใช่ โดยตัวอย่างที่ดีจะต้องชัดเจน สามารถบอกได้ว่าอะไรใช่ตัวอย่าง หรือไม่ใช่ตัวอย่าง
2. กระตุ้นให้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติของมโนทัศน์นั้น และให้เหตุผลในการคาดเดานั้น โดยครูจะคอยถามคำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนคิดได้ตรงจุดที่ต้องการ และให้นักเรียนเปรียบเทียบคุณสมบัติของตัวอย่าง และไม่ใช่ตัวอย่าง
3. เมื่อนักเรียนเริ่มมองเห็นมโนทัศน์ ให้เขียนชื่อมโนทัศน์นั้นพร้อมรายละเอียดกระบวนการที่ใช้ระบุสิ่งนั้น ก่อนเรียนนักเรียนอาจจะเดา แต่ครูจำเป็นต้องนำเสนอสิ่งที่เป็นตัวอย่าง และไม่เป็นตัวอย่าง จนกระทั่งนักเรียนจำแนกได้อย่างชัดเจน และรู้ว่ามโนทัศน์นั้นคืออะไร ชื่อว่าอะไร
4. ครูตรวจสอบมโนทัศน์ที่นักเรียนได้ โดยเพิ่มตัวอย่างที่ใช้และไม่ใช้ แล้วถามนักเรียนต่อว่าเพราะเหตุใดสิ่งนั้นจึงใช่หรือไม่ใช่ตัวอย่างและให้นักเรียนลองยกตัวอย่างสิ่งที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างด้วยตนเอง

สวัตน์ นิยมคำ (2517: 17) กล่าวถึงการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้ เมื่อพบข้อมูลชุดใดชุดหนึ่งหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ต้องสามารถหามโนทัศน์ของสิ่งนั้นได้ ซึ่งต้องมองหาในรูปแบบอย่างใดอย่างหนึ่งใน 3 อย่าง คือ

1. มองให้เห็นสมบัติร่วมของข้อมูลหรือปรากฏการณ์
2. มองให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือปรากฏการณ์
3. มองให้เห็นแนวโน้มของข้อมูลหรือปรากฏการณ์

เมื่อสามารถมองเห็นรูปแบบอย่างใดอย่างหนึ่งใน 3 อย่าง ของข้อมูลหรือปรากฏการณ์ จะสามารถรับมโนทัศน์ของสิ่งนั้นได้

ชัยพร วิชาวุธ (2519: 6) กล่าวถึง 4 ขั้นตอนของการเกิดมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. ผู้เรียนได้มีประสบการณ์โดยใช้ทักษะการสังเกต
2. ผู้เรียนเปรียบเทียบรายละเอียดจากผลการสังเกต
3. ผู้เรียนตั้งสมมติฐานว่ามโนทัศน์คืออะไร
4. ผู้เรียนทดสอบสมมติฐาน ถ้าถูกต้องก็คงสมมติฐานไว้ แต่ถ้าผิดก็กลับไปสังเกต และตั้งสมมติฐานใหม่ จนสามารถทดสอบสมมติฐานได้ถูกต้อง

ประสาร ทิพย์ธารา (2521: 157) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. Sensation คือ กระบวนการที่บุคคลได้รับสัมผัสกับสิ่งเร้า
2. Perception คือ ประสาทสัมผัสจะตีความหมายสิ่งเร้าที่สัมผัสโดยอาศัยประสบการณ์ หรือความรู้เดิม
3. Memory คือ การเก็บความเข้าใจที่ได้จาก Perception
4. Generalization คือ การจัดระเบียบความคิดให้เป็นหมวดหมู่ ตลอดจนแยกแยะให้เห็นความแตกต่างของสิ่งเร้า เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 18) กล่าวถึงการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้ การสร้างมโนทัศน์เริ่มจากการสัมผัสรับรู้ปรากฏการณ์ต่างๆ และเมื่อได้รับรู้จากสิ่งที่มีลักษณะร่วมกันมีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นหลายๆ ครั้ง จะสามารถสรุปรวมกันเป็นมโนทัศน์ ในการสร้างมโนทัศน์จะต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านผู้เรียน ได้แก่

1. ความพร้อมของผู้เรียนทั้งทางกาย ใจ และสติปัญญา
2. ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนอันเป็นพื้นฐานในการเกิดมโนทัศน์ในระดับต่อไป
3. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นแรงกระตุ้นที่จะช่วยเสริมสร้างมโนทัศน์ของผู้เรียน ซึ่งอาจเกิดจากตัวนักเรียนเอง หรือการเสริมแรงทางจิตวิทยาาก็ได้

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปกระบวนการสร้างมโนทัศน์ได้ว่า กระบวนการสร้างมโนทัศน์ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. การสร้างประเภท เป็นขั้นที่ทำให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ส่งผลให้นักเรียนเกิดการแบ่งสิ่งต่างๆ ที่เห็นออกเป็นกลุ่ม โดยใช้ลักษณะร่วมกันและต่างกันเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ซึ่งถือเป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนก่อรูปรูปมโนทัศน์ขึ้นมา
2. การเกิดมโนทัศน์ เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถยกตัวอย่าง หรือบอกสมบัติพื้นฐานและสมบัติเฉพาะของมโนทัศน์นั้นได้ด้วยตนเอง

1.6 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สามารถประเมินจากพฤติกรรมบ่งชี้ของผู้เรียน ในด้านความจำและความเข้าใจโดยสรุป มีนักการศึกษาได้ให้แนวทางในการวัดมโนทัศน์ไว้ สรุปได้ดังนี้

Jenkin และ Deno (1971 cited in Nitko, 2007: 205) ได้เสนอแนวทางวัดมโนทัศน์ไว้ 4 วิธี ดังนี้

1. กำหนดให้นักเรียนเขียนคำนิยาม (Definition) ของมโนทัศน์
2. กำหนดให้นักเรียนยกตัวอย่างของมโนทัศน์
3. กำหนดให้นักเรียนจำแนกว่าสิ่งใดเป็นตัวอย่าง และสิ่งใดไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์
4. กำหนดให้นักเรียนวิเคราะห์คำนิยามของมโนทัศน์เพื่อระบุองค์ประกอบและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์

Jacobsen et al. (1985: 280) ได้เสนอแนวทางพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ สรุปได้ดังนี้

1. ให้นักเรียนเขียนความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ โดยใช้แบบวัดแบบอัตนัย
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่อธิบายความหมายของคำศัพท์ที่กำหนดให้ โดยใช้แบบวัดแบบเลือกตอบ
3. ให้นักเรียนเลือกวงกลม หรือขีดเส้นใต้สิ่งที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยใช้แบบวัดแบบเลือกตอบ
4. ให้นำคำศัพท์เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ เช่น ให้นำคำว่า Rock ซึ่งเป็นคำนามมาแต่งเป็นประโยค โดยใช้แบบวัดแบบอัตนัย

Cruickshank et al. (1995: 308-312) ได้จำแนกแบบวัดมโนทัศน์ไว้ 2 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. แบบวัดที่สร้างการตอบสนองเอง (Created Response Items) ได้แก่ แบบอัตนัยซึ่งต้องการให้นักเรียนเรียบเรียงคำตอบด้วยคำของตนเองมากกว่าการเลือกคำตอบที่เหมาะสมจากที่กำหนดให้ ซึ่งการเขียนตอบจะแสดงออกถึงระดับสติปัญญา (Cognitive Level) องค์ความรู้ที่มี และมโนทัศน์ของนักเรียนได้
2. แบบวัดที่ตอบสนองจากสิ่งที่กำหนดให้ (Selected Response Items) ได้แก่ แบบเลือกตอบแบบจับคู่ แบบถูก-ผิด ในส่วนของแบบเลือกตอบจะสามารถประเมินการเรียนรู้ลงในขอบเขตเนื้อหา และระดับสติปัญญาได้กว้างกว่า เนื่องจากใช้เวลาในการทำแบบวัดน้อย และครูประเมินผลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถนำไปใช้วัดมโนทัศน์ได้

Odum และ Kelly (2001: 616-635) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาแบบวัดแบบโน้ตัมทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาโน้ตัมที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากการทำแบบวัดแบบเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกคำตอบ
2. สร้างแบบวัดแบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน (Two-Tier Multiple Choice Format) ได้แก่
 - ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก
 - ตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 มี 4 เหตุผลสนับสนุน
3. นำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

Cem, Caren และ Omer (2003, 134-135) ได้สร้างแบบวัดแบบโน้ตัมทางชีววิทยา ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 2 ตอน (Two-tier multiple-choice format) ได้แก่

- ตอนที่หนึ่ง เป็นข้อคำถามเพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหา (Content Knowledge) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวเลือก 3-4 ตัวเลือก
- ตอนที่สอง เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่หนึ่ง ซึ่งมี 4 เหตุผลสนับสนุน คือ 3 เหตุผลสนับสนุนแรก เป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) ของนักเรียน และเหตุผลสนับสนุนที่ 4 เป็นเหตุผลที่ถูกต้อง

Esen และ Omer (2005, 322) ได้สร้างแบบวัดแบบโน้ตัมทางวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นการแก้ปัญหา (Solution Concept Test) ซึ่งแบบวัดแบบโน้ตัมเป็นคำถามแบบหลายตัวเลือก (Multiple Choice Question) โดยคำถามได้กำหนดสถานการณ์มาให้ เพื่อให้ผู้ตอบเลือกตัวเลือกที่เป็นวิธีแก้ปัญหา หรือทำนายแนวคิดในการแก้โจทย์ปัญหาจากสถานการณ์

Bayram (2007, 380-381) ได้สร้างแบบวัดแบบโน้ตัมทางเคมี ซึ่งแบบวัดแบบโน้ตัมเป็นข้อสอบแบบหลายตัวเลือก จำนวน 5 ตัวเลือก ข้อสอบประกอบไปด้วยคำถาม 3 ประเภท ได้แก่

1. คำถามประเภทการแก้โจทย์ปัญหาจากการคำนวณ
2. คำถามประเภทถามความรู้ ความเข้าใจ
3. คำถามประเภทความเข้าใจในการใช้แผนผัง

โดยข้อสอบแต่ละข้อจะกำหนดสถานการณ์ หรือกราฟ หรือแผนภาพ เพื่อนำไปสู่ข้อคำตอบที่สะท้อนความเข้าใจของนักเรียน

Huseyin และ Sabri (2007, 70-71) ได้สร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ซึ่งแบบวัดมโนทัศน์ประกอบไปด้วย คำถามปลายเปิด และคำถามปลายปิด (Open-Ended Question) โดยคำถามปลายเปิด เป็นแบบให้ผู้ตอบตอบคำถามโดยให้อธิบายสั้นๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และคำถามปลายปิดเป็นแบบหลายตัวเลือก โดยให้ผู้ตอบเลือกตอบเพียง 1 ตัวเลือก และอธิบายคำตอบที่เลือก ลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ได้คำถาม

Nehm et al. (2008) ได้สร้างเครื่องมือวัดความเข้าใจมโนทัศน์ทางชีววิทยาของนักเรียนเรื่องการคัดเลือกทางธรรมชาติ (Natural Selection) โดยใช้แบบทดสอบปลายเปิด (Open-Response Test) และการใช้วิธีสอบสัมภาษณ์ (Oral Interview)

Didem และ Necdet (2009, 232-233) ได้สร้างเครื่องมือวัดความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง พันธุกรรม (Genetics) ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 2 ตอน (Two-Tier Tests) คือ

ตอนที่หนึ่ง เป็นข้อคำถาม เพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหา (Content Knowledge) ซึ่งประกอบไปด้วยตัวเลือก 3 ตัวเลือก

ตอนที่สอง เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่หนึ่ง ซึ่งมี 5 เหตุผลสนับสนุนที่เป็นไปได้

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา สามารถจำแนกได้ 3 วิธี สรุปได้ดังนี้

1. การใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัย ชนิดตอบสั้นและตอบยาว

2. การใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัย จำแนกได้ 3 ประเภท ดังนี้

- 1) แบบวัดมโนทัศน์ปรนัยตอนเดียว (One-Tier Multiple Choice Format) 4 ตัวเลือก

- 2) แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยสองตอน (Two-Tier Multiple Choice Format) โดยตอนที่หนึ่งเป็นคำถามเชิงเนื้อหา (Content Question) และตอนที่สองเป็นเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือก (Alternative Reason)

- 3) แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยสองตอน (Two-Tier Multiple Choice Format) โดยตอนที่หนึ่งเป็นคำถามเชิงเนื้อหา (Content Question) และตอนที่สองเป็นการเขียนเหตุผลสนับสนุน

3. การใช้วิธีสอบสัมภาษณ์ (Oral Interview)

3. ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

3.1 ความหมายของแบบจำลอง และแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

แบบจำลอง (Model) ตรงกับคำภาษาไทยว่า โมเดล แบบจำลอง หุ่นจำลอง มีนักวิชาการ และนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่าแบบจำลองไว้ สรุปได้ดังนี้

McClusky (1955: 63) กล่าวว่า “แบบจำลอง คือ เป็นวัตถุที่ถูกย่อส่วนมาจากของจริงต่างๆ เช่น อาคาร เครื่องยนต์ หัวใจ สมอ ปอด ต้นไม้ สัตว์ หรือธรรมชาติ

Good (1959: 350) กล่าวว่า “แบบจำลอง คือ สิ่งที่มีรูปทรงสามมิติ และสิ่งที่แสดงกระบวนการ”

English และ English (1965, 326 cited in เสรี ชัดแจ้ง, 2545) กล่าวว่า “แบบจำลอง คือ 1) วัตถุที่เลียนแบบของจริง 2) ตัวแบบที่เป็นตัวอย่าง 3) การดำเนินงานที่แสดงความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ ในระบบ และ 4) การอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปของระบบสัญลักษณ์”

Wittich และ Schuller (1968: 173) กล่าวว่า “แบบจำลอง คือ วัตถุที่แทนของจริง”

Dale Edgar (1969: 215) กล่าวว่า “แบบจำลอง คือ วัสดุจำลองเป็นสิ่งที่เลียนแบบของจริง ซึ่งอาจจะมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือเล็กลงก็ได้”

Steiner (1988) กล่าวว่า “แบบจำลอง คือ สิ่งของสิ่งหนึ่งที่คล้ายคลึงกับสิ่งของอีกสิ่งหนึ่ง”

Frigg และ Hartmann (2006: online) กล่าวว่า “แบบจำลอง คือ สิ่งที่เป็นวัตถุ (Physical Objects) วัตถุที่ประดิษฐ์ขึ้น โครงสร้างของทฤษฎี ภาพร่าง สมดุลสมการ หรือการผสมผสานกัน”

National Science Education Standard (cited in Baumann et al., 2007: 4) กล่าวว่า “แบบจำลอง คือ ร่างแบบแผน หรือโครงสร้างซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุจริง เหตุการณ์ หรือเหตุการณ์ ในชั้นเรียน มีประสิทธิภาพในการอธิบายปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน ยากแก่การเข้าใจ”

เกื้อกูล คุปรัตน์ และคณะ (2518: 190-191) กล่าวว่า “แบบจำลอง คือ วัสดุสามมิติชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะเหมือนของจริง หรือเลียนแบบของจริง โดยเก็บลักษณะสำคัญของของจริงเอาไว้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์คล้ายของจริงมากยิ่งขึ้น”

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2528: 228-229) กล่าวว่า “แบบจำลอง คือ วัสดุสามมิติที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อเลียนแบบของจริง”

สาคร คันธโชติ (2546: 2) กล่าวว่า “แบบจำลอง คือ สิ่งที่เป็นตัวแทนของวัตถุ หรือสิ่งก่อสร้าง หรือผลิตภัณฑ์ หรืออื่นๆ ที่แสดงให้เห็นถึงสัดส่วน รูปร่างรูปทรง รายละเอียดต่างๆ ไม่ว่า ส่วนโค้ง ส่วนเว้า ความกว้าง ความยาว ระดับของแนวพื้น และแสดงความสูงต่ำของโครงสร้างในลักษณะ สามมิติตามความเป็นจริง เพื่อใช้ประกอบในการแสดงงานให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้เข้าใจ”

ทิสนา แยมมณี (2550: 220) กล่าวว่า “แบบจำลอง คือ รูปธรรมของความคิด ซึ่งบุคคล แสดงออกมาในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น เป็นคำอธิบาย เป็นแผนผัง ไคอะแกรม หรือ แผนภาพ เพื่อช่วยให้ตนเองและบุคคลอื่นสามารถเข้าใจได้ชัดเจนขึ้น”

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปความหมายของแบบจำลองได้ว่า แบบจำลอง คือ สิ่งที่เป็น ตัวอย่าง หรือสิ่งที่เป็นวัตถุที่เลียนแบบของจริงที่อาจจะมีความใหญ่ขึ้นหรือมีขนาดเล็กลงก็ได้ ใช้ในการอธิบายกระบวนการ สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เลียนแบบของจริง เพื่อให้บุคคลอื่นสามารถเข้าใจได้ชัดเจนขึ้น

ความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ หรือ Scientific Model มีนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

National Center for Mathematics and Science (2002: online) กล่าวว่า “แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ แนวคิด หรือการสร้างแนวคิดที่ใช้ในการอธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น”

Teacher Support Material (2010: online) กล่าวว่า “แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ สื่อชนิดหนึ่งที่ใช้ในการนำเสนอโมเดล หรือใช้ในการอธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่มีกระบวนการที่ซับซ้อน”

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปความหมายของแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ว่า แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ คือ สื่อชนิดหนึ่งที่ถูกสร้างขึ้นมาจากแนวคิด เพื่อใช้ในการอธิบายความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีกระบวนการที่ซับซ้อน และใช้ในการอธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

3.2 ประเภทของแบบจำลอง

Kaplan (1964 cited in ทิศนา แจมณี, 2548: 220-221) ได้จำแนกประเภทของแบบจำลองออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. แบบจำลองเชิงเปรียบเทียบ (Analogue Model) หมายถึง ความคิดที่แสดงออกในลักษณะของการเปรียบเทียบสิ่งต่างๆ อย่างน้อย 2 สิ่งขึ้นไป แบบจำลองลักษณะนี้ใช้กันมากทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ สังคมศาสตร์ และพฤติกรรมศาสตร์
2. แบบจำลองเชิงภาษา (Semantic Model) หมายถึง ความคิดที่แสดงออกผ่านทางการใช้ภาษา (พูดและเขียน) แบบจำลองลักษณะนี้ใช้กันมากทางด้านศึกษาศาสตร์
3. แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) หมายถึง ความคิดที่แสดงออกผ่านทางสูตรคณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนมากจะเกิดขึ้นหลังจากได้แบบจำลองเชิงภาษาแล้ว
4. แบบจำลองเชิงแผนผัง (Schematic Model) หมายถึง ความคิดที่แสดงออกผ่านทางแผนผัง แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ
5. แบบจำลองเชิงสาเหตุ (Causal Model) หมายถึง ความคิดที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรต่างๆ ของสภาพการณ์ / ปัญหาใดๆ แบบจำลองด้านศึกษาศาสตร์ มักจะเป็นแบบนี้เป็นส่วนใหญ่

สมพงษ์ ศิริเจริญ และคณะ (2505: 93-103) ได้จำแนกประเภทของแบบจำลองออกเป็น 7 ประเภท ดังนี้

1. แบบจำลองประเภทภายนอก (Solid Model) หมายถึง แบบจำลองที่แสดงรูปร่าง หรือ ทรวดทรงภายนอกเท่านั้น เพื่อให้ได้ความเข้าใจโดยทั่วไป รายละเอียดต่างๆ ที่ไม่จำเป็นก็ตัดทิ้ง แบบจำลองประเภทนี้ให้ความใส่ใจมากในเรื่องน้ำหนัก ขนาด สี หรือพื้นผิวลวดลาย มาตรฐานอาจจะใช้ผิดไปจากของจริงได้

2. แบบจำลองเท่าของจริง (Exact Model) หมายถึง แบบจำลองที่แสดงขนาด รูปร่าง รายละเอียดทุกอย่างเท่าของจริงทุกประการ แบบจำลองประเภทนี้มักใช้แทนของจริงที่หายาก หรือราคาแพง หรือเสียหายง่าย แดง่าย แต่มีความจำเป็นที่จะต้องให้นักเรียนเข้าใจรายละเอียดทุกอย่าง ให้เข้าใจว่าของจริงเป็นอย่างไร เช่น แบบจำลองของสมองมนุษย์

3. แบบจำลองแบบขยายหรือแบบย่อ (Enlarged or Reduced Model) หรือเรียกอีกชื่อว่าแบบจำลองแบบมาตราส่วน หมายถึง แบบจำลองที่แสดงโดยย่อ หรือขยายให้เล็ก หรือใหญ่ มีสัดส่วนเท่าของจริงทุกส่วน แบบจำลองประเภทนี้เป็นประโยชน์ในการที่จะให้นักเรียนได้เข้าใจรายละเอียดได้ดียิ่งขึ้น เช่น แบบจำลองของหู แบบจำลองตา

4. แบบจำลองแบบผ่าซีก (Cut-Away Model) หมายถึง แบบจำลองที่แสดงให้เห็นภายใน โดยตัดพื้นผิวบางส่วนออกให้เห็น ส่วนมากมักแสดงลักษณะภายในให้เห็นว่าส่วนต่างๆ ประกอบกันอย่างไร จึงเกิดเป็นสิ่งที่นั่นขึ้น เช่น แบบจำลองที่ตัดให้เห็นส่วนต่างๆ ภายในฟัน

5. แบบจำลองแบบแยกส่วน (Building-Up Model) หมายถึง แบบจำลองที่แสดงให้เห็นถึงส่วนหนึ่ง หรือทั้งหมดของสิ่งนั้น แต่ภายในสิ่งนั้นประกอบด้วยส่วนย่อยๆ สามารถจะถอดออกเป็นส่วนๆ และประกอบกันได้ แบบจำลองประเภทนี้ช่วยให้เข้าใจหน้าที่และความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ เช่น แบบจำลองแสดงปริมาตร แบบจำลองแสดงอวัยวะภายในของร่างกายมนุษย์ แบบจำลองของหัวใจ

6. แบบจำลองแบบเคลื่อนไหวทำงานได้ (Working Model) หมายถึง แบบจำลองที่แสดงให้เห็นถึงส่วนที่เคลื่อนไหว ทำงานของวัตถุหรือเครื่องจักร หรือเครื่องใช้ ส่วนสำคัญภายนอกยังคงไว้ แบบจำลองประเภทนี้เป็นประโยชน์ในการสาธิตการทำงานหรือหน้าที่ของสิ่งนั้น เช่น แบบจำลองสาธิตการลากรถโดยใช้พื้นเอียง (Inclined Plane)

7. แบบจำลองล้อแบบ (Mock-Ups) หมายถึง แบบจำลองที่แสดงให้เห็นส่วนที่สำคัญ โดยจะตัดส่วนไม่สำคัญออก หรือเป็นแบบจำลองปฏิบัติงานได้ แบบจำลองประเภทนี้มักมีขนาดเท่ากับของจริงที่ออกแบบไว้ให้เหมาะสมแก่การฝึกหัด หรือการวิเคราะห์ เช่น ระบบการทำงานของไฟฟ้าในเครื่องบิน ห้องฝึกหัดขับรถยนต์ ระบบการจราจร เป็นต้น แบบจำลองประเภทนี้ช่วยทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าเหมือนกับได้อยู่ในประสบการณ์ที่เป็นจริง เป็นเครื่องช่วยรวมความตั้งใจ ความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจบทเรียนได้โดยชัดเจนมากที่สุด

เกื้อกูล คุปรัตน์ และคณะ (2518: 190-191) ได้แบ่งประเภทของแบบจำลองออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1. แบบจำลองประเภทภายนอก (Solid Model) หมายถึง แบบจำลองที่มีลักษณะเหมือนจริง โดยเน้นในเรื่องสี ลักษณะต่างๆ แต่ส่วนขนาดนั้นอาจจะผิดไปจากของจริงบ้าง โดยมีลักษณะใหญ่ ขึ้นหรือเล็กลง หรือเท่ากับของจริงก็ได้ แบบจำลองประเภทนี้แบ่งเป็นประเภทย่อยๆ ได้ 3 ประเภท คือ

1.1 แบบจำลองเท่าของจริง (Exact Model) หมายถึง แบบจำลองที่มีขนาดเท่าของจริงทุกประการ แบบจำลองประเภทนี้ใช้แทนของจริงที่หาได้ยาก หรือมีราคาแพง หรือแตกหักง่าย หรือเก็บไว้สภาพนั้นได้ยาก เช่น แบบจำลองของมณฑลสมอ เพชร

1.2 แบบจำลองขยายแบบ (Enlarged Model) หมายถึง แบบจำลองที่มีขนาดใหญ่กว่าของจริง แต่คงรูปร่างและสัดส่วนเอาไว้ ทั้งนี้เนื่องจากของจริงมีขนาดเล็กมากไม่เหมาะกับการนำมาประกอบการสอน ได้แก่ แบบจำลองของขลุ่ย แผลง รังมด

1.3 แบบจำลองย่อแบบ (Reduced Model) หมายถึง แบบจำลองที่ของจริงมีขนาดใหญ่มากจนกระทั่งไม่สามารถนำมาใช้สอนได้ มีความจำเป็นต้องย่อส่วนให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้เหมาะสมกับขนาดของห้องเรียน ได้แก่ แบบจำลองของเขื่อนกันน้ำ กำแพงเมืองจีน ปิรามิดของอียิปต์ โบราณ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

2. แบบจำลองแสดงลักษณะภายใน หมายถึง แบบจำลองที่แสดงลักษณะโครงสร้างที่อยู่ภายในของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ยากต่อการมองเห็น และเข้าใจ เช่น อวัยวะภายในของคนและสัตว์ ส่วนต่างๆ ของตา เครื่องยนต์สันดาปภายใน แบบจำลองนี้แบ่งออกเป็นประเภทย่อยๆ ได้ 3 ประเภท คือ

2.1 แบบจำลองแบบผ่าซีก (Cut-Away) หมายถึง แบบจำลองที่แสดงให้เห็นภายใน โดยการตัดผิวพื้นบางส่วนออก ให้นมองเห็นลักษณะภายใน มีส่วนประกอบอย่างไร เช่น แบบจำลองภาพตัดขวางให้เห็นส่วนต่างๆ ภายในของฟัน ลักษณะของชั้นดิน ลักษณะภายในของเปลือกโลก

2.2 แบบจำลองแบบแยกส่วน (Build Up) หมายถึง แบบจำลองที่แสดงให้เห็นส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของสิ่งนั้น ภายในประกอบด้วยส่วนย่อยๆ สามารถถอดออกเป็นชิ้นๆ และประกอบกันได้ แบบจำลองประเภทนี้ช่วยให้เข้าใจถึงหน้าที่และความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ เช่น แบบจำลองแสดงอวัยวะภายในของร่างกายมนุษย์ หัวใจ สมอง ซึ่งสามารถแยกออกเป็นชิ้นส่วนให้เห็นลักษณะส่วนย่อยๆ ได้

3. แบบจำลองชนิดเลียนแบบของจริง (Mock Up) หมายถึง แบบจำลองที่เลียนแบบของจริง โดยเก็บเอาเฉพาะลักษณะสำคัญของของจริงเอาไว้ ส่วนที่ไม่ใช่ลักษณะสำคัญก็ตัดออกเสีย เช่น การแตกตัวของอะตอม โดยใช้กับดักอนุภาครีเจนกัน โดยเปรียบเทียบการลั่นของกับดักหนู ซึ่งเป็นปฏิกิริยาแบบลูกโซ่ ไปยังกับดักหนูอันอื่นต่อไป เหมือนกับการแตกตัวของอะตอมหรือการเกาะตัวของโมเลกุลภายในสารประกอบ

ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วเราไม่สามารถมองเห็นได้ อาจจะใช้ลูกปิงปองมาเชื่อมด้วยลวดแล้วสร้างเป็นโครงสร้างของโมเดลก็ได้

เสาวนีย์ สิกขามันฑิต (2528: 228-229) ได้จำแนกประเภทของแบบจำลองออกเป็น 7 ประเภท ดังนี้

1. แบบจำลองที่มีขนาดเท่าของจริง (Exact Model) หมายถึง แบบจำลองที่สร้างขึ้น มีขนาดเท่ากับของจริงทุกประการ
2. แบบจำลองที่มีขนาดย่อ หรือขยายจากของจริง (Enlarging Model) หมายถึง แบบจำลองที่ย่อหรือขยายให้เล็ก หรือใหญ่กว่าของจริง เช่น ลูกโลก หัวใจ ปอด
3. แบบจำลองแบบแบบผ่าซีก (Cut-Away Model) หมายถึง แบบจำลองที่แสดงให้เห็นลักษณะโครงสร้างภายใน เช่น ลักษณะภายในของเครื่องยนต์ดีเซล ลักษณะภายในของภูเขาไฟ
4. แบบจำลองแบบถอดชิ้นส่วน (Build-Up Model) หมายถึง แบบจำลองที่สามารถถอดชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ให้เห็นได้ เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับสอนโครงสร้างหรือส่วนประกอบต่างๆ
5. แบบจำลองแบบทำงานได้ (Working Model) หมายถึง แบบจำลองที่สามารถให้ทำงานได้ เช่น แบบจำลองที่แสดงการทำงานของเครื่องสูบน้ำ แบบจำลองที่แสดงการสูบลูกโลก
6. แบบจำลองแบบเลียนแบบของจริง (Mock-Up Model) หมายถึง แบบจำลองชนิดที่เอาของจริงมาจัดใหม่ บางครั้งตัดรายการที่ไม่สำคัญออกไป ซึ่งแบบจำลองประเภทนี้จะนำไปใช้ในการฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะได้
7. แบบจำลองแบบกล่องอเนกประสงค์ (Diorama Model) หมายถึง แบบจำลองที่จัดส่วนประกอบต่างๆ โดยอาศัยวัสดุสามมิติ และภาพวาดในสถานการณ์บางอย่าง เช่น แสดงการจัดสวนสาธารณะจำลอง

สาคร คันธโชติ (2546: 26-27) ได้จำแนกประเภทของแบบจำลองออกเป็น 4 ประเภท ตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

1. แบบจำลองสำหรับหารายละเอียดของรูปแบบ (Clay Studies) หมายถึง แบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยนักออกแบบ โดยขนาดสัดส่วนไม่จำกัดว่าจะใหญ่กว่า เล็กกว่า หรือทำเท่ากับขนาดของจริงก็ได้ ใช้ทดสอบหารายละเอียดของรูปแบบ เช่น หารายละเอียดเกี่ยวกับส่วนโค้ง ส่วนเว้า ขนาดเป็นต้น ซึ่งทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาในการร่างแบบ วัสดุที่ใช้ในการทำแบบจำลองอาจจะใช้ดินเหนียว ดินน้ำมัน ไม้ ปูนปลาสเตอร์ พลาสติก หรือวัสดุอื่นๆ ที่เห็นว่าเหมาะสมและสามารถทำงานได้สะดวกในการทำแบบจำลอง ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ขนาดมาตราส่วนก็ได้

2. แบบจำลองสำหรับทดสอบรูปร่างภายนอกของแบบ (Scale Models) หมายถึง แบบจำลองที่ทำขึ้นมีขนาดเล็กกว่าของจริง แต่ถ้าหากว่ารูปแบบมีขนาดเล็กอาจจะทำเท่ากับขนาดของจริง หรือใหญ่กว่าของจริงก็ได้ ในการทำแบบจำลองประเภทนี้ต้องทำให้มีขนาดสัดส่วนที่แน่นอน นักออกแบบจะทำแบบจำลองเองในระหว่างทำการร่างแบบ เพื่อหารูปร่างภายนอกได้ วัสดุที่ใช้ทำแบบจำลองอาจจะใช้วัสดุเหมือนกับการทำแบบจำลองหารายละเอียดของรูปแบบก็ได้

3. แบบจำลองขนาดเท่าของจริง (Mock Up) หมายถึง แบบจำลองที่มีขนาดเท่าของจริง ทำขึ้นเพื่อหาขนาดสัดส่วน และรูปร่างขั้นสุดท้าย หรือใช้แสดงประกอบกับแบบสุดท้าย โดยพยายามเลียนแบบรูปร่าง และสีสันทัดของจริงที่จะทำการสร้างหรือผลิตมากที่สุด วัสดุที่ใช้ในการทำแบบจำลองนี้จะใช้วัสดุอะไรก็ได้ที่เห็นว่าเหมาะสมในการสร้างได้ง่ายและสะดวก

4. แบบจำลองสำหรับการทดสอบ (Prototype) หมายถึง แบบจำลองที่มีการใช้วัสดุและขนาดสัดส่วนเหมือนของจริงทุกประการ ดังนั้นผู้สร้างต้องมีความชำนาญสูง เพราะต้องเป็นแบบจำลองที่สามารถใช้งานได้จริงตามแบบที่ได้ทำการออกแบบและเขียนแบบทุกประการ แบบจำลองประเภทนี้ทำขึ้นเพื่อหาจุดบกพร่องของแบบ และทำการแก้ไขปรับปรุงให้สมบูรณ์ก่อนที่จะทำการสร้างหรือผลิตจริง

ศาสตราจารย์ คันทโชติ (2546: 32-34) ได้แบ่งประเภทของแบบจำลองออกเป็น 7 ประเภท ตามลักษณะที่ใช้นำเสนอและแสดง ดังนี้

1. แบบจำลองแสดงรูปร่างภายนอก หมายถึง แบบที่แสดงรูปร่างภายนอกเท่านั้น เช่น แบบจำลองแมลง แบบจำลองคน แบบจำลองผลไม้ แบบจำลองรถยนต์ แบบจำลองเครื่องบิน แบบจำลองเครื่องบินคินเฟา แบบจำลองอาคารสำนักงาน

2. แบบจำลองเท่าของจริง หมายถึง แบบจำลองที่มีขนาดและรายละเอียดเท่าของจริงทุกประการ เช่น แบบจำลองไก่ แบบจำลองเก้าอี้ แบบจำลองโทรศัพท์มือถือ แบบจำลองหุ่นมนุษย์ แบบจำลองการสัฟฟีนก แบบจำลองรถยนต์

3. แบบจำลองแบบย่อหรือขยาย หมายถึง แบบจำลองที่ย่อหรือขยายแบบจากสัดส่วนเท่าของจริงทุกประการ เช่น การย่อหรือขยายสัดส่วนของมนุษย์ การย่อหรือขยายรูปหัวใจ การย่อหรือขยายงานเครื่องบิน

4. แบบจำลองแบบผ่าซีก หมายถึง แบบจำลองที่แสดงให้เห็นภาพ หรือรูปร่างภายใน โดยการกัดตัดพื้นผิวบางส่วนออก เช่น ผ่าผ่าผนังให้เห็นฉนวนกันความร้อน หรือท่อน้ำเครื่องยนต์ ผ่าซีกให้เห็นชิ้นส่วนภายใน ดันไม้ผ่าซีกเพื่อศึกษาลักษณะของเนื้อไม้ ฟันผ่าซีกเพื่อศึกษาลักษณะภายในอุปกรณ์แยกชิ้นส่วนเพื่อให้เห็นรายละเอียด

5. แบบจำลองแบบแยกส่วน หมายถึง แบบจำลองที่แสดงให้เห็นชิ้นส่วนบางส่วนหรือชิ้นส่วนของแบบทั้งหมดโดยแยกถอดประกอบได้ เช่น แบบจำลองส่วนประกอบของร่างกายมนุษย์ แบบจำลองเครื่องยนต์ ชิ้นส่วนประกอบของเรือ

6. แบบจำลองแบบเคลื่อนไหวทำงานได้ หมายถึง แบบจำลองที่แสดงให้เห็นส่วนที่เคลื่อนไหวในการทำงานของแบบนั้นๆ ได้ เช่น แบบจำลองเครื่องบินฝ้าย แบบจำลองเครื่องจักรไอน้ำ แบบจำลองการทำงานของกลไก แบบจำลองจักรเย็บผ้า

7. แบบจำลองเลียนแบบของจริง หมายถึง แบบจำลองที่สร้างเลียนแบบของจริง ซึ่งเป็นการสร้างแบบจำลองและแสดงส่วนประกอบต่างๆ เหมือนของจริง เช่น แบบจำลองรถยนต์ที่ใช้ขับอยู่กับที่ แบบจำลองเรือ แบบจำลองเครื่องบิน แบบจำลองรถจักรยาน

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปประเภทของแบบจำลองได้ว่า ประเภทของแบบจำลองสามารถจำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่

1. Physical Models หมายถึง แบบจำลองที่นำเสนอแบบ 3 มิติ เพื่อแสดงแนวคิดภายในให้ออกมาเป็นรูปธรรม โดยใช้วัสดุต่างๆ เช่น แบบจำลอง
2. Conceptual Models หมายถึง แบบจำลองที่นำเสนอแนวคิด ซึ่งสามารถแสดงปรากฏการณ์ความสัมพันธ์ของระบบได้หลายรูปแบบ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนผังกราฟ การพรรณนา เป็นต้น
3. Mathematic Models หมายถึง แบบจำลองที่ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ หลักตรรกะ ซึ่งแสดงโดยใช้สมการ

3.3 การสร้างแบบจำลอง

หลักการ และเทคนิคการใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างแบบจำลอง มีดังต่อไปนี้

หลักการสร้างแบบจำลอง

นิภา สุโชธนัง (2516: 90-94) ได้เสนอหลักการสร้างแบบจำลอง (Model Making) ดังนี้

1. รวบรวมวัสดุที่จะเป็นสิ่งอ้างอิง เช่น รูปภาพจากนิตยสาร แผนภูมิ และตำราหนังสือ คู่มือต่างๆ
2. ตัดสินใจใช้มาตรฐานที่ถูกต้องที่สุด ทุกสัดส่วนของแบบจำลองต้องเป็นสัดส่วนที่สัมพันธ์กับของจริง เช่น ถ้าจะขยายเป็น 4 เท่าของของจริง ก็ต้องขยายส่วนต่างๆ เป็น 4 เท่าหมดทุกส่วน
3. สิ่งที่ยังปฏิบัติในการสร้างแบบจำลองมี 5 ข้อ ดังนี้

1) ถ้าสัดส่วนของจริงสองอย่างไม่เหมือนกันทุกอย่างในการทำ เราควรพยายามทำให้ถูกต้องพอที่เด็กดูได้แล้วจะเข้าใจทันทีว่า มันคืออะไร

2) ถ้าใช้ภาพถ่ายเป็นแบบ ต้องระลึกถึงว่า รูปภาพนั้นจะมีด้านหนึ่งที่อยู่ลึบสายตาคิดไปจากของจริงเราต้องแก้ไข

3) ถ้าของนั้นเล็กหรือใหญ่เกินไป เราไม่สามารถจะวัดสัดส่วนของส่วนต่างๆ ให้ละเอียดได้ เราอาจใช้ภาพถ่ายแทนได้ เช่น แมลง หรือภูเขาไฟ เป็นต้น เราจำเป็นต้องใช้ภาพถ่าย หรือภาพเขียนเป็นแบบ

4) เขียนภาพให้ได้จริงๆ ในการเขียนรูปเราต้องมองวัตถุนั้นในรูปเรขาคณิต รายละเอียดที่ไม่จำเป็นก็ตัดทิ้งเสีย หลักการ Perspective ต้องนำมาใช้ด้วย

5) เลือกวัสดุที่ใช้สร้างแบบจำลองให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่กำหนด

เทคนิคการใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างแบบจำลอง

นิภา สุโขชนัง (2516: 94) ได้กล่าวถึงเทคนิคการใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างแบบจำลองว่า ควรเลือกตามความเหมาะสม เช่น ตามลักษณะการใช้งาน งบประมาณ ความชำนาญของผู้สร้าง โดยเทคนิคที่ใช้ในวัสดุแต่ละประเภท ได้แก่

1. กระดาษอ่อน อาจใช้พับเป็นรูปเรขาคณิตต่างๆ ได้ เช่น พับเป็นมุมต่างๆ หรือเป็นรูปทรงต่างๆ
2. กระดาษแข็ง อาจใช้เป็นส่วนหนึ่งของแบบจำลองที่ทำด้วยดินเหนียวได้ การพับกระดาษแข็งให้ดีขึ้นทำได้โดยใช้มีดกรีดเป็นร่องเสียก่อน ถ้าต้องการให้เคลื่อนไหวได้ ก็อาจจะเจาะและติดตาไก่ไว้เพื่อให้หมุนได้
3. ไม้ อาจใช้ประโยชน์ในการทำแบบจำลองหลายๆ แบบ การเลือกไม้ไม่ทำแบบจำลองนั้น ควรใช้ไม้เนื้ออ่อน เครื่องมือที่ใช้ควรจะมีหลายๆ ประเภท เช่น เลื่อยเจาะ เลื่อยตัด เลื่อยผ่า เลื่อยฉล
4. โลหะ อาจใช้ทำแบบจำลองบางอย่าง เช่น แบบจำลองเครื่องจักร เครื่องใช้ ซึ่งจะให้เห็นการเคลื่อนไหวแล้ว และเพื่อความคงทน ควรใช้โลหะ โลหะที่ใช้นั้นควรเป็นโลหะอ่อน เช่น ทองแดง ทองเหลือง หรืออลูมิเนียม แผ่นทองเหลืองอาจจะซื้อได้ตามร้านเครื่องยนต์ทั่วไป เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการทำแบบจำลองด้วยโลหะนั้น มักจะมีสิ่งต่อไปนี้ คือ คีมหนีบตัดตะปะ เจาะตะปะ เครื่องบัดกรี
5. ดินเหนียว อาจใช้ทำแบบจำลองได้หลายอย่าง เช่น รูปเรขาคณิต ที่อยู่อาศัยทางประวัติศาสตร์ อนุสาวรีย์ สัตว์ ดินเหนียวที่นิยมใช้กันมี 2 แบบ คือ

1) ดินเหนียวที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ในประเทศไทยมีอยู่มากมาย สามารถจะขุดมาเก็บแช่น้ำไว้ที่โรงเรียนได้ เมื่อปั้นเป็นรูปแล้วควรจะตากไว้ในร่ม เพื่อไม่ให้แตกกระแหง เมื่อแห้งแล้วจึงนำไปเผาไฟ การเผานั้นถ้าใช้ฟางข้าวเป็นดีที่สุด

2) ดินน้ำมัน เป็นดินเหนียวประคิษฐ์ มีขายตามร้านทั่วไปที่ขายเครื่องปั้น และเครื่องเขียน ถ้าจะให้ถาวรคงทนก็ทาเคลือบเคลือบ

6. ปูนปลาสเตอร์ ปูนปลาสเตอร์มีขายทั่วไปตามร้านเครื่องเขียนและเครื่องปั้น หรือหล่อแบบต่างๆ ปูนปลาสเตอร์ใช้ทำแบบจำลองชนิดผ่าซีกได้ดีที่สุด

1) การผสมปลาสเตอร์ ทำได้โดยโรยปลาสเตอร์ลงในน้ำที่ใส่ไว้ในภาชนะจนกระทั่งจมและลอยมาถึงระดับน้ำพอดี ปล่อยให้ทิ้งไว้สัก 5 นาที แล้วจึงคนให้ทั่ว

2) การหล่อทำได้ง่าย โดยเทปูนปลาสเตอร์ลงในแบบ ผนังของแบบต้องฉาบด้วยขี้ผึ้งพาราฟิน หรือน้ำมันมะพร้าวก็ได้ ปล่อยให้แห้งสนิท หรือสองวันก็จะแกะออก แล้วลงมือตกแต่งหรือวาดรูปลงบนปลาสเตอร์ การวาดรูปทำได้โดยใช้การลอกด้วยกระดาษคาร์บอน ตกแต่งส่วนต่างๆ จะเห็นส่วนต่างๆ แตกต่างกันก็ลงด้วยหมึกสี หรือสีน้ำมัน

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปการสร้างแบบจำลองได้เป็น 2 ประเด็น คือ 1) หลักการสร้างแบบจำลอง สรุปได้ว่า ก่อนการสร้างแบบจำลองควรทำการศึกษา รวบรวมวัสดุที่จะเป็นสิ่งอ้างอิง เช่น รูปภาพ แผนภูมิ เพื่อนำไปใช้เป็นตัวช่วยในการสร้างแบบจำลอง การกำหนดมาตรฐานของแบบจำลองต้องเป็นสัดส่วนที่สัมพันธ์กับของจริง 2) เทคนิคการใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างแบบจำลอง สรุปได้ว่าการเลือกวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างแบบจำลอง ควรเลือกใช้ตามความเหมาะสมของการนำไปใช้ประโยชน์ ตามลักษณะการใช้งาน ตามงบประมาณ และตามความชำนาญของผู้สร้างแบบจำลอง ตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ เช่น กระดาษอ่อน กระดาษแข็ง ไม้ โลหะ ดินเหนียว ปูนปลาสเตอร์

3.4 ลักษณะของแบบจำลองที่ดี

Wittich และ Charles (1957: 173-177) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบจำลองที่ดีไว้ ดังนี้

1. แบบจำลองเป็นวัสดุสามมิติ ซึ่งมีทั้งความกว้าง ความสูง ความลึก และความหนาใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด

2. แบบจำลองอาจมีขนาดเล็กกว่า หรือใหญ่กว่าของจริงก็ได้ เพื่อให้สังเกตเห็นได้ชัดเจน เช่น การใช้แบบจำลองลูกโลก ช่วยทำให้นักเรียนที่เรียนเกิดความเข้าใจได้โดยง่ายในระยะเวลาอันสั้น โดยปกติแล้วแบบจำลองควรมีขนาดใหญ่พอที่จะเห็นกันทั่วถึงทั้งห้องเรียน แต่ก็มีปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับการเก็บรักษา ดังนั้นเราจึงมักเห็นแบบจำลองในรูปลักษณะที่เล็กกว่าที่ควรจะเป็น

3. แบบจำลองทำให้เห็นลักษณะภายในของวัตถุที่เราไม่สามารถเห็นได้จากของจริง ตัวอย่างเช่น แบบจำลองของฟิสิกส์ภายใน เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องจักรไอน้ำ เครื่องยนต์ ยังเป็นแบบจำลองที่เคลื่อนไหวได้ และผ่าซีกแสดงให้เห็นภายใน ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจการทำงานของวัตถุนั้นๆ ได้มากยิ่งขึ้น

4. แบบจำลองคัดลอกสิ่งที่ไม่จำเป็นออก เพื่อไม่ให้เกิดความเข้าใจที่สับสนยุ่งเหยิง เช่น ส่วนย่อยๆ ของสายอากาศรับคลื่นจากระยะไกล วิทยุ หลอดทดลองต่างๆ ส่วนจำเป็นต่างๆ ของเครื่องยนต์ในรถยนต์ แต่ถ้าได้เห็นแบบจำลอง ทำให้แบบจำลองสำเร็จรูปมาอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย

5. แบบจำลองสามารถใช้สีและพื้นผิวแบบต่างๆ เพื่อช่วยให้เห็นส่วนสำคัญๆ ได้ ซึ่งสีช่วยเน้นให้เห็นส่วนที่สำคัญๆ ได้เด่นชัด และช่วยเพิ่มความเข้าใจหน้าที่ หรือการทำงานของวัตถุนั้น นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความสะอาดตา และดึงดูดความสนใจได้มากกว่า ทำให้ดูเหมือนจริง

6. แบบจำลองที่ดีนั้นต้องสามารถถอดส่วนประกอบออก หรือประกอบกันเข้าไปใหม่ได้ เห็นส่วนประกอบแต่ละชิ้นได้ชัดเจน เข้าใจการทำงานที่สัมพันธ์กันได้ดี

7. แบบจำลองควรจะผลิตขึ้นในชั้นเรียนได้ การให้นักเรียนสร้างแบบจำลองขึ้นในชั้นเรียน มีประโยชน์ต่อการสอนอย่างมาก ซึ่งไม่จำเป็นว่าจะต้องยุ่งยากและมีราคาแพง หลายชนิดอาจจะทำจากกระดาษ กระดาษอัด เศษไม้ ขวด เป็นต้น เช่น ภูเขาไฟระเบิดอาจสร้างด้วยปูนปลาสเตอร์ ใช้แอมโมเนียมไดคลอไรด์ผงเป็นเชื้อเพลิง เมื่อทำให้เกิดการลุกไหม้ จะค่อยๆ พ่นควันและเล็ดร่อนออกมาทีละน้อยๆ เป็นการทำให้ผู้เรียนได้เห็นกระบวนการที่สมบูรณ์ หรืออาจจะเป็นแบบจำลองของจรวดที่เคลื่อนที่ได้ เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน เครื่องวัดความเร็วลม

ลัดดา สุขปรีดี (2524: 69) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบจำลองที่ดีไว้ ดังนี้

1. เป็นวัสดุสามมิติที่ให้ความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง
2. มีขนาดไม่ใหญ่ หรือเล็กเกินไปที่จะไปศึกษาได้
3. ใช้สีเน้นในส่วนที่สำคัญๆ
4. แสดงส่วนประกอบที่สำคัญๆ ได้ถูกต้องตรงตามจุดมุ่งหมาย

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปลักษณะของแบบจำลองที่ดีข้างต้นสรุปได้ว่า แบบจำลองที่ดีควรมีทั้งความกว้าง ความสูง ความลึก และความหนาใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด และต้องสามารถถอดส่วนประกอบออก หรือประกอบกันเข้าไปใหม่ได้ เห็นส่วนประกอบแต่ละชิ้นได้ชัดเจน เข้าใจการทำงานที่สัมพันธ์กันได้ดี มีการใช้สีเน้นในส่วนที่สำคัญๆ และควรเป็นแบบจำลองที่สามารถผลิตขึ้นในชั้นเรียนได้

3.5 การใช้แบบจำลองในการเรียนการสอน

Sends (1956: 90-94) ได้กล่าวถึงการใช้แบบจำลองในการเรียนการสอนว่า ในชีวิตจริงๆ ของเด็กก็เล่นและชื่นชมในแบบจำลองอยู่แล้ว เช่น เล่นรถไฟจำลอง บ้านจำลอง ตุ๊กตา และปืนจำลอง แต่ถ้าเรานำแบบจำลองไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาต่างๆ ก็จะทำให้วิชานั้นดูมีชีวิตชีวา ยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเข้าใจเพิ่มขึ้น ตลอดจนประหยัดเวลาในการเรียนการสอนด้วย

ลัดดา สุขปริดี (2524: 69) ได้กล่าวถึงการใช้แบบจำลองในการเรียนการสอน ดังนี้

1. เลือกแบบจำลองที่ตรงตามจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนมากที่สุด
2. จะต้องแน่ใจว่านักเรียนทุกคนมองเห็นได้ทั่วถึง
3. ใช้แบบจำลองร่วมกับวัสดุอื่นๆ ด้วย เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น
4. ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องขนาดของแบบจำลองที่นำมาใช้ด้วยว่าย่อขนาด หรือขยายขนาดมาจากวัสดุของจริง เพื่อให้ นักเรียนมีความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง

เสาวนีย์ สิกขบัณฑิต (2528: 29) ได้กล่าวถึงการใช้แบบจำลองในการเรียนการสอน ดังนี้

1. ต้องแน่ใจว่าผู้เรียนทุกคนเห็น ถ้าใช้สอนผู้เรียนกลุ่มใหญ่ แบบจำลองนั้นต้องใหญ่พอที่ผู้เรียนทั้งชั้นจะเห็นได้อย่างชัดเจนพร้อมกัน
2. ต้องแน่ใจว่าผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องขนาด
3. ควรจะใช้วัสดุหรือสื่ออื่นประกอบด้วยถ้าเห็นว่าการแสดงด้วยแบบจำลองยังไม่ชัดเจนพอ
4. ย้ำเฉพาะส่วนที่ตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนเท่านั้น

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปการใช้แบบจำลองในการเรียนการสอนได้ว่า การใช้แบบจำลองในการเรียนการสอน ควรเลือกแบบจำลองที่ตรงตามจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนให้มากที่สุด ถ้าใช้สอนผู้เรียนกลุ่มใหญ่ ควรแน่ใจว่าแบบจำลองนั้นใหญ่พอที่ผู้เรียนทั้งชั้นจะเห็นได้อย่างชัดเจนพร้อมกัน และที่สำคัญควรชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่องขนาดของแบบจำลองที่นำมาใช้ด้วยว่ามีการย่อขนาดหรือขยายขนาดมาจากวัสดุของจริง เพื่อให้ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง

3.6 การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

Enger และ Yager (2001: 63, 67) ได้กล่าวถึงการประเมินโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ (Scoring rubrics) ว่าสามารถใช้ประเมินการปฏิบัติกิจกรรม เหตุการณ์ การพัฒนามโนทัศน์ของผู้เรียนได้ โดยการประเมินแบบจำลองสามารถใช้รูบริกส์ได้ แบ่งระดับคะแนนออกเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดีปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง รายการประเมินแบบจำลอง ประกอบด้วย 3 รายการ ดังนี้

1. การคิดอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ และแสดงแนวคิดอย่างสร้างสรรค์
2. การนำเสนอ ได้แก่ การใช้ภาษา ศิลปะ ความเข้าใจมโนทัศน์
3. การแสดงผลงาน ได้แก่ การแสดงออก การใช้เทคโนโลยี ศิลปะ

Lantz et al. (2004: 60) ได้สร้างแบบประเมินโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ (Scoring rubrics) แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ระดับ คือ ดี (Great) ใช้ได้ (O.K.) และควรปรับปรุง (Needs work) โดยให้นักเรียนและครูเป็นผู้ประเมิน รายการประเมินประกอบด้วย 4 รายการ ดังนี้

1. แบบจำลองแสดงข้อมูลที่ถูกต้องหรือไม่
2. แบบจำลองแสดงออกถึงสิ่งที่ต้องการนำเสนอได้อย่างชัดเจน
3. แบบจำลองเข้าใจง่าย
4. แบบจำลองมีส่วนเหมาะสม สะอาด และเรียบร้อย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 18, 102-103) ได้กล่าวถึงแนวทางการประเมินผลกระบวนการเรียนรู้แบบมาตรฐานระดับ หรือมาตรฐานส่วนประมาณค่าไว้ว่า แบบบันทึกผลการประเมินที่มีหัวข้อการประเมินทั้งการปฏิบัติและผลงาน โดยมีพฤติกรรมซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่าได้ มีการบันทึกระดับคุณภาพตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป ด้วยเกณฑ์ที่บอกถึงปริมาณและคุณภาพของผลงานอย่างชัดเจน และได้แบ่งการประเมินการทำภาระงานออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินของภาระงานนั้นๆ ซึ่งสามารถประเมินได้ 2 แบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม เป็นการให้คะแนนภาระงานชิ้นเดียว หรือหลายชนิดที่ต้องการสรุปผลการประเมินเฉพาะจุดประสงค์หลัก หรือประเด็นสำคัญของงานเท่านั้น ซึ่งการให้คะแนนจะกำหนดรายการประเมินส่วนที่สำคัญๆ ของภาระงาน
2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย การประเมินเพื่อพัฒนาภาระงานที่ผู้เรียนปฏิบัติให้ดำเนินไปจนบรรลุจุดประสงค์ โดยการให้คะแนนจะประเมินตามองค์ประกอบของชิ้นงานนั้น

กระทำเป็นระยะๆ และนำผลการประเมินไปใช้พัฒนางานส่วนที่ต่อจากช่วงนี้ไปเรื่อยๆ เพื่อให้ผลงานที่ทำสำเร็จ มีคุณภาพตามเกณฑ์ หรือสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองได้ว่า การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง แบบประเมินนิยมใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ (Scoring rubrics) โดยแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 3-5 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง เพื่อใช้ในการประเมินในแต่ละรายการประเมินที่แบบประเมินกำหนด

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ และคณะ (2549: 87) ได้นำรูปแบบการเรียนการสอนแบบ CRP ที่ประกอบไปด้วย รูปแบบการเรียนการสอนแบบตกผลึก (Crystal-Based Instructional Model) รูปแบบการเรียนการสอนด้วยวิธีวิจัย (Research-Based Instructional Model) และรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ (Productivity-Based Instructional Model) ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ตามข้อมูลจากการนิเทศติดตามผลการเรียนการสอนในโรงเรียนแกนนำ 10 โรงเรียน และการรายงานผลที่ได้หลังการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบของครูผู้ร่วมวิจัย พบว่า คุณลักษณะที่พึงประสงค์ 4 ร. สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลัดดา คีลาน้อย (2550: 73) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ 4 ประการ ได้แก่ 1. รู้ทัน รู้นาโลก 2. รู้เชี่ยวชาญ ชำนาญปฏิบัติ 3. รวมพลังสร้างสรรค์สังคม และ 4. รักความเป็นไทยใฝ่สันติ ของนักศึกษา คณะครุศาสตร์ ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา คณะครุศาสตร์ ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยขอนแก่น จำนวน 38 คน ที่ลงทะเบียนเรียน วิชา 234114 ประวัติศาสตร์สำหรับครู ผลการวิจัยพบว่า การใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ สามารถพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ทั้ง 4 ประการได้

ปิยะฉัฐ นันทการณ (2551) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้ด้วยการออกแบบที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางชีววิทยา แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง และแบบประเมินแบบจำลอง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนมโนทัศน์ทางชีววิทยาเฉลี่ยร้อยละสูงกว่าร้อยละ 70 และมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับดีมาก

4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Brock (2000: 17) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนออกแบบ สร้าง และนำเสนอการทำงานของหัวใจเทียม เพื่อใช้ในการศึกษาการทำงานของหัวใจ โดยแบบจำลองที่สร้างไม่จำเป็นต้องเหมือนหัวใจจริง แต่นักเรียนต้องแสดงให้เห็นการทำงานของหัวใจห้องบนและห้องล่าง โดยอธิบายจากการไหลของของเหลวในทิศทางที่ถูกต้อง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจลักษณะการบีบตัวของของเหลวหัวใจทิศทางเดียวในระบบปิด จากแบบจำลองหัวใจที่สร้างขึ้น

Pringle (2004: 30) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนการสอนเรื่อง อะตอม หรือ โครงสร้างอะตอม ของ Bohr โดยการสร้างแบบจำลอง ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า การสร้างแบบจำลองทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ชัดเจนเกี่ยวกับส่วนประกอบของอะตอม แสดงให้เห็นว่าการสร้างแบบจำลองแบบสามมิติ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในโครงสร้างอะตอม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม ซึ่งเป็นมโนทัศน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ต่อไป

Pauline, Deidre และ Raymond (2005: 84) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางชีววิทยา เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง Chloroplast ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ในมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น

Littlejohn (2007: 22) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองใบไม้ แบบจำลองเซลล์พืช และแบบจำลองเซลล์สัตว์ เพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้โนทัศน์เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และการหายใจระดับเซลล์ ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองนักเรียนได้คะแนนความรู้ ความเข้าใจ ในมโนทัศน์ดังกล่าวสูงขึ้น รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และการหายใจระดับเซลล์ได้ชัดเจน เนื่องจากนักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง อีกทั้งยังช่วยให้ครูสามารถนำเสนอกระบวนการที่ซับซ้อนให้แก่นักเรียนให้เห็นเป็นรูปธรรมได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ มโนทัศน์ทางธรณีวิทยา และความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ทั้งในประเทศ และในต่างประเทศ สรุปได้ดังนี้

1. การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพมีการใช้ในประเทศไทย โดยนำไปใช้ในการพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ 4 ร. ได้แก่ 1) รู้ทัน รู้นำโลก 2) เรียนรู้ชำนาญ เชี่ยวชาญปฏิบัติ 3) รวมพลังสร้างสรรค์สังคมไทย และ 4) รักษ์วัฒนธรรมไทย ใฝ่สันติ

2. การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาในประเทศยังไม่มีจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยต่างประเทศที่ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองเพื่อช่วยในการศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสร้างแบบจำลอง เช่น การสร้างแบบจำลองหัวใจ การสร้างแบบจำลองอะตอม การสร้างแบบจำลอง Chloroplast การสร้างแบบจำลองใบไม้ การสร้างแบบจำลองเซลล์พืช และการสร้างแบบจำลองเซลล์สัตว์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การกำหนดรูปแบบการวิจัย
2. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
 - 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดรูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) โดยมีรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design คือ มีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ และมีการรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลอง (Campbell and Stanley, 1963) ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 2 รูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest-posttest design

กลุ่มทดลอง	O_1 -----X----- O_2
กลุ่มเปรียบเทียบ	O_1 -----~X----- O_2

- | | | |
|-------|---------|--|
| O_1 | หมายถึง | การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง |
| X | หมายถึง | การเรียนการสอนธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ |
| ~X | หมายถึง | การเรียนการสอนธรณีวิทยาแบบปกติ |
| O_2 | หมายถึง | การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง |

2. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2552 โดยดำเนินการกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

1) การเลือกโรงเรียน

ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ อำเภอเด่นชัย จังหวัดแพร่ เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกโรงเรียน มีดังนี้

1.1 เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เป็นรูปแบบสหศึกษา ในสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เปิดสอนทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2 เป็นโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1.3 เป็นโรงเรียนที่ผู้บริหารและครูผู้สอนให้การสนับสนุนและร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2) การกำหนดห้องเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 6 ห้องเรียน จากนั้นจึงทำการเลือกมา 2 ห้องเรียน เพื่อกำหนดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1 นำคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียน ในภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2551 ของแต่ละห้องมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2.2 นำคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 6 ห้องเรียน มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) โดยใช้สถิติทดสอบเอฟ (F-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้ง 6 ห้อง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 นำคะแนนเฉลี่ยมาทดสอบภายหลังเป็นรายคู่ (Post Hoc Test) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนรายคู่ ด้วยวิธีของ Bonferroni ได้ห้องเรียนที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จำนวน 6 คู่ ได้แก่

- 1) ห้อง ม.2/1 และ ม.2/2
- 2) ห้อง ม.2/1 และ ม.2/3
- 3) ห้อง ม.2/1 และ ม.2/6
- 4) ห้อง ม.2/2 และ ม.2/3
- 5) ห้อง ม.2/2 และ ม.2/6
- 6) ห้อง ม.2/5 และ ม.2/6

2.4 กำหนดห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 คู่ โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก ได้นักเรียนห้อง ม.2/5 และ ม.2/6

2.5 หลังจากนั้นกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลาก ได้นักเรียนห้อง ม.2/6 ซึ่งมีนักเรียน 36 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนห้อง ม.2/5 ซึ่งมีนักเรียน 37 คน เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้ธรณีวิทยา เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ดิน หินและแร่ และแหล่งน้ำ มี 2 ลักษณะ ได้แก่

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ธรณีวิทยาตามรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้ธรณีวิทยาแบบปกติ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ประเภท ได้แก่

- 1) แบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา
- 2) แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

รายละเอียดของการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) แผนการจัดการเรียนรู้ธรณีวิทยาคตามรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ ผู้วิจัย
ดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และขอบข่ายของเนื้อหาธรณีวิทยา จากเอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สาระที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของโลก แล้วนำมากำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและจุดประสงค์การเรียนรู้จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์
4. ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพจากเอกสารโครงการวิจัย การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ CRP (A DEVELOPMENT OF THE CRP INSTRUCTIONAL MODEL) (ไพฑูรย์ สีนลรัตน์ และคณะ, 2549: 62) และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ธรณีวิทยาจากคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน
5. เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ธรณีวิทยาคตามรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย จำนวน 3 แผน รวม 20 คาบ กำหนดเนื้อหาและเวลาสอน แสดงดังตารางที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 หัวข้อและจำนวนคาบในการเรียนการสอนธรณีวิทยา เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
ดิน หิน และแร่ และแหล่งน้ำ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หัวข้อ	คาบที่	ขั้นตอน	จำนวนคาบ
1	โลก และการเปลี่ยนแปลง	1-3	การเตรียมบริบท ตามสภาพจริง	8
		4	การตั้งเป้าหมาย	
		5-6	การวางแผน และการดำเนินการ	
		7-8	การติดตาม และประเมินผล	
2	ดิน หิน และแร่	1-3	การเตรียมบริบท ตามสภาพจริง	7
		4	การตั้งเป้าหมาย	
		5	การวางแผน และการดำเนินการ	
		6-7	การติดตาม และประเมินผล	
3	แหล่งน้ำ	1-2	การเตรียมบริบท ตามสภาพจริง	5
		3	การตั้งเป้าหมาย	
		4	การวางแผน และการดำเนินการ	
		5	การติดตาม และประเมินผล	
รวม				20

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละชั้นของ รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ในภาคผนวก ก) ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้อง ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิ มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้

1) ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละชั้น ควรแบ่งเวลาของแต่ละ กิจกรรมให้ชัดเจน เพื่อให้ทราบว่าในแต่ละกิจกรรมใช้เวลาประมาณเท่าใด ไม่ควรเขียนรวมไว้ในแต่ละชั้น

2) ในแผนการจัดการเรียนรู้ ควรมีภาพประกอบเนื้อหาที่จะนำไปใช้ใน กิจกรรมการเรียนการสอน

3) ในขั้นตอนติดตามและประเมินผล ควรระบุชื่อของผู้เชี่ยวชาญด้วยว่าคือใคร

8. ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 แผน ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้น ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดลองสอนมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง (แผนการจัดการเรียนรู้รฐธณีวิทยา ตามรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ ในภาคผนวก ค)

2) แผนการจัดการเรียนรู้รฐธณีวิทยาแบบปกติ

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยศึกษาจุดมุ่งหมายของ หลักสูตร ขอบข่ายเนื้อหาธรณีวิทยา และกำหนดเนือหารายหน่วยเช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียน การสอนเชิงผลิตภาพ แต่แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่มีการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เชิงผลิตภาพ (แผนการจัดการเรียนรู้รฐธณีวิทยาแบบปกติ ในภาคผนวก ค)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบขั้นตอนการเรียนการสอนระหว่างการเรียนการสอนธรณีวิทยาด้วย
รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับการเรียนการสอนธรณีวิทยาแบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้ธรณีวิทยา ตามรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ	แผนการจัดการเรียนรู้ธรณีวิทยาแบบปกติ
1. ขั้นเตรียมบริบทตามสภาพจริง ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในด้านการแสวงหา/คัดสรร/สร้างความรู้ ทักษะการวิเคราะห์ และแก้ปัญหา ทักษะทางภาษาและการสื่อสารได้ ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การจัดทัศนศึกษา การบรรยายโดยวิทยากรผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น	1. ขั้นนำ ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้เตรียมพร้อม ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การนำเสนอภาพการนำเสนอข่าว การใช้คำถาม เป็นต้น
2. ขั้นการตั้งเป้าหมาย ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในด้านการใช้และการจัดการความรู้ ทักษะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทักษะทางภาษาและการสื่อสารได้ ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การจัดกลุ่มเลือกกิจกรรมที่สนใจ	
3. ขั้นการวางแผนและการดำเนินการ ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้คิดใหม่ คิดสร้างสรรค์ และสามารถทำงานแบบเป็นทีมได้ ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การจัดกลุ่มศึกษาค้นคว้าความรู้วางแผนและดำเนินการสร้างแบบจำลอง	2. ขั้นกิจกรรม ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายให้แก่ผู้เรียน ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การบรรยายโดยครู การปฏิบัติการทดลอง การสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นต้น

แผนการจัดการเรียนรู้ ^๑ ธรณีวิทยา ตามรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ	แผนการจัดการเรียนรู้ ^๑ ธรณีวิทยาแบบปกติ
4. ขั้นการติดตามและประเมินผล ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในด้านการใช้และจัดการความรู้ ทักษะการวิเคราะห์และแก้ปัญหา ทักษะทางภาษาและการสื่อสาร การเห็นแก่ส่วนรวมได้ ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การตรวจสอบกระบวนการทำงาน และผลงานการสร้างแบบจำลองโดยผู้เชี่ยวชาญ การปรับปรุงแผนงานและสร้างแบบจำลองจนแล้วเสร็จ โดยผู้เรียน	3. ขั้นสรุป ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อชักนำให้ผู้เรียนไปสู่ข้อสรุป และมโนทัศน์ที่สำคัญของบทเรียน ตัวอย่างกิจกรรม เช่น การอภิปรายโดยใช้คำถาม การเขียนแผนผังมโนทัศน์ การเขียนโปสเตอร์ เป็นต้น

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 ประเภท ได้แก่ แบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา และแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

1) แบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา เป็นแบบวัดความคิดหลักด้านธรณีวิทยาในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น แบบวัดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่ 2 เป็นเหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาโนทัศน์ทางธรณีวิทยาและแนวการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาจากเอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งได้แก่ Odum and Kelly (2001: 619-621) Cem, Caren and Omer (2003: 134-135) Didem and Necdet (2009: 230-233)

2. กำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกที่มีส่วนของการระบุเหตุผลในการตอบ จำนวน 30 ข้อ โดยเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ถ้าตอบถูกต้องทั้งในส่วนข้อคำถามเชิงเนื้อหาซึ่งเป็นปรนัยและส่วนเหตุผลสนับสนุนได้ 1 คะแนน ถ้าตอบถูกต้องเฉพาะข้อคำถามเชิงเนื้อหาเพียงส่วนเดียวได้ 0.5 คะแนน และถ้าตอบถูกต้องเฉพาะเหตุผลสนับสนุนหรือตอบไม่ถูกต้องทั้ง 2 ส่วนได้ 0 คะแนน

3. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับธรณีวิทยา ซึ่งพบว่า โน้ตทัศน์ทางธรณีวิทยา ประกอบด้วย 3 โน้ตทัศน์ย่อย ได้แก่

- 1) โน้ตทัศน์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
- 2) โน้ตทัศน์ เรื่อง ดิน หิน และแร่
- 3) โน้ตทัศน์ เรื่อง แหล่งน้ำ

4. นำแบบวัดคณโน้ตทัศน์ทางธรณีวิทยาที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้อง รวมทั้งความถูกต้องและความชัดเจนของการใช้ภาษา แล้วปรับปรุงแก้ไขแบบวัดตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

5. นำแบบวัดฉบับที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องของภาษา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและตัวเลือกกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีดัชนีความสอดคล้องมากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (รายละเอียดปรากฏ ในภาคผนวก ง) ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า แบบวัดมีความตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 0.69 และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้

1) ปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้มีความชัดเจน กระชับ และสื่อความหมาย เช่น ข้อคำถามที่ 2 จาก “ชั้นที่หนาที่สุดของโลกคือชั้นไหน” เป็น “ส่วนประกอบของโลกชั้นใดมีความหนาที่สุด” และข้อคำถามที่ 4 จาก “นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุของการทรุดตัวของแผ่นดินได้บ้าง” เป็น “นักเรียนคิดว่าการทรุดตัวของแผ่นดินในเขตกรุงเทพมหานครเกิดจากสาเหตุใด”

2) ปรับปรุงแก้ไขคำศัพท์ทางธรณีวิทยาให้ถูกต้องและสอดคล้องกับหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ เช่น จาก “แผ่นเปลือกโลก” เป็น “แผ่นธรณีภาค” และ จาก “แมนเทิล” เป็น “เนื้อโลก”

3) ปรับปรุงแก้ไขข้อความตัวเลือก ตัวลวงให้ถูกต้องเหมาะสมมากขึ้น ได้แก่ ข้อ 4 ตัวเลือกที่ 4 ในส่วนของเหตุผล จาก “ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำที่อยู่ในช่องว่างของชั้นหินที่มีรูพรุน” เป็น “ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนในชั้นหิน” และข้อ 14 ตัวลวงที่ 4 ในส่วนของเหตุผล จาก “เป็นช่วงที่ดินมีค่าความเป็นกลาง” เป็น “เป็นช่วงที่ดินขาดความอุดมสมบูรณ์”

4) ปรับปรุงแก้ไขภาพที่ใช้ประกอบข้อคำถามที่ 30 ให้มีความชัดเจน

จากนั้นนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดให้มีความชัดเจน ถูกต้อง และเหมาะสมยิ่งขึ้น

6. นำแบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนจิตรลดา จำนวน 39 คน ซึ่งผ่านการเรียนรู้เนื้อหาธรณีวิทยา เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ดิน หินและแร่ และแหล่งน้ำ มาแล้ว

7. นำผลการวัดมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดรายข้อ ซึ่งได้แก่ค่าความยาก อำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 ส่วน คือ

7.1) ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ โดยใช้สูตรของ D.R. Whitney และ D.L Sebers (1970 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 199-201) และโปรแกรมวิเคราะห์แบบสอบ (Test Analysis Program version 6.63: TAP version 6.63) พบว่า แบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยามีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20-0.79 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.63

7.2) ผลการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของข้อสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) พบว่า แบบวัดแบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.76 (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง)

8. นำแบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปใช้จริง (แบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา ในภาคผนวก ข)

ตารางที่ 3 จำนวนข้อสอบของแบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาจำแนกตามมโนทัศน์ย่อย

เนื้อหา	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)
1. โลกและการเปลี่ยนแปลง	12
2. ดิน หิน และแร่	10
3. แหล่งน้ำ	8
รวม	30

2) แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

การพัฒนาแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง มีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาองค์ประกอบ หลักการ และวิธีการสร้างแบบประเมินการสร้างแบบจำลอง หรือแบบประเมินผลงาน จากเอกสาร ตำรา บทความ งานวิจัย ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ ซึ่งได้แก่ กรมวิชาการ (2539: 66-67) สาคกร คันทโชติ (2546: 32-34) พิมพ์พันธ์ุ เฉชะคุปต์ และเพียรวิญญู (2548: 146-155) Enger and Yager (2001: 63)

2. นำผลการศึกษามาคำหนดรายการประเมิน โดยให้ครอบคลุมทั้งด้านการปฏิบัติงาน และด้านคุณภาพของผลงาน ผู้วิจัยกำหนดให้ทุกรายการประเมินมีสัดส่วนความสำคัญคิดเป็นน้ำหนักร้อยละ 10 เท่ากัน ด้านการปฏิบัติงาน ประกอบด้วยรายการประเมิน 4 ข้อย่อย ได้แก่ การออกแบบโครงสร้างแบบจำลอง การระบุขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง การดำเนินการสร้างแบบจำลอง และการปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลา ด้านคุณภาพของผลงาน ประกอบด้วยรายการประเมิน 6 ข้อย่อย ได้แก่ ความถูกต้องตามหลักการ/กระบวนการทางทฤษฎี ความครบถ้วนของแบบจำลอง การเลือกใช้วัสดุสร้างแบบจำลอง การใช้งบประมาณ ความสมจริงของแบบจำลอง และความคิดสร้างสรรค์ ดังแสดงในตารางที่ 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 สัดส่วนความสำคัญที่คิดเป็นร้อยละของรายการประเมินแบบจำลอง

รายการประเมิน	น้ำหนัก (ร้อยละ)	รวม
ตอนที่ 1 การปฏิบัติงาน		
1. การออกแบบโครงสร้างแบบจำลอง	10	40
2. การระบุขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง	10	
3. การดำเนินการสร้างแบบจำลอง	10	
4. การปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลา	10	
ตอนที่ 2 คุณภาพของผลงาน		
5. ความถูกต้องตามหลักการ / กระบวนการทางธรณีวิทยา	10	60
6. ความครบถ้วนของแบบจำลอง	10	
7. การเลือกใช้วัสดุสร้างแบบจำลอง	10	
8. การใช้งบประมาณ	10	
9. ความสมจริงของแบบจำลอง	10	
10. ความคิดสร้างสรรค์	10	
รวม		100

3. กำหนดเกณฑ์การประเมินในลักษณะรูบริกส์ (Rubrics) โดยแบ่งความสามารถในการสร้างแบบจำลองมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา เป็น 3 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การจำแนกความสามารถในการสร้างแบบจำลอง 3 ระดับ

ระดับความสามารถ	ความหมาย
3	มีความสามารถอยู่ระดับดี
2	มีความสามารถอยู่ระดับพอใช้
1	มีความสามารถอยู่ระดับควรปรับปรุง

จากนั้นกำหนดรายละเอียดของพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงระดับความสามารถ 3 ระดับ ของรายการประเมิน 10 ข้อ ได้แก่ ตอนที่ 1 การปฏิบัติงาน 4 ข้อ และตอนที่ 2 คุณภาพของผลงาน 6 ข้อ

4. สร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วยรายการประเมิน รวม 10 ข้อ แบ่งเป็นตอนที่ 1 การปฏิบัติงาน 4 ข้อ และตอนที่ 2 คุณภาพของผลงาน 6 ข้อ โดยใช้ เกณฑ์การประเมินในลักษณะรูปrikส์ที่แบ่งความสามารถในการสร้างแบบจำลองเป็น 3 ระดับ

5. นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนของรายการประเมินและรายละเอียด บ่งชี้ของแต่ละรายการ แล้วปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา นำ แบบประเมินไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ในภาคผนวก ก) ตรวจสอบ ความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากคำดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินกับพฤติกรรมที่ ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบ ที่มีคุณภาพควรมีดัชนีความสอดคล้องมากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (รายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง) รวมถึงความถูกต้องเหมาะสมของภาษา ผลการตรวจสอบพบว่า มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 0.89 และมีรายการประเมินครอบคลุมการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สรุปได้ดังนี้

ควรปรับปรุงแก้ไขพฤติกรรมบ่งชี้ในแต่ละระดับให้ชัดเจน ได้แก่ ด้านคุณภาพของผลงาน ข้อ 5 ให้ความถูกต้องตามหลักการ/กระบวนการทางธรณีวิทยา ปรับแก้ไขความสามารถระดับดี จาก “แสดงการเกิดหรือการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาได้ถูกต้องทั้งหมด” เป็น “แสดงการเกิดหรือการเปลี่ยนแปลง และลำดับของเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาได้ถูกต้องทั้งหมด” และ ในรายการประเมินข้อ 9 ให้ความสมจริงของแบบจำลอง ปรับแก้ไขความสามารถระดับดี จาก “แบบจำลองได้สัดส่วน มีความคงทน และมีสีสันเหมือนหรือคล้ายของจริงมาก” เป็น “แบบจำลองได้สัดส่วน มีความคงทน มีสีสัน และลักษณะเหมือนหรือคล้ายของจริงมาก”

6. ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

7. ตรวจสอบความสอดคล้องของการประเมินระหว่างผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ

7.1) ด้านคุณภาพของผลงาน ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความสอดคล้องของการประเมินระหว่างผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 2 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 1 เป็นครูผู้สอนวิชา วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสบการณ์ในการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นระยะเวลา 21 ปี มีประสบการณ์ในการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และเป็นผู้รับผิดชอบในการส่งผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นแข่งขันในระดับจังหวัดและระดับภูมิภาค ส่วนผู้เชี่ยวชาญท่านที่ 2 เป็นครูผู้สอนวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสบการณ์ในการสอนใน

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นระยะเวลา 28 ปี มีประสบการณ์ในการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย และเป็นผู้รับผิดชอบในการส่งผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลาย แข่งขันในระดับจังหวัดและระดับภูมิภาค โดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินแบบจำลองส่วนประกอบของโลก จำนวน 1 ชิ้น เฉพาะด้านคุณภาพของผลงาน ได้แก่ ความถูกต้องตามหลักการ/กระบวนการทางธรณีวิทยา ความครบถ้วนของแบบจำลอง การเลือกใช้วัสดุสร้างแบบจำลอง การใช้งบประมาณ ความสมจริงของแบบจำลอง และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำคะแนนที่ได้มาหาค่าความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 For Windows พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของการตรวจให้คะแนน มีค่าเท่ากับ 0.70 และ 0.50 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ซึ่งถือว่ามีความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนน

7.2) ด้านการปฏิบัติงานและคุณภาพของผลงาน ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความสอดคล้องของการประเมินระหว่างผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 1 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสบการณ์ในการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นระยะเวลา 21 ปี มีประสบการณ์ในการประเมินโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และเป็นผู้รับผิดชอบในการส่งผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างสิ่งประดิษฐ์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แข่งขันในระดับจังหวัดและระดับภูมิภาค โดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินแบบจำลองจำนวน 5 ชิ้น ในหน่วยที่ 1 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ แบบจำลองส่วนประกอบของโลก การเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก การเกิดภูเขา การเกิดภูเขาไฟ และการเกิดแผ่นดินไหว ในด้านการปฏิบัติงาน ได้แก่ การออกแบบโครงสร้างแบบจำลอง การระบุขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง การดำเนินการสร้างแบบจำลอง และการปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลา และด้านคุณภาพของผลงาน ได้แก่ ความถูกต้องตามหลักการ/กระบวนการทางธรณีวิทยา ความครบถ้วนของแบบจำลอง การเลือกใช้วัสดุสร้างแบบจำลอง การใช้งบประมาณ ความสมจริงของแบบจำลอง และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำคะแนนที่ได้มาหาค่าความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้วิจัยกับผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 For Windows พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของการตรวจให้คะแนน มีค่าเท่ากับ 0.61, 0.76, 0.66 1.00 และ 0.76 ตามลำดับ ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ซึ่งถือว่ามีความสอดคล้องในการตรวจให้คะแนน จากนั้นนำแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองในภาคผนวก ข)

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการสอน

- 1) ทดสอบมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบในสัปดาห์แรกก่อนทำการทดลอง โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ดิน หิน และแร่ และแหล่งน้ำ โดยใช้เวลาในการสอบ 50 นาที
- 2) แนะนำวิธีการเรียน พร้อมทั้งแจ้งจุดประสงค์ เงื่อนไขในการเรียน และบทบาทของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอน ให้กลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบทราบ

4.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

- 1) ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ธรณีวิทยาตามรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ และดำเนินการสอนกลุ่มเปรียบเทียบโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ธรณีวิทยาแบบปกติ โดยในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบใช้จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยจำนวน 3 แผน โดยใช้ระยะเวลาสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบเท่ากันคือ 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 20 คาบเรียน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552
- 2) เมื่อเสร็จสิ้นการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองประเมินผลงานนักเรียนรวม 3 ครั้ง

4.3 ขั้นหลังการทดลอง

- 1) เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว ผู้วิจัยวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ดิน หิน และแร่ และแหล่งน้ำ โดยใช้เวลาในการสอบ 50 นาที
- 2) นำคะแนนมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ดิน หิน และแร่ และแหล่งน้ำ มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

3) นำคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ได้จากการประเมินด้วยแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองมาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการดำเนินการสอน เพื่อประเมินผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ดำเนินการโดยนำคะแนนมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาและคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.5 For Windows โดยมีการดำเนินการดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ โดยใช้สถิติ t-test for dependent sample
2. เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพและกลุ่มที่เรียนแบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for independent sample
3. เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับเกณฑ์การวัดมโนทัศน์ของกรมวิชาการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535: 24) โดยใช้การคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ดังตารางที่ 6
4. ประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง โดยการคำนวณหาคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) แล้วนำมาจัดระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองตามเกณฑ์ที่กำหนด โดย กรมวิชาการ (กรมวิชาการ, 2539: 66-67) ดังตารางที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินผลคะแนนนิเทศน์ทางธรณีวิทยา

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ	ความหมาย
80-100	มีมนิเทศน์ทางธรณีวิทยาอยู่ในระดับดีมาก
70-79	มีมนิเทศน์ทางธรณีวิทยาอยู่ในระดับดี
60-69	มีมนิเทศน์ทางธรณีวิทยาอยู่ในระดับปานกลาง
50-59	มีมนิเทศน์ทางธรณีวิทยาอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้
0-49	มีมนิเทศน์ทางธรณีวิทยาอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

ระดับคะแนน	ระดับความสามารถ	ความหมาย
2.5 ขึ้นไป	3	มีความสามารถอยู่ระดับดี
1.5-2.49	2	มีความสามารถอยู่ระดับพอใช้
0-1.49	1	มีความสามารถอยู่ระดับควรปรับปรุง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพที่มีคอมพิวเตอร์ทางธรณีวิทยา และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น มีการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล คือ คะแนนมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา และคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา

- 1.1 การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ
- 1.2 การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ
- 1.3 การเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนโน้ตส์ทางธรณีวิทยา

1.1 การเปรียบเทียบคะแนนโน้ตส์ทางธรณีวิทยาก่อนและหลังเรียนของนักเรียน กลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ

การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนโน้ตส์ทางธรณีวิทยา ก่อนและหลังเรียน
ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ โดยใช้สถิติ t-test for dependent
sample ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ปรากฏผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนน
โน้ตส์ทางธรณีวิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง				ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test
	n	df	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	
กลุ่มทดลอง	72	71	30	9.13	2.61	21.45	1.64	19.20*

*p < .05

จากตารางที่ 8 พบว่า คะแนนเฉลี่ยโน้ตส์ทางธรณีวิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนได้รับการ
เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ มีค่าเท่ากับ 9.13 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐานเท่ากับ 2.61 คะแนน ภายหลังได้รับการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ
แล้วมีค่าเท่ากับ 21.45 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.64 คะแนน

เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนโน้ตส์ทางธรณีวิทยาของกลุ่มทดลอง
ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบที พบว่า คะแนนเฉลี่ยโน้ตส์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนมี
ค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.2 การเปรียบเทียบคะแนนโน้ตส์ทางรรณีวิทยาหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนโน้ตส์ทางรรณีวิทยาหลังเรียนของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for independent sample ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ปรากฏผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบทีของคะแนนโน้ตส์ทางรรณีวิทยาหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ

กลุ่มตัวอย่าง							t-test
	n	df	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	
กลุ่มทดลอง	36	71	30	21.45	1.64	71.52	5.46*
กลุ่มเปรียบเทียบ	37		30	18.93	2.26	63.10	

*p < .05

จากตารางที่ 9 พบว่า คะแนนเฉลี่ยโน้ตส์ทางรรณีวิทยาหลังเรียนของนักเรียน กลุ่มทดลอง ที่ได้รับการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ มีค่าเท่ากับ 21.45 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.64 คะแนน ส่วนนักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติมีคะแนนเฉลี่ยโน้ตส์ทางรรณีวิทยาหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 18.93 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.26 คะแนน เมื่อทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนโน้ตส์ทางรรณีวิทยาหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบด้วยสถิติทดสอบที พบว่า คะแนนเฉลี่ยโน้ตส์ทางรรณีวิทยาหลังเรียน ของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

1.3 การเปรียบเทียบคะแนนโน้ตส์ทางรรณีวิทยาหลังเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 70

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยร้อยละของทั้ง 2 กลุ่ม ในตารางที่ 9 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งหมายถึง การมีโน้ตส์ทางรรณีวิทยาอยู่ในระดับดี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535: 24) พบว่า คะแนนเฉลี่ยร้อยละของกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับร้อยละ 71.52 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนกลุ่มเปรียบเทียบมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 63.10 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และจัดว่ามีโน้ตส์ทางรรณีวิทยาอยู่ในระดับปานกลาง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยา

จากการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ดิน หิน และแร่ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แหล่งน้ำ จากแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยา โดยแบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยามีคะแนนเต็มเท่ากับ 3 คะแนน โดยเก็บรวบรวมคะแนนจากการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยาทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ปรากฏผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยา และระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ

รายการประเมิน	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง		หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ดิน หิน และแร่		หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แหล่งน้ำ	
	คะแนนเฉลี่ย	ระดับ ความสามารถ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับ ความสามารถ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับ ความสามารถ
ตอนที่ 1						
การปฏิบัติงาน						
1. การออกแบบ โครงสร้างแบบจำลอง	2.60	ดี	3	ดี	3	ดี
2. การระบุขั้นตอนการ สร้างแบบจำลอง	2.60	ดี	2.66	ดี	3	ดี
3. การดำเนินการสร้าง แบบจำลอง	3	ดี	3	ดี	3	ดี
4. การปฏิบัติงานสำเร็จ ตามเวลา	2.60	ดี	2.66	ดี	3	ดี
รวม	2.70	ดี	2.83	ดี	3	ดี
ตอนที่ 2						
คุณภาพของผลงาน						
5. ความถูกต้องตาม หลักการ/กระบวนการ ทางธรณีวิทยา	2.80	ดี	3	ดี	3	ดี
6. ความครบถ้วนของ แบบจำลอง	3	ดี	3	ดี	3	ดี
7. การเลือกใช้วัสดุสร้าง แบบจำลอง	2.60	ดี	2.33	พอใช้	2.66	ดี

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของคะแนนความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยา และระดับความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยาของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ (ต่อ)

รายการประเมิน	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง		หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ดิน หิน และแร่		หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แหล่งน้ำ	
	คะแนนเฉลี่ย	ระดับ ความสามารถ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับ ความสามารถ	คะแนนเฉลี่ย	ระดับ ความสามารถ
ตอนที่ 2						
คุณภาพของผลงาน (ต่อ)						
8. การใช้งบประมาณ	3	ดี	3	ดี	3	ดี
9. ความสมจริงของ แบบจำลอง	2.60	ดี	2.66	ดี	2.66	ดี
10. ความคิดสร้างสรรค์	2.60	ดี	2.66	ดี	2.66	ดี
รวม	2.76	ดี	2.78	ดี	2.83	ดี
รวม 2 ตอน	2.73	ดี	2.81	ดี	2.91	ดี

คะแนนเฉลี่ยรวมทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ เท่ากับ 2.82 คะแนน แสดงว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับดี

จากตารางที่ 10 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ดิน หิน และแร่ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แหล่งน้ำ ได้รับการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยา รวม 2 ตอน พบว่า ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 2.81 และ 2.91 คะแนน ตามลำดับ โดยคะแนนเฉลี่ยรวมของทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ เท่ากับ 2.82 คะแนน แสดงว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

โดยรายการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่จัดอยู่ในระดับดี โดยมีคะแนนเต็มเฉลี่ย 3 คะแนน ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ มี 3 รายการประเมิน ได้แก่ รายการประเมินที่ 3 การดำเนินการสร้างแบบจำลอง รายการประเมินที่ 6 ความครบถ้วนของแบบจำลอง และรายการประเมินที่ 8 การใช้งบประมาณ ส่วนรายการประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่จัดอยู่ในระดับพอใช้ มี 1 รายการประเมิน ได้แก่ รายการประเมินที่ 7 การเลือกใช้วัสดุสร้างแบบจำลอง ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ดิน หิน และแร่

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพที่มีคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กทางธรณีวิทยา และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นการวิจัยกึ่งทดลองมี วัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบโน้ตบุ๊กทางธรณีวิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นก่อน และหลังเรียนธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ 2) เพื่อเปรียบเทียบโน้ตบุ๊กทางธรณีวิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ 3) เพื่อเปรียบเทียบโน้ตบุ๊กทางธรณีวิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับเกณฑ์เฉลี่ยร้อยละ 70 4) เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นหลังการเรียนธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ ประชากรที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 36 คน และ 37 คน ตามลำดับ โดยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ กลุ่มทดลองเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ และกลุ่มเปรียบเทียบเรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยวัดคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กทางธรณีวิทยาของกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบ ทั้งก่อนและหลังการทดลอง และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของกลุ่มทดลองเฉพาะหลังการทดลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสถิติทดสอบที (t-test)

1. สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเพื่อศึกษานโน้ตบุ๊กทางธรณีวิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยโน้ตบุ๊กทางธรณีวิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนร้อยละ 71.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ สูงกว่าร้อยละ 70

4. นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองใน 3 หน่วยการเรียนรู้ เท่ากับ 2.73 2.81 และ 2.91 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี

2. อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น คือ 1. มโนทัศน์ทางธรณีวิทยา และ 2. ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งอภิปรายตามลำดับ ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางธรณีวิทยา

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละมโนทัศน์ทางธรณีวิทยาหลังเรียนเท่ากับ 71.52 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และ 2 ซึ่งแสดงว่ารูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพช่วยพัฒนา มโนทัศน์ทางธรณีวิทยาให้นักเรียนได้ ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพที่ต้องการให้นักเรียนนำความรู้ที่มีมาใช้ในการสร้างผลงานในสถานการณ์จริง (ไพฑูริย์ สีนลารัตน์ และคณะ, 2549: 62) และผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับจันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช (2549: 89) ที่กล่าวว่ารูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพเป็นรูปแบบที่สามารถช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่จากการผลิตชิ้นงาน ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพมีกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามสภาพจริง ปฏิบัติกิจกรรม ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีความสำคัญในการส่งเสริม มโนทัศน์ของนักเรียน ได้แก่

1) นักเรียนสร้างมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา จากการเรียนรู้ตามสภาพจริง กิจกรรมการเรียนการสอนได้ให้โอกาสนักเรียนเรียนรู้ธรณีวิทยาด้วยตนเองในสถานที่จริง ในขั้นการเตรียมบริบทตามสภาพ

จริง นักเรียนเรียนรู้จากการสังเกตและสำรวจโครงสร้างทางธรณีวิทยาตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติ มีการบันทึกความรู้จากป้ายริมทาง เรียนรู้จากการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการทดลอง รวมทั้งเรียนรู้จากการฟังการบรรยายของผู้เชี่ยวชาญในด้านธรณีวิทยาโดยตรง ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยผ่านประสบการณ์ตรง ส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจ กระตือรือร้น และมีแรงจูงใจในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ดังที่ Lankard (1993) และ Loring (1998) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามสภาพจริง เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์จริง จากการทำกิจกรรมมากกว่าการเรียนรู้จากตำรา หรือเนื้อหาที่ผู้สอนกำหนดไว้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น และเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ตามสภาพจริงจัดว่าเป็นสิ่งเร้าชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียน

2) นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม ในขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นการตั้งเป้าหมาย ขั้นการวางแผนและดำเนินการ และขั้นการติดตามและประเมินผล โดยขั้นการตั้งเป้าหมาย ครูให้นักเรียนร่วมกันกำหนดจุดมุ่งหมาย ขอบข่ายการเรียนรู้ของกลุ่ม และเลือกหัวข้อที่กลุ่มสนใจเพื่อนำไปสร้างแบบจำลอง ขั้นการวางแผนและดำเนินการ นักเรียนแบ่งหน้าที่กันทำงานภายในกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ร่วมกันวางแผนเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบจำลอง ออกแบบโครงสร้างแบบจำลอง เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ กำหนดระยะเวลาในการสร้างแบบจำลอง และร่วมกันสร้างแบบจำลอง และขั้นการติดตามและประเมินผล นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองตามคำแนะนำของครูและผู้เชี่ยวชาญจนได้แบบจำลองที่เสร็จสมบูรณ์ หลังจากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแบบจำลองให้เพื่อนต่างกลุ่มศึกษาและทำความเข้าใจ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนมีการทำงานร่วมกันภายในกลุ่มดังกล่าวมีส่วนช่วยในการปรับเปลี่ยนแนวคิด เกิดการนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมจนเกิดการสร้างความรู้ใหม่ขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนสำคัญของการสร้างความรู้ใหม่ (พินพันธ์ เตะคุปต์ และเพียร ยินดีสุข, 2548: 17)

3) นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจจากการลงมือปฏิบัติ จากกิจกรรมการเรียนการสอนทั้ง 4 ขั้นตอน นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง รวมทั้งได้ลงมือสร้างแบบจำลองทางธรณีวิทยาด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจทางธรณีวิทยาที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับ Krajcik, Czerniak and Berger (1999: 12) ที่กล่าวว่า การสร้างแบบจำลองช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนและช่วยสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนต่อเรื่องนั้นๆ ซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขการสร้างแบบจำลองให้ถูกต้อง และก่อให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pauline, Deidre และ Raymond (2005: 84) ที่นำการสร้างแบบจำลองทางชีววิทยามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในเรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง Chloroplast พบว่าการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ในมโนทัศน์เรื่อง

การสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Littlejohn (2007: 22) ที่ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองใบไม้ แบบจำลองเซลล์พืช และแบบจำลองเซลล์สัตว์ เพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้โน้ตส์เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และการหายใจระดับเซลล์ ภายหลังการสอนพบว่า นักเรียนได้คะแนนความรู้ ความเข้าใจในโน้ตส์ดังกล่าวสูงขึ้น สามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชกับการหายใจระดับเซลล์ได้ชัดเจน

2. ความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนธรรมชาติวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางธรรมชาติวิทยาล้างเรียนทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ เท่ากับ 2.73 2.81 และ 2.91 คะแนน ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่ม และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติสร้างผลงานในลักษณะผลิตผลของโครงการ โดยกิจกรรมการเรียนการสอนสำคัญที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน ได้แก่

1) การเรียนรู้ตามสภาพจริง จากกิจกรรมในขั้นตอนที่ 1 การเตรียมบริบทตามสภาพจริง นักเรียนได้เรียนรู้ธรรมชาติวิทยาโดยศึกษา ตำราลงในสถานที่จริง ได้รับฟังการบรรยายจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านธรรมชาติวิทยาโดยตรง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจอย่างถูกต้องชัดเจน และครบถ้วนเกี่ยวกับธรรมชาติวิทยา ซึ่งความรู้ ความเข้าใจดังกล่าว มีความสำคัญต่อการออกแบบโครงสร้างแบบจำลอง การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ การระบุขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง และช่วยให้การดำเนินการสร้างแบบจำลองเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ได้ผลผลิตเป็นแบบจำลองที่มีความถูกต้องสมบูรณ์

2) การเรียนรู้ร่วมกันในการวางแผนและการดำเนินการสร้างแบบจำลอง นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มในการออกแบบโครงสร้างแบบจำลอง การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ การกำหนดขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง การลงมือดำเนินการสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง ภายใต้คำแนะนำของครูและผู้เชี่ยวชาญ มีครูเป็นผู้ติดตามความก้าวหน้าของผลงานและให้คำแนะนำเป็นระยะ นอกจากนั้นยังมีการติดตามและประเมินผล การสร้างแบบจำลองของนักเรียนโดยนักเรียนปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองจนได้ผลงานที่เสร็จสมบูรณ์ การให้ข้อมูลย้อนกลับของครู จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากทำให้นักเรียนรับทราบข้อบกพร่องในการวางแผน และดำเนินการสร้างแบบจำลองของตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างแบบจำลอง ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปพัฒนาผลงานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น จะเห็นได้จากนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของการสร้างแบบจำลองในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แหล่งน้ำ สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของการสร้างแบบจำลอง

ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ดิน หิน และแร่ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง โดยนักเรียนสามารถระบุวิธีการสร้างแบบจำลองเป็นลำดับขั้นตอนและเขียนอธิบายได้ชัดเจน สร้างแบบจำลองได้สำเร็จตรงตามเวลาที่กำหนด และเลือกใช้วัสดุในการสร้างแบบจำลองได้อย่างเหมาะสม โดยเลือกใช้วัสดุธรรมชาติที่หาได้ในท้องถิ่นและย่อยสลายง่าย ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพจึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการสร้างแบบจำลองได้

3) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้การสร้างแบบจำลองกับเพื่อนต่างกลุ่ม นักเรียนมีโอกาสดูแลเปลี่ยนความคิดเห็นและเรียนรู้ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง รวมทั้งเทคนิคต่างๆ จากเพื่อนต่างกลุ่ม จากการที่แต่ละกลุ่มมีการนำเสนอแบบจำลองของตนเองหน้าชั้นเรียน การที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำงาน of เพื่อนจะช่วยให้เกิดจินตนาการในการสร้างสรรค์แบบจำลอง และสามารถนำเทคนิคหรือข้อดีของเพื่อนต่างกลุ่มไปประยุกต์ในการสร้างแบบจำลองของกลุ่มตนต่อไป

3. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยพบว่า การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพสามารถพัฒนานวัตกรรมทางธรณีวิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์

สถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ควรบรรจุขั้นตอนและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพไว้ในเอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการเสนอทางเลือกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แก่ครูวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน

1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับครูวิทยาศาสตร์

1) ครูวิทยาศาสตร์ควรนำรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียน โดยควรศึกษา

และทำความเข้าใจหลักการ และขั้นตอนการสอนของรูปแบบฯ ให้ชัดเจน รวมทั้งสำรวจแหล่งเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ในชั้นการเตรียมบริบทตามสภาพจริงไว้ล่วงหน้า

2) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรให้อิสระแก่นักเรียนได้เลือกหัวข้อในการสร้างแบบจำลองตามความสนใจ และความถนัดของตนเอง เพราะการที่นักเรียนได้เลือกทำในสิ่งที่ตนเองสนใจจะช่วยกระตุ้นให้เกิดแรงงูใจในการเรียนและการทำงานกลุ่ม ซึ่งจะนำไปสู่การทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดการสร้างสรรค์ผลงานที่มีคุณภาพ

3) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรให้อิสระแก่นักเรียนในการเลือกสมาชิกกลุ่มด้วยตนเอง เพราะการที่นักเรียนได้ทำงานกลุ่มกับเพื่อนที่ตนเองเลือกหรือไว้วางใจ ย่อมส่งผลดีต่อบรรยากาศในการทำงานร่วมกัน ซึ่งจะนำไปสู่การยอมรับในบทบาทซึ่งกันและกัน การรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือซึ่งกันและกันอย่างเต็มที่ จนได้ผลงานตามเป้าหมายที่กลุ่มได้วางไว้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาวิจัยการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพกับเนื้อหาสาระอื่น เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ดาราศาสตร์ รวมทั้งรายวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น เช่น กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ และเทคโนโลยี

2.2 ควรทำการศึกษาตัวแปรอื่นๆ นอกเหนือจากมโนทัศน์ทางธรรมชาติวิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ นักเรียนน่าจะพัฒนาได้จากการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดสังเคราะห์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาธรรมชาติวิทยา จิตวิทยา ศาสตร์ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการประยุกต์ความรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- เกื้อกุล คุปรัตน์ และคณะ. 2518. โสตทัศนศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
คณะกรรมการการพัฒนากการสอนและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, ทบวงมหาวิทยาลัย.
2525. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร:
ทบวงมหาวิทยาลัย.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. 2549. รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพสู่แผนการจัดการเรียนรู้.
ใน นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา, หน้า 82-105. กรุงเทพมหานคร:
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยพร วิชาวุธ. 2519. จิตวิทยา ฉบับประสบการณ์. กรุงเทพมหานคร: สารมวลชน.
- ทิตนา แคมมณี. 2536. ช่วยครูฝึกประชาธิปไตยให้แก่เด็ก. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. 2548. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไทม์ออนไลน์. ประมวลข่าวเหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติ [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา:
<http://www.timeonline.com> [15 กุมภาพันธ์ 2553]
- ธีระชัย ปุณณโชติ. 2537. หน่วยที่ 1 ประวัติ ปรัชญา และวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์.
ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิถีทางวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-4. นนทบุรี:
โรงพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. 2538. การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์: คู่มือสำหรับครู.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธงชัย พึ่งรัมย์. 2531. ธรณีวิทยาทั่วไป. กรุงเทพมหานคร: โอ.เอส.พรีนติ้งเฮ้าส์.
- นฤมล ยุตาคม. การเรียนรู้โดยการทำโครงการ (Project-based learning). วารสารศึกษาศาสตร์
ปริทัศน์ (พฤษภาคม-สิงหาคม 2543): 35-46.
- นิภา สุโขธน์. 2516. การเปรียบเทียบผลของการใช้ฟิล์มสตริปกับแบบจำลองประกอบการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, วิชา
สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ปิยะนัฐ นันทการณ. 2551. ผลของการเรียนรู้ด้วยการออกแบบที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและความสามารถในการสร้างแบบจำลองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยี คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาร ทิพย์ธาริ. 2521. คู่มือประกอบการศึกษาวิชาจิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: อักษรบัณฑิต.
- ปรีชา ธรรมมา. 2543. สังกัป. สารานุกรมศึกษาศาสตร์ (เมษายน): 44-48.
- ปรีชา วงศ์ศิริ. 2525. การจัดลำดับเนื้อหาและประสบการณ์. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์หน่วยที่ 1-7 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพมหานคร: ยูไนเต็ดโปรดักชัน.
- ปรีชา วงศ์ศิริ. 2531. อนุสรณ์งานศพ ปรีชา วงศ์ศิริ ณ เมรุวัดธาตุทอง 18 ธันวาคม 2531. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.
- ปรีชา อมาตยกุล. 2528. มิติใหม่ในการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์นการพิมพ์.
- พิชัย ทองดีเลิศ. 2547. การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีที่มีรูปแบบการเรียนรู้ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และคณะ. 2548. การสอนคิดด้วยโครงงาน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพียรวิทย์ ยินดีสุข. 2548. วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพฑูริย์ สีนลารัตน์ และคณะ. 2549. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ CRP. โครงการวิจัย. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อค์สำเนา)
- ลัดดา ภูเกียรติ. 2544. โครงการเพื่อการเรียนรู้: หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัดดา ศิลาน้อย. 2550. การพัฒนาคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 1(มกราคม-มีนาคม 2550): 73-84.
- ลัดดา สุขปรีดี. 2524. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: ศักดิ์โสการพิมพ์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2.

กรุงเทพมหานคร: ชมรมเด็ก.

วิชาการ, กรม. 2539. คู่มือการพัฒนาโรงเรียนเข้าสู่มาตรฐานการศึกษา การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

วิชาการ, กรม. 2544. เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด: โครงการ.

กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาหลักสูตร.

วิวัฒน์ ขัตติยะมาน. 2546. การนำเสนอปฏิบัติการทางเลือกของการเรียนการสอนตามสภาพจริง

ในวิชาหลักสูตรและการสอนทั่วไป สำหรับบัณฑิตศึกษาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญา

ดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิยะดา ระวังสุข. 2545. การประเมินความคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผนผังโนทัศน์.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัย

การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระชาติ สวนไพรินทร์. 2531. การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศึกษานิเทศการ, กระทรวง. 2535. คู่มือการประเมินผลการเรียน ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย

พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:

โรงพิมพ์คุรุสภา.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). ค่าสถิติ [ออนไลน์]. 2552. แหล่งที่มา:

<http://www.niets.or.th/O-net.html> [10 มกราคม 2552]

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2541. แนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 017

โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต. กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร:

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546. คู่มือวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์.

กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551. รายงานการประเมินผลการเรียนรู้จาก

โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA 2006). กรุงเทพมหานคร:

เซเวนพรีนติ้ง กรุ๊ป.

- สมพงษ์ สิริเจริญ และคณะ. 2506. คู่มือการใช้โสตทัศนวัสดุ. กรุงเทพมหานคร: แผนกโสตทัศนศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. (อค์สำเนา)
- สาคร กันธโชติ. 2546. การสร้างแบบจำลองทางสถาปัตยกรรม วิศวกรรมและการออกแบบ. กรุงเทพมหานคร: โอเคียนสโตร์.
- เสรี ชัดเข้ม. 2545. โมเดลและการสร้างโมเดล. วารสารวิชาการศึกษา ศาสตรมหาวิทยาลัยบูรพา 9(2): 50-69.
- สุจินต์ วิสวธีรานนท์. 2538. ระบบการเรียนการสอน. นนทบุรี: โรงพิมพ์แห่ง มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุชาติ วงศ์สุวรรณ. 2542. การเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21: การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ ด้วยตนเอง. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. 2517. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ วัฒนาพานิช.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. คำสถิติผลการทดสอบ NATIONAL TEST [ออนไลน์]. 2551. แหล่งที่มา: <http://www/obec.go.th> [21 มกราคม 2552]
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544. การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษาของประเทศญี่ปุ่น. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528. เทคโนโลยีการทำและการใช้แผ่นภาพโปร่งใส. กรุงเทพมหานคร: อักษรเจริญทัศน์.
- อดิศักดิ์ ทองไข่มุกด์. สร้างการเรียนรู้ธรรมชาติวิทยาจากประสบการณ์จริง สร้างการมีส่วนร่วมและใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: <http://dmr.go.th> [15 มีนาคม 2553]
- อกิณันท์ สุประเสริฐ. หุ่นยางพารา สื่อการสอนแนวใหม่ แห่งรั้วมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ [ออนไลน์]. 2551. แหล่งที่มา: <http://www.rdi.ku.ac.th/bk/04/04/htm> [15 มีนาคม 2553]
- อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2526. ธรรมชาติวิทยา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- อรพรรณ พรสีมา. 2540. การเรียนรู้แบบร่วมมือ. กรุงเทพมหานคร: โอเคียนสโตร์.

ภาษาอังกฤษ

- Anderson, J. R., Reder, L. M., and Simon, H. A. 1996. Situated Learning and Education. Educational Researcher 25(4): 5-11.

- Arends, R. I. 1994. Learning to Teach. 3rd ed. Boston: McGraw-Hill.
- Arends, R. I. 1998. Learning to Teach. 4th ed. Boston: McGraw-Hill.
- Ausubel, D. P. 1968. Educational Psychology: A Cognitive View. New York: Holt.
- Balkcom, S. Collaborative Learning: What is it? [Online]. 1992. Available from:
<http://www/columbia/edu/k12/livetext/docs/cooplem.html> [2009, August 2]
- Baumann, S. R., et al. Energy Fair Scientific Method: The Need Project [Online]. 2007.
 Available from: <http://www.need.org/needpdf/EnergyFair.pdf> [2009, January 22]
- Bayram, C. 2007. Comparison of Student' Performance on Algorithmic, Conceptual and Graphical Chemistry Gas Problems. Science Education Technology 16: 379-386.
- Berk, L. E., and Winsler, A. 1995. Scaffolding Children's Learning: Vygotsky and Early Childhood Education. Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.
- Blumenfeld, P. C., and others. 1991. A Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. Educational Psychologist 26 (summer and fall 1991).
- Boekaerts, M. 1997. Self-Regulated Learning: A New Concept Embraced by Researchers, Policy Makers, Educators, Teachers, and Students. Learning and Instruction 7(2): 161-186.
- Brock, D. L. 2000. "And the Beat Goes on--" Building Artificial Hearts in the Classroom. Science Activities 37(2): 17-20.
- Brown, J. S., Collins, A., and Duguid, S. 1989. Situated Cognition and the Culture of Learning. Educational Researcher 18(1): 32-42.
- Campbell, D. T., and Stanley, J. C. 1963. Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research. Boston: Houghton Mifflin.
- Cem, A., Carend, T., and Omer, G. 2003. Using the Conceptual Change Instruction to Improve Learning. Journal of Biological Education 37(3): 133-137.
- Cruikshank, D. R., Bainer, D. L., and Metcalf, K. K. 1995. The Act of Teaching. 5th ed.
 New York: McGraw-Hill.
- Dale Edgar. 1969. Audiovisual Methods in Teaching 3rd Edition. New York: The Dryden Press
 Holt renehart and Winston.
- David, W. J., Roger, T. J., and Edythe, J. 1994. Cooperative Learning in the Classroom. U.S.A.:
 Association for Supervision and Curriculum Development.

- DeCecco, J. P., and Crawford, W. R. 1974. The Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology. 2nd ed. Englewood: Pentice-Hall.
- Didem, K., and Necdet, S. 2009. Development of a Two-Tier Diagnostic Test to Determine Students' Understanding of Concepts in Genetic. Eurasian Journal of Educational Research 36: 227-244.
- Edward, C. P., Grandini, L., and Forman, G.E. 1993. The Hundred Languages of Children: The Reggio Emilia Approach to Early Childhood Education. Norwood, NJ: Ablex.
- Enger, R., and Yager, R. E. 2001. Assessing Student Understanding in Science: A Standards-Based K-12 handbook. Thousand Oaks, Calif: Corwin Press.
- Esen, U., and Omer, G. 2005. Effect o Conceptual Change Approach Accompanied with Concept Mapping on Understanding of Solution Concepts. Instructional Science 33: 311-339.
- Feldmad, R. S. 1990. Understanding Psychology. 5th ed. New York: McGraw-Hill.
- Frigg, R., and Hartmann, S. Models in Science. Stanford Encyclopedia of Philosophy [Online]. 2006. Available from: <http://plato.stanford.edu/entries/model-science> [2010, January 15]
- Gibson, J. T. 1980. Psychology for the Classroom. New Jersey: Prentice-Hall.
- Good, C. V. 1959. Dictionary of Education. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book.
- Good, C. V. 1973. Dictionary of Education. New York: McGraw-Hill.
- Grolnick, W. S., Kurowski, C. O., and Gurland, S. T. 1999. Family Processes and the Development of Children's Self-Regulation. Education Psychologist 34: 3-14.
- Harrison, A. G., and Treagust, D. F. 2000. A Typology of School Science Models. International Journal of Science Education 22(9): 1011-1026.
- Huseyin, K., and Sabri, K. 2007. Secondary School Students' Misconceptions about Simple Electric Circuits. Turkish Science Education 4: 67-82.
- Jacobsen, D., Eggen, P., Kauchak, D., and, C. 1985. Methods for Teaching: a Skills Approach. 2nd ed. Columbus, Ohio: Merrill.
- Jacobson, W. J., and Bergman, A. B. 1999. Science for Children a Book for Teachers. 3rd ed. Englewood Cliffts, New Jersey: Prentice Hall.
- Johnson, D.W., and Johnson, F. P. 1987. Learning Together and Alone. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall International.

- Jonhson, D. W., and Johnson, R. T. 1994. "An Overview of Cooperative Learning". Creativity and Collaborative learning. Bultimore Maryland: Pual H. Brookes.
- Katz, L. G., and Chard, S. C. Issues in Selecting Topics for Projects [Online]. 1998. Available from: <http://ericcps.crc.uiuc.edu/eece/pubs/digests/1998/katzpr98.html> [2009, April 20]
- Kirshner, D., and Whitson, J. A. 1997. Situated Cognition: Social, Semiotic, and Psychological Perspectives. Mahwah, Nj: Lawrence Erlbaum Associates.
- Klopfer, E. L. 1971. Handbook on Formative and Summative Evaluations. New York: Addison-Wesley.
- Krajcik, S. J., Czerniak, M. C., and Berger, C. 1999. Teaching Children Science: a Project-Based Approach. Boston: McGraw-Hill.
- Lankard, B. A. 1993. Parents and the School to Work Transition of Special Needs Youth. Eric Digest, Clearinghouse on Adult, Career and Vocational Education, Columbus.
- Lantz, H. B. 2004. Rubrics for Assessing Student Achievement in Science, Grades K-12. California: Thousand Oaks.
- Lapp, D., et al. 1975. Teaching and Learning: Philosophical, Psychological, Curricular Applications. New York: Macmillan.
- Lave, J., and Wenger, E. 1990. Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation. UK: Cambridge University Press.
- Lawson, A. E. 2000. What Kinds of Scientific Concepts Exist? Concept Construction and Intellectual Development in College Biology. Journal of Research in Science Teaching 9: 996-1018.
- Leager, C. R. 2007. Making Models. Science and Children 44(6): 50-52.
- Lenschow, A. 1996. Institutetional and Policy Change in the European Community: Variations in Environmental Policy Integration, PhD dissertation, Department of Politics, New York: New York University.
- Littlejohn, P. 2007. Building Leaves and an Understanding of Photosynthesis. Science Scope 30(8): 22-25.
- Loring, R. 1998. Situated Learning: Understanding Contextual. Connection: National Tech Prep Network. Waco, TX: National Tech Prep Network, Center for Occupational Research and Development.

- McClusky, F. D. 1955. Audio-Visual Teaching Techniques. Iowa: W.M.C. Brown.
- McDonald, F. J. 1960. Educational Psychology. 2nd ed. San Francisco: Wadsworth Publishing.
- Morse, W. C., and Wingo, G. M. 1955. Psychology and Teaching. Chicago: Scott, Foresman.
- Moursand, D. G. 1998. Project-Based Learning in an Information-Technology Environment.
Learning and Leading with Technology 25: 85-102.
- National Center for Mathematics and Science. Explanatory Models in Science [Online]. 2002.
Available from: <http://ncisia.wceruw.org/muse/MODELS/index.html> [2009, January 15]
- National Curriculum Board. Shape of the Australian Curriculum: Science [Online]. 2009.
Available from: <http://www.acara.edu.au/verve/resources/AustralianCurriculum-Science.PDF> [2010, March 10]
- Nehm, R. H., and Schonfeld, I. S. 2008. Measuring Knowledge of Natural Selection: A Comparison of The CINS, an Open-Response Instrument, and an Oral Interview. Journal of Research in Science Teaching 45(10): 1131-1160.
- Nitko, J. A. 2007. Educational Assessment of Students. United States of America: Pearson Prentice Hall.
- Oakley, C. R. 1994. Using Socks and Chromosomes to Illustrate Nuclear Division. The American Biology Teacher 56(4): 238-239.
- Odum, A. L., and Kelly, P. V. 2001. Integrating Concept Mapping and the Learning Cycle to Teach Diffusion and Osmosis Concept to High School Biology Student. Science Education 85: 615-635.
- Pauline, R., Deidre, T., and Raymond J. R. 2005. Modeling Photosynthesis to Increase Conceptual Understanding. Journal Biology Education 40(2): 84-88.
- Pringle, R. M. 2004. Making It Visual: Creating a Model of the Atom. Science Activities 40(4): 30-33.
- Printrich, P. R., and De Groot, E. V. 1990. Motivational and Self-Regulated Learning Components of Classroom Academic Performance. Journal of Educational Psychology 82(1): 33-40.
- Public School of North Carolina. Grade 6-8 SCIENCE CURRICULUM UNITS [Online]. 2010.
Available from: <http://www.ncpublicschools.org/curriculum/science/units/middle> [2010, March 10]
- Romey, W. D. 1968. Inquiry Techniques for Teaching Science. New Jersey: Prentice-Hall.
- Schunk, D. H. 1991. Learning Theories: An Education Perspective. New-York: Prentice Hall.

- Sends, L. B. 1956. Audio-Visual Procedures in Teaching. New York: The Ronaled Press.
- Shaklee, B. D., et al. 1997. Designing and Using Portfolios. Boston: Allyn & Bacon.
- Slavin, R. E. 1995. Cooperative Learning. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Smith, W. A., et al. 2005. Instructional design. 3rd ed. Danvers, MA: John Wiley & Sons.
- Steiner, E. 1988. Methodology of Theory Construction. Sydney: Educology Research Associates.
- Stephen. Collaborative Learning: what is it? [Online]. 1992. Available from:
<http://www/columbia/edu'k12/livetext/docs/cooplem.html> [2009, August 2]
- Sund, R. B., and Trowbridge, L. W. 1973. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. 2nd ed. Ohio: A Bell & Howell.
- Teacher Support Material. Using Models in Science Teaching and Learning [Online]. 2010.
 Available from: http://www.juniorscience.ie/jsss/Files/se_models.doc [2010, March 10]
- Weil, M., and Joyce, B. 1978. Information Processing Model of Teaching. New Jersey: Prentice-Hall.
- Wittich, W. A., and Schuller, C. F. 1957. Audio-Visual Materials. 2nd ed. New York: Harper & Brother.
- Wittich, W. A., and Schuller, C. F. 1968. Audiovisual Materials: Their Nature and Use. 4th ed. New York: Harper & Row.
- Woolfolk, A. E. 1995. Educational Psychology. 6th ed. Ohio: A Simon & Schuster.
- Zimmerman, B. J. 1998. Developing self-fulfilling cycle of academic regulation: An analysis of exemplary instructional model. In Schunk, D.H. & Zimmerman, B.J. (eds.), Self Regulated Learning From Teaching to Self-Reflective Practice. New Jersey: Guilford.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา

- | | |
|--|---|
| 1. อาจารย์ ดร.วิชัย จูทะโกสิทธิ์คานนท์ | อาจารย์ประจำภาควิชาธรณีวิทยา
คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. อาจารย์พรเทพ จันทราอุกฤษณ์ | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |
| 3. อาจารย์ลำควน ปานปาก | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ขจิต เมตตาเมธา | สาขาโครงการเทคโนโลยี
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(สสวท.) |
| 2. อาจารย์ลำควน ปานปาก | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ |
| 3. อาจารย์พรเทพ จันทราอุกฤษณ์ | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. รองศาสตราจารย์เพาว์ ยินดีสุข | อาจารย์พิเศษ
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล | อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. อาจารย์นิทัศน์ เกษรนิชวัฒนา | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสูงเม่นชนูปถัมภ์ |

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการจัดการเรียนการสอน

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. อาจารย์ชูชาติ เค่นถาวร | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ |
| 2. อาจารย์ลำควน ปานปาก | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ |

วิทยากรผู้เชี่ยวชาญทางธรณีวิทยา

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. คุณ นิคม กองโกย | เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติดอยผาหลวง
สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 13 (แพร่) |
| 2. อาจารย์วัชชัย ตันประคิษฐ์ | อาจารย์ประจำแผนกวิชาฟิสิกส์
วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีแพร่ |
| 3. คุณ คณิต สัตย์เชื้อ | นายช่างชลประทานชำนาญงาน
ฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 โครงการชลประทานแพร่ |

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดคโนทัศน์ทางธรณีวิทยา
2. แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ตัวอย่าง)

แบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา

คำชี้แจงในการทำแบบวัด

1. แบบวัดฉบับนี้มีทั้งหมด 14 หน้า จำนวนข้อสอบ 30 ข้อ
คะแนนเต็ม 60 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 45 นาที
2. ข้อสอบทุกข้อเป็นแบบเลือกตอบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ข้อคำถาม (เชิงเนื้อหา) และ เหตุผล (ในการเลือกตัวเลือกของคำตอบนั้นๆ) ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ให้ตรงกับตัวอักษรและตัวเลขที่เลือกลงในกระดาษคำตอบ หน้า 14 ตัวอย่างเช่น

ข้อ	ข้อคำถาม				เหตุผล			
	ก	ข	ค	ง	1	2	3	4
1		X						X

3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบให้ขีดฆ่าคำตอบเดิม แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในช่องคำตอบใหม่ ตัวอย่างเช่น

ข้อ	ข้อคำถาม				เหตุผล			
	ก	ข	ค	ง	1	2	3	4
1		X		X				X

4. เกณฑ์การให้คะแนน คือ
ถ้านักเรียนตอบถูกทั้งข้อคำถาม และเหตุผล ได้ 2 คะแนน ถ้านักเรียนตอบถูกเฉพาะข้อคำถาม ได้ 1 คะแนน
5. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบวัดฉบับนี้ ให้ขีดเขียนในกระดาษทดที่แจกให้เท่านั้น
6. ให้นักเรียนส่งแบบวัด และกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด

ตัวอย่าง แบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ส่วนประกอบของโลกชั้นใดมีความหนาที่สุด

- ก. เนื้อโลก
- ข. แก่นโลก
- ค. เปลือกโลก
- ง. ระหว่างแก่นโลกกับแมนเทิล

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

- 1. เป็นชั้นที่มีความหนาประมาณ 6-35 กิโลเมตร
- 2. เป็นชั้นที่มีความหนาประมาณ 3,000 กิโลเมตร
- 3. เป็นชั้นที่มีความหนาประมาณ 3,440 กิโลเมตร
- 4. เป็นชั้นที่มีความหนาประมาณ 5,000 กิโลเมตร

2. นักเรียนคิดว่าการทรุดตัวของแผ่นดินในเขตกรุงเทพมหานครเกิดจากสาเหตุใด

- ก. การสร้างถนน
- ข. การขุดเจาะน้ำบาดาล
- ค. การเจาะอุโมงค์รถไฟใต้ดิน
- ง. การก่อสร้างคอนโดมิเนียม

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

- 1. ทำให้เกิดการพังทลายของหน้าดินจากการสีกกร่อน
- 2. ทำให้เปลือกโลกถูกทำลายเกิดความเสียหายอย่างช้าๆ
- 3. ทำให้แผ่นดินต้องแบกรับน้ำหนักของสิ่งปลูกสร้างมากขึ้น
- 4. ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอนในชั้นหิน

3. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้แผ่นธรณีภาคมีการเคลื่อนที่

- ก. หินหนืดในชั้นเนื้อโลก
- ข. แร่ธาตุในแก่นโลกชั้นใน
- ค. หินแข็งในชั้นเปลือกโลก
- ง. ของเหลวในแก่นโลกชั้นนอก

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

1. แผ่นเปลือกโลกจะเคลื่อนที่ตามแรงดันของแร่ธาตุในชั้นแก่นโลก
2. แผ่นเปลือกโลกจะเคลื่อนที่ตามการไหลวนอย่างช้าๆ ของหินหนืด
3. แผ่นเปลือกโลกจะเคลื่อนที่ตามการหดและขยายตัวของชั้นหินแข็ง
4. แผ่นเปลือกโลกจะเคลื่อนที่ตามแรงดันของของเหลวในชั้นแก่นโลก

4. “บริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นธรณีภาคเป็นบริเวณที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวได้มาก” ข้อความนี้หมายความว่าอย่างไร

- ก. ไม่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวในแผ่นธรณีภาคบริเวณอื่น
- ข. บริเวณรอยต่อเป็นบริเวณที่แผ่นธรณีภาคเคลื่อนที่แยกออกจากกัน
- ค. มีการหดและขยายตัวของแผ่นธรณีภาคบริเวณรอยต่อมากกว่าบริเวณอื่น
- ง. แผ่นธรณีภาคบริเวณรอยต่อมีโอกาสกระทบกระทั่งกันได้ง่ายกว่าบริเวณอื่น

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

1. การเกิดแผ่นดินไหวจะเกิดเฉพาะบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นธรณีภาคเท่านั้น
2. การเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกทำให้แผ่นธรณีภาคเกิดการชนกันอย่างรุนแรง
3. การชนกันหรือแยกออกจากกันของแผ่นธรณีภาคมีโอกาสเกิดบริเวณนี้มากที่สุด
4. การหดตัวและการขยายตัวของแผ่นธรณีภาคเป็นสาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหว

5. “ภูเขาไฟมีโอกาสเกิดขึ้นได้มากโดยเฉพาะบริเวณที่มีการมุดตัวของแผ่นธรณีภาคลงไปได้ แผ่นธรณีภาคอีกแผ่น” จากข้อความดังกล่าวประโยคที่ขีดเส้นใต้ หมายถึงบริเวณใด

- ก. มีโอกาสเกิดภูเขาไฟระเบิดได้ทุกบริเวณ
- ข. ตรงแนวรอยต่อระหว่างแผ่นธรณีภาค
- ค. ตรงขอบทวีปที่รองรับด้วยแผ่นธรณีภาค
- ง. ตรงกลางทวีปที่รองรับด้วยแผ่นธรณีภาค

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

1. หินหนืดจะดันแทรกตัวขึ้นมาตามรอยแยกง่ายกว่าบริเวณอื่น
2. หินหนืดจะมีความร้อนสูงบริเวณที่มีการมุดตัวของแผ่นธรณีภาค
3. หินหนืดจะมีอุณหภูมิและแรงดันบริเวณขอบทวีปสูงกว่าบริเวณอื่น
4. หินหนืดจะมีอุณหภูมิและแรงดันบริเวณใจกลางทวีปสูงกว่าบริเวณอื่น

6. ข้อความดังต่อไปนี้ เป็นสาเหตุของการเกิดภูเขาไฟ

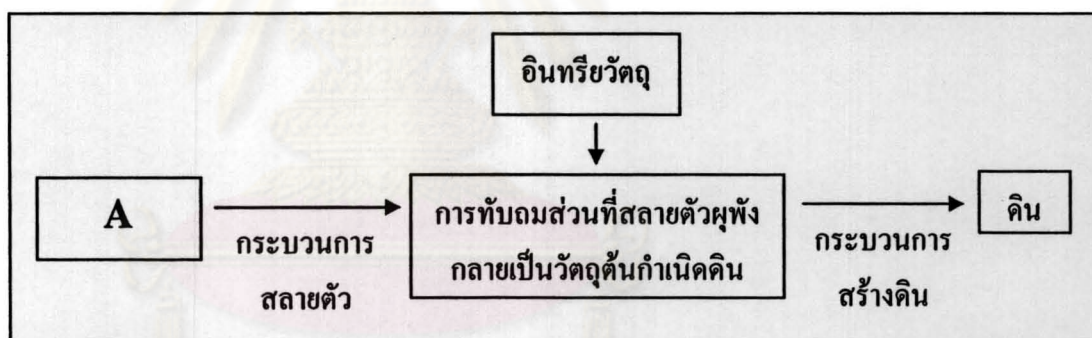
“ส่วนที่แข็งของผิวโลกยังคงอยู่ ส่วนที่อ่อนถูกกัดกร่อน และถูกทำลายไป ทำให้เกิดการสึกกร่อนซึ่งมากน้อยแตกต่างกันไปตามความแข็งแกร่งของผิวโลก”

- ก. ภูเขาหิมาลัย
- ข. เทือกเขาภูพาน
- ค. เทือกเขาบรรทัด
- ง. ภูกระดึง จังหวัดเลย

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

- 1. เกิดจากการยกตัวของทวีป
- 2. เกิดจากการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค
- 3. เกิดจากการดันตัวของหินหนืดใต้ผิวโลก
- 4. เกิดจากการสึกกร่อนของผิวโลกที่แตกต่างกัน

ให้พิจารณาแผนภาพดังกล่าว แล้วตอบคำถามในข้อ 7



7. จากแผนภาพ A คือ สารในข้อใด

- ก. ฮิวมัส
- ข. หินดินดาน
- ค. หินและแร่
- ง. ซากพืชซากสัตว์

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

- 1. เป็นสารอาหารที่พืชต้องการ
- 2. เป็นสารที่ช่วยในการย่อยสลาย
- 3. เป็นสารที่สำคัญในวัตถุต้นกำเนิดดิน
- 4. เป็นสารที่เน่าเปื่อยสลายปนอยู่ในดิน

8. “ขนาดอนุภาคของดินค่อนข้างใหญ่ มีความพรุนมาก ไม่อุ้มน้ำ น้ำซึมผ่านได้ง่าย และอากาศถ่ายเทได้สะดวก” ข้อความดังกล่าว เป็นสมบัติใดของดิน

- ก. ค่า pH ของดิน
- ข. ลักษณะเนื้อดิน
- ค. ความพรุนของดิน
- ง. ความหนาแน่นของดิน

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

- 1. เป็นสมบัติที่แสดงถึงผิวเนื้อสัมผัสของเนื้อดิน
- 2. เป็นสมบัติที่แสดงถึงลักษณะทางกายภาพของเนื้อดิน
- 3. เป็นสมบัติที่แสดงถึงสภาพความเป็นกรด-เบสของดิน
- 4. เป็นสมบัติที่แสดงถึงลักษณะของช่องว่างระหว่างเม็ดดิน

ให้พิจารณาแผนภาพดังกล่าว แล้วตอบคำถามในข้อ 9



ชั้น O
ชั้น A
ชั้น B
ชั้น C

9. ดินชั้นใด มีเนื้อดินแน่น ความชื้นสูง ส่วนมากเป็นดินเหนียว

- ก. ชั้น O
- ข. ชั้น A
- ค. ชั้น B
- ง. ชั้น C

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

- 1. เป็นชั้นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช
- 2. เป็นชั้นดินที่มีการสะสมของตะกอนและแร่ ที่ถูกชะล้างมาจากดินชั้นบน
- 3. เป็นชั้นดินที่มีหินผุและเศษหินที่แตกหักจากหินดินดานที่เกิดอยู่ในพื้นที่นั้นๆ
- 4. เป็นชั้นดินที่ประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวแล้วคลุกเคล้ากับแร่ธาตุในดิน

10. ข้อความดังต่อไปนี้เป็นกระบวนการเกิดของหินชนิดใด

“เกิดจากการหลอมของหินต่างๆ ที่ผิวโลก เกิดการพัดพา ทับถม และอัดตัวของกรวดทราย เศษหิน และดิน โดยมีวัตถุประสานในธรรมชาติ เช่น ซิลิกา เหล็กออกไซด์ แคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น ทำหน้าที่เป็นตัวประสานให้เนื้อตะกอนติดกัน”

- ก. หินแปร
- ข. หินอัคนี
- ค. หินอ่อน
- ง. หินตะกอน

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

- 1. เป็นกระบวนการที่ทำให้หินมีทั้งชนิดที่มีรูปผลึกและที่ไม่มีรูปผลึก
- 2. เป็นกระบวนการที่ทำให้หินมีทั้งลักษณะเนื้อละเอียดและเนื้อหยาบ
- 3. เป็นกระบวนการที่ทำให้โครงสร้างของหินเกิดการเรียงตัวใหม่เป็นริ้วขนาน
- 4. เป็นกระบวนการที่ทำให้หินมีลักษณะเป็นชั้นๆ มีความหนาแน่นแตกต่างกัน

11. “การนำก้อนแร่ไปขีดบนแผ่นกระเบื้องที่ยังไม่ได้เคลือบ จะเห็นสีของรอยขีดติดอยู่บนกระเบื้อง” ข้อความดังกล่าวเป็นการตรวจสอบสมบัติใดของแร่

- ก. รูปผลึก
- ข. สีผงละเอียด
- ค. ความแข็งของแร่
- ง. ความหนาแน่นและความถ่วงจำเพาะ

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

- 1. เป็นการตรวจสอบความคงทนของแร่ต่อการขีดขีดวัตถุอื่น
- 2. เป็นการตรวจสอบความหนาแน่นของสารภายใต้สภาวะเดียวกัน
- 3. เป็นการตรวจสอบรูปผลึกของแร่ที่อาจมีรูปเดียวหรือหลายรูปก็ได้
- 4. เป็นการตรวจสอบสีของผงแร่ซึ่งแร่แต่ละชนิดจะมีสมบัติเฉพาะตัว

12. ข้อใดไม่ใช่กระบวนการเกิดของเชื้อเพลิงปิโตรเลียม

- ก. เกิดจากการสะสมทับถมของซากพืชซากสัตว์ทั้งบนบกและในทะเล
- ข. เกิดการย่อยสลายกลายเป็นสารอินทรีย์ และสะสมอยู่ในตะกอนดิน
- ค. เกิดจากการสะสมตัวของซากพืชบกตามธรรมชาติในแอ่งตะกอนน้ำตื้น
- ง. มีความร้อนและความดันภายในโลกเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการเปลี่ยนแปลง

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

1. สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายแล้วจะไปสะสมอยู่ในชั้นดินและชั้นหิน
2. การสะสมทับถมของซากพืชซากสัตว์จะเกิดขึ้นทั้งบนบกและในทะเล
3. การสะสมตัวของซากที่ขบกดตามธรรมชาติจะเกิดขึ้นในแอ่งตะกอนน้ำตื้น
4. มีเพียงความร้อนภายในโลกเท่านั้นที่เป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการเปลี่ยนแปลง

13. ข้อใดคือแหล่งน้ำบนดินทั้งหมด

- ก. น้ำบาดาล แม่น้ำ หนอง บึง
- ข. ทะเล แม่น้ำ ลำคลอง เขื่อน
- ค. แม่น้ำ น้ำบ่อ ทะเล มหาสมุทร
- ง. อ่างเก็บน้ำ ทะเล น้ำบ่อ ลำห้วย

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

1. เป็นแหล่งน้ำที่อยู่บนพื้นโลก น้ำสามารถซึมผ่านชั้นหินได้เล็กน้อย
2. เป็นแหล่งน้ำที่อยู่บนพื้นโลก ระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ
3. เป็นแหล่งน้ำที่อยู่บนพื้นโลก เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และที่เกิดจากมนุษย์สร้างขึ้น
4. เป็นแหล่งน้ำที่อยู่บนพื้นโลก เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ระดับน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล

14. “น้ำที่ซึมอยู่ในดินผ่านชั้นหินที่น้ำซึมผ่านได้ยาก ลงไปอยู่ในช่องว่างของชั้นหินที่มีรูพรุน”

ข้อความนี้เป็นการเกิดของแหล่งน้ำชนิดใด

- ก. แหล่งน้ำฝน
- ข. แหล่งน้ำผิวดิน
- ค. แหล่งน้ำในดิน
- ง. แหล่งน้ำบาดาล

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

1. เป็นน้ำที่ไม่สามารถซึมผ่านชั้นหินลงไปได้
2. เป็นน้ำที่ซึมอยู่ตามชั้นอินทรีย์วัตถุที่มีเศษใบไม้ปกคลุม
3. เป็นน้ำที่ซึมลงไปผ่านชั้นดินและซึมตามรอยแยกของหิน
4. เป็นน้ำที่ตกลงสู่พื้นดินแล้วถูกเก็บสะสมไว้ในชั้นดินและชั้นหิน

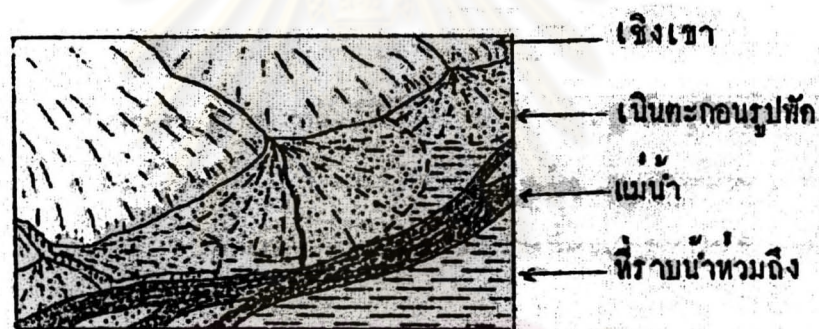
15. คำว่า “น้ำไม่มีวันหมดไปจากโลก” หมายความว่าอย่างไร

- ก. น้ำมีอยู่มากมาย
- ข. น้ำมีปริมาณไม่คงที่
- ค. น้ำไม่สูญหายไปไหน
- ง. น้ำมีการหมุนเวียนเปลี่ยนสถานะ

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

- 1. น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ไม่มีวันหมด
- 2. น้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอน้ำสู่บรรยากาศ
- 3. น้ำจะเปลี่ยนสถานะและหมุนเวียนกลับมายังพื้นโลกเป็นวัฏจักร
- 4. ผิวโลกมีพื้นน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 2 ใน 4 ส่วนของพื้นที่ทั้งหมด

ให้พิจารณาภาพดังกล่าว แล้วตอบคำถามในข้อ 16



16. “การทับถมของตะกอนรูปพัด” ข้อความนี้มีกระบวนการเกิดอย่างไร

- ก. เกิดการทับถมตะกอนที่ไหลจากภูเขาสู่ที่ราบที่ต่ำกว่า โดยมีที่ราบลุ่มรองรับ
- ข. เกิดจากการทับถมของตะกอนที่บริเวณปากแม่น้ำ โดยกระแสน้ำเริ่มเคลื่อนที่ช้าลง
- ค. เกิดจากการทับถมของตะกอนที่บริเวณปากแม่น้ำ โดยกระแสน้ำเริ่มเคลื่อนที่เร็วขึ้น
- ง. เกิดการทับถมตะกอนที่ไหลจากภูเขาสู่ที่ราบที่ต่ำกว่า โดยมีร่องน้ำขนาดใหญ่รองรับ

เหตุผลที่เลือกตอบข้อดังกล่าวเพราะ

- 1. กระแสน้ำเคลื่อนที่เร็ว ตะกอนจะสะสมและพัดพาขึ้นออกไปในน้ำ
- 2. ร่องน้ำขนาดใหญ่ การสะสมของตะกอนจะสูงขึ้นเป็นรูปกรวยหงาย
- 3. ที่ราบลุ่มจะมีการทับถมและสะสมของตะกอนสูงขึ้นเป็นรูปกรวยหงาย
- 4. กระแสน้ำที่เคลื่อนที่ช้า ตะกอนจะสะสมและทับถมงอกขึ้นออกไปในน้ำ

(ตัวอย่าง)

แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

ชื่อแบบจำลอง กลุ่มที่

ชื่อสมาชิกกลุ่ม
.....

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนน
	ดี (3)	พอใช้ (3)	ควรปรับปรุง (1)	
ตอนที่ 1 การปฏิบัติงาน				
1. การออกแบบโครงสร้างแบบจำลอง	- มีภาพวาดโครงร่างของแบบจำลอง ที่ระบุถึงรายละเอียดที่ชัดเจน ได้แก่ 1) ชื่อแบบจำลอง 2) ขนาด 3) สี 4) ประเภทของวัสดุที่ใช้ และ 5) แหล่งที่มา	- มีภาพวาดโครงร่างของแบบจำลอง ที่ระบุถึงรายละเอียดที่ชัดเจน จำนวน 3 ใน 5 ข้อ	- มีภาพวาดโครงร่างของแบบจำลอง ที่ระบุถึงรายละเอียดที่ชัดเจน จำนวน น้อยกว่า 3 ข้อ	
2. การระบุขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง	- ระบุวิธีการสร้างแบบจำลองเป็นลำดับขั้นตอน และการเขียนอธิบายชัดเจน	- ระบุวิธีการสร้างแบบจำลองเป็นลำดับขั้นตอน แต่การเขียนอธิบายไม่ชัดเจน	- ระบุวิธีการสร้างแบบจำลองไม่เป็นลำดับขั้นตอน และการเขียนอธิบายไม่ชัดเจน	
3. การดำเนินการสร้างแบบจำลอง	- ดำเนินการสร้างแบบจำลองตามวิธีการ และขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องทุกขั้นตอน	- ดำเนินการสร้างแบบจำลองไม่เป็นไปตามขั้นตอน หรือไม่ครบถ้วน โดยข้ามขั้นตอนไป 1-2 ขั้นตอน	- ดำเนินการสร้างแบบจำลองไม่เป็นไปตามขั้นตอน หรือไม่ครบถ้วน โดยข้ามขั้นตอนไปมากกว่า 2 ขั้นตอนขึ้นไป	
4. การปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลา	- สร้างแบบจำลองได้สำเร็จตรงตามเวลาที่กำหนด	- สร้างแบบจำลองได้สำเร็จ แต่ล่าช้ากว่าเวลาที่กำหนดไม่เกิน 3 วัน	- สร้างแบบจำลองได้สำเร็จ แต่ล่าช้ากว่าเวลาที่กำหนด เกินกว่า 3 วันขึ้นไป	114

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนน
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)	
ตอนที่ 2 คุณภาพของผลงาน				
5. ความถูกต้องตามหลักการ /กระบวนการทางธรณีวิทยา	- แสดงการเกิด หรือการเปลี่ยนแปลง และลำดับของเหตุการณ์ ทางธรณีวิทยาได้ถูกต้องทั้งหมด	- แสดงการเกิด หรือการเปลี่ยนแปลง และลำดับของเหตุการณ์ ทางธรณีวิทยาได้ถูกต้องบางส่วน แต่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50	- แสดงการเกิด หรือการเปลี่ยนแปลง และลำดับของเหตุการณ์ ทางธรณีวิทยาได้ไม่ถูกต้อง หรือถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 50	
6. ความครบถ้วนของแบบจำลอง	- แสดงโครงสร้าง และกระบวนการ หรือเหตุการณ์ ตามหลักการธรณีวิทยาได้ครบถ้วนทั้งหมด	- แสดงโครงสร้าง และกระบวนการ หรือเหตุการณ์ ตามหลักการธรณีวิทยาได้บางส่วนหรือไม่ครบถ้วน แต่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50	- แสดงโครงสร้าง และกระบวนการ หรือเหตุการณ์ ตามหลักการธรณีวิทยาไม่ครบถ้วน หรือครบถ้วนน้อยกว่าร้อยละ 50	
7. การเลือกใช้วัสดุสร้างแบบจำลอง	- เลือกวัสดุธรรมชาติ ย่อยสลายง่าย และใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น	- เลือกวัสดุธรรมชาติ ย่อยสลายง่าย แต่ไม่ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น	- เลือกวัสดุสังเคราะห์ ย่อยสลายยาก และไม่ใช่วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น	
8. การใช้งบประมาณ	- ค่าใช้จ่ายในการสร้างแบบจำลองไม่เกินงบประมาณที่กำหนดให้	- ค่าใช้จ่ายในการสร้างแบบจำลองเกินงบประมาณที่กำหนดให้ แต่ไม่เกินร้อยละ 50	- ค่าใช้จ่ายในการสร้างแบบจำลองเกินงบประมาณที่กำหนดให้ โดยมากกว่าร้อยละ 50	
9. ความสมจริงของแบบจำลอง	- แบบจำลองได้สัดส่วน มีความคงทน มีสีสันทัน และลักษณะเหมือน หรือคล้ายของจริงมาก	- แบบจำลองได้สัดส่วน มีความคงทน แต่สีสันทัน และลักษณะอาจไม่เหมือน หรือคล้ายของจริงมากนัก	- แบบจำลองไม่ได้สัดส่วน ไม่มีความคงทน มีสีสันทัน และลักษณะไม่เหมือน หรือคล้ายของจริงเลย	
10. ความคิดสร้างสรรค์	- แบบจำลองมีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับสิ่งที่ผู้อื่นได้เคยสร้างมาก่อน	- แบบจำลองมีความแปลกใหม่เพียงบางส่วน โดยยังมีบางส่วนซ้ำกับที่ผู้อื่นเคยสร้างมาก่อน	- แบบจำลองไม่มีความแปลกใหม่ และซ้ำกับสิ่งที่ผู้อื่นเคยสร้างมาก่อน	
คะแนนรวม				

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้รัชฉนิวิทยาด้วย
รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้รัชฉนิวิทยาแบบปกติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการจัดการเรียนรู้ธรณีวิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิชา วิทยาศาสตร์

เวลา 400 นาที (8 คาบเรียน)

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

มาตรฐาน ว 6.1 (3/2) สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติของโลก และกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์ ผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ซึ่งส่งผลต่อการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 6.1 (3/3) สืบค้นข้อมูล สำรวจ ตรวจสอบ อภิปรายและอธิบาย เกี่ยวกับส่วนประกอบของโลก และทรัพยากรธรณีโลก

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์
2. อธิบาย และยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม
3. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพส่วนประกอบของโลก

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกส่วนประกอบของโลก และเขียนแผนภาพส่วนประกอบของโลกได้
2. ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ได้
3. อธิบายสาเหตุการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคได้
4. ระบุชื่อและตำแหน่งของแผ่นธรณีภาคขนาดใหญ่ทั้ง 6 แผ่นได้
5. อธิบายสาเหตุและผลกระทบของการเกิดแผ่นดินไหวได้
6. อธิบายสาเหตุของการเกิดภูเขาไฟได้
7. ระบุรูปแบบหรือลักษณะของการเกิดภูเขาไฟได้

8. อธิบายกระบวนการเกิดภูเขาไฟ
9. ออกแบบและสร้างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกได้

สาระสำคัญ

ส่วนประกอบของโลกแบ่งเป็น 3 ชั้น ได้แก่ 1) ชั้นเปลือกโลก (Crust) เป็นส่วนที่อยู่ชั้นนอกของโลกที่บางที่สุด และเป็นส่วนของพื้นดินที่ใช้ในการเพาะปลูก เป็นแหล่งน้ำ และแร่ต่างๆ 2) ชั้นเนื้อโลก (Mantle) เป็นชั้นที่ถัดลงไปจากชั้นเปลือกโลก ประกอบด้วยหินหนืด (แมกมา) อุณหภูมิสูง และ 3) ชั้นแก่นโลก (Core) เป็นชั้นที่อยู่ในสุด และมีอุณหภูมิสูงที่สุด แบ่งเป็นแก่นโลกชั้นนอกที่เป็นของเหลวร้อน และแก่นโลกชั้นในที่เป็นของแข็ง

ในส่วนของชั้นเปลือกโลก มนุษย์ได้อาศัยสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติเพื่อเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและทำมาหากิน ในบางครั้งการกระทำของมนุษย์ทำให้เปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่น การขุดเจาะลงในชั้นดิน หิน เพื่อวางระบบฐานของสิ่งก่อสร้าง หรือการทดลองระเบิดปรมาณู เป็นต้น ซึ่งการกระทำเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของชั้นเปลือกโลก โดยชั้นเปลือกโลก ประกอบไปด้วยแผ่นธรณีภาคขนาดใหญ่จำนวน 6 แผ่น ได้แก่ 1) แผ่นยูเรเชีย 2) แผ่นอเมริกา 3) แผ่นแปซิฟิก 4) แผ่นออสเตรเลีย 5) แผ่นแอนตาร์กติกา และ 6) แผ่นแอฟริกา และแผ่นขนาดเล็กอีกมากมาย

โดยแผ่นธรณีภาคจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาในลักษณะแยกออกจากกัน และเข้าชนกัน โดยมีสาเหตุมาจากการเคลื่อนที่ของหินหนืด และแรงดันของหินหนืดในชั้นเนื้อโลก การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่อส่วนประกอบของโลก ตัวอย่างเช่น การเกิดภูเขา เกิดจากหลายสาเหตุหลัก ดังนี้ 1) การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค 2) การยกตัวขึ้นของทวีป 3) การดันตัวของหินหนืดใต้ผิวโลก 4) ผิวโลกถูกแรงบีบอัดจนโค้งงอ และ 5) การสั่นไหวของผิวโลกที่แตกต่างกัน การเกิดแผ่นดินไหว เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกอย่างฉับพลัน โดยมีสาเหตุจากการขยายตัวและหดตัวของแผ่นธรณีภาคที่แตกต่างกัน ทำให้แผ่นธรณีภาคเกิดการเคลื่อนที่แยกออกจากกัน ชนกัน หรือสวนทางกัน ส่งผลให้แผ่นเปลือกโลกทรุดตัว กระแทก ฉีกขาด และเกิดการเคลื่อนที่ตามแนวระดับไปยังบริเวณรอบๆ ในรูปของคลื่น การเกิดภูเขาไฟ เกิดจากหินหนืดในชั้นแมนเทิลที่เรียกว่า แมกมา ที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ดันตัวขึ้นตามรอยแตก และแทรกตัวขึ้นมาสู่ผิวโลก เกิดการประทุของลาวาที่รุนแรง ออกมาทางปล่องแล้วพุ่งสู่อวกาศแล้วเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นการเตรียมบริบทตามสภาพจริง (150 นาที)

1.1 ครูแสดงภาพโลกให้นักเรียนดูแล้วนำเข้าสู่เรื่องที่จะเรียนรู้โดยใช้คำถามดังต่อไปนี้ 1) นักเรียนสังเกตเห็นพื้นผิวโลกของเรามีลักษณะอย่างไร 2) นักเรียนคิดว่าภายในโลกจะมีลักษณะเหมือนกับผิวนอกโลกที่เราเห็นหรือไม่ อย่างไร 3) แผ่นธรณีภาคติดกันเป็นแผ่นเดียวกันหรือไม่ อย่างไร 4) เมื่อเวลาผ่านไปแผ่นธรณีภาคจะมีการเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร และ 5) การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคน่าจะส่งผลกระทบต่อการศึกษาการเกิดปรากฏการณ์ใดได้บ้าง

1.2 ครูกล่าวต่อไปว่าเราจะไปหาคำตอบในข้อคำถามข้างต้น และเรียนรู้เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง จากการไปทัศนศึกษาที่ภูเขาหินปะการัง ในอุทยานแห่งชาติคอยผากลอง อำเภอคลอง จังหวัดแพร่

1.3 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มกลุ่มละ 6 คน จากนั้นนำนักเรียนอภิปรายเพื่อร่วมกันวางแผนการดำเนินการ รวมทั้งการเตรียมการก่อนการเดินทางไปทัศนศึกษา

1.4 ครูชี้แจงกำหนดการเดินทาง ประเด็นที่ศึกษา วิธีการศึกษาค้นคว้า และงานที่ได้รับมอบหมาย เพื่อให้เข้าใจถูกต้องตรงกัน

1.5 เมื่อถึงวันและเวลาที่กำหนดไว้ ครูทบทวนงานที่แต่ละกลุ่มได้รับมอบหมาย และคำถามที่นักเรียนต้องร่วมกันหาคำตอบอีกครั้ง และออกเดินทางไปยังภูเขาหินปะการัง ในอุทยานแห่งชาติคอยผากลอง อำเภอคลอง จังหวัดแพร่

1.6 เมื่อไปถึงศูนย์บริการนักท่องเที่ยวของภูเขาหินปะการัง ครูแนะนำให้นักเรียนรู้จักวิทยากร และเจ้าหน้าที่ของอุทยานแห่งชาติคอยผากลอง ที่จะให้ความรู้และช่วยดูแลนักเรียนตลอดเส้นทางการเดินทางจากศูนย์บริการนักท่องเที่ยวขึ้นไปจนถึงภูเขาหินปะการังระยะทางประมาณ 1.2 กิโลเมตร

1.7 ครูให้วิทยากรแนะนำสถานที่ และสิ่งที่ควรปฏิบัติในการเดินทาง หลังจากนั้นนำนักเรียนเดินตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติ โดยให้นักเรียนฟังการบรรยายของวิทยากร และลักษณะทางกายภาพของภูเขาหินปะการัง รวมทั้งศึกษาข้อมูลจากป้ายความรู้ริมทางเดิน แล้วบันทึกผลการศึกษาในแบบบันทึกผลการศึกษาดูตามเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติภูเขาหินปะการัง และบันทึกข้อมูลอื่นๆ ลงในสมุดบันทึกของนักเรียน

1.8 หลังจากนักเรียนลงมาจากภูเขาหินปะการังครบทุกกลุ่มแล้ว ครูนำนักเรียนเข้ามาในอาคารเพื่อฟังการบรรยายของวิทยากรในหัวข้อ เรื่องโครงสร้างของโลก การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก โดยให้นักเรียนบันทึกลงในแบบบันทึกการฟังบรรยายจากวิทยากรและบันทึกประเด็นสำคัญลงในสมุดบันทึก

1.9 ครุณำนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการศึกษาที่ได้จากการสังเกตจากภูเขาหินปะการัง และจากการบรรยายของวิทยากร จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความรู้ในรูปแบบของแผนผังมโนทัศน์ ในกระดาษฟลิปชาร์ต และให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแผนผังมโนทัศน์ของกลุ่มตัวเอง โดยให้ เวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 5 นาที

1.10 ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง โดยให้เวลาในการทำ แบบทดสอบจำนวน 15 นาที หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้ง ชักถามข้อสงสัย หลังจากนั้นครูพานักเรียนเดินทางกลับ

2. ขั้นการตั้งเป้าหมาย (50 นาที)

2.1 ครุณำนักเรียนอภิปราย เพื่อทบทวนความรู้ที่ได้จากการไปทัศนศึกษา และนำไปสู่การ สร้างแบบจำลองโดยใช้คำถามดังนี้ 1) จากผลของข้อความรู้ที่ได้จากการไปทัศนศึกษา นักเรียนเกิด ข้อความรู้อย่างไรบ้าง 2) ข้อความรู้อย่างกล่าว สามารถนำมาแสดงออกโดยการประดิษฐ์หรือสร้างแบบจำลอง ได้อย่างไรบ้าง

2.2 ครุณำนักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อกำหนดแบบจำลองที่แต่ละกลุ่มจะสร้าง และระบุ เหตุผลของการสร้างแบบจำลองดังกล่าว โดยครูได้กำหนดหัวข้อเพื่อสร้างแบบจำลองจำนวน 5 หัวข้อ ได้แก่

- 1) ส่วนประกอบของโลก
- 2) การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค
- 3) การเกิดภูเขา
- 4) การเกิดแผ่นดินไหว
- 5) การเกิดภูเขาไฟ

โดยให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมาจับฉลากเลือกหัวข้อ เพื่อนำไปสร้างแบบจำลอง ซึ่งครู ให้เวลาในการสร้างแบบจำลองประมาณ 2 สัปดาห์

2.3 ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนชื่อแบบจำลองที่นักเรียนจะสร้าง ชื่อสมาชิกในกลุ่ม และประโยชน์ที่จะได้รับการสร้างแบบจำลอง แล้วแจ้งให้ครูทราบในคาบต่อไป

3. ขั้นการวางแผนและการดำเนินการ (100 นาที)

3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอชื่อแบบจำลอง ชื่อสมาชิกในกลุ่ม และประโยชน์ ที่จะได้รับการสร้างแบบจำลองให้เพื่อนแต่ละกลุ่มทราบ

3.2 ครุณำนักเรียนอภิปรายถึงเกณฑ์ในการประเมินแบบจำลอง และร่วมกันสร้างแบบประเมินแบบจำลองของห้อง

3.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบจำลอง การออกแบบโครงร่างของแบบจำลอง การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ กำหนดระยะเวลาในการสร้างแบบจำลอง และแบ่งหน้าที่การทำงานภายในกลุ่ม

3.4 ครูแนะนำแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับ โลก และการเปลี่ยนแปลง และการสร้างแบบจำลอง เพื่อให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังต่อไปนี้

1) หนังสือ

- ธรณีวิทยาทั่วไป ของ สุวิทย์ โมณะตระกูล
- ธรณีวิทยา ของ อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ
- การสร้างแบบจำลอง ทางสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และการออกแบบของ ศาคร กันธโชติ

2) เว็บไซต์

- ส่วนประกอบของโลก
http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth02.htm
- การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค
http://science.knw.ac.th/bt_1-2/continental_dri/bt_2.htm
(ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)
- การเกิดภูเขา
<http://www.prc.msu.ac.th/th2007/komsorn/Earth/07mo.pdf>
- การเกิดแผ่นดินไหว
http://science.knw.ac.th/bt_1-2/continental_dri/Earth_quake/p-s%20wave.htm
(ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)
- การเกิดภูเขาไฟ
http://science.knw.ac.th/bt_1-2/continental_dri/Earth_quake/p-s%20wave.htm
(ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

3.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนการทำงานส่งครู และเริ่มดำเนินการสร้างแบบจำลองตามแผนการที่กำหนดไว้

3.6 ครูและผู้เชี่ยวชาญ ให้คำแนะนำในระหว่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแบบจำลอง

4. ขั้นตอนการติดตามและประเมินผล (100 นาที)

- 4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานความก้าวหน้าของการดำเนินการสร้างแบบจำลองให้กับครูและผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาเป็นระยะๆ เพื่อให้คำแนะนำ และปรับปรุงแก้ไข
- 4.2 ครูและผู้เชี่ยวชาญร่วมกันตรวจสอบการสร้างแบบจำลอง พร้อมทั้งให้คำแนะนำ
- 4.3 ครูให้นักเรียนปรับปรุงผลงาน และดำเนินงานจนได้ผลงานที่เสร็จสมบูรณ์
- 4.4 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดแสดงแบบจำลอง พร้อมทั้งบรรยายละเอียด ซึ่งได้แก่ ชื่อแบบจำลอง สมาชิกภายในกลุ่ม วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ สาธิตและอธิบายคุณลักษณะของแบบจำลองของตนเอง ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง
- 4.5 ครูและผู้เชี่ยวชาญร่วมกันประเมินผลงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม รวมทั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินผลงานของกลุ่มอื่น

สื่อการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

1. แบบบันทึกผลการศึกษาตามเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติภูเขาหินปะการัง
2. แบบบันทึกการฟังบรรยาย เรื่อง โครงสร้างของโลก การเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก
3. กระดาษฟลิปชาร์ต
4. ปากกาเคมี
5. คอมพิวเตอร์ และ LCD
6. แบบทดสอบ เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง

แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือ
 - ธรณีวิทยาทั่วไป ของ สุวิทย์ โมนะตระกูล
 - ธรณีวิทยา ของ อภิสิทธิ์ เอี่ยมหล่อ
 - การสร้างแบบจำลอง ทางสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และการออกแบบของ ศาคร คันธโชติ
2. เว็บไซต์
 - ส่วนประกอบของโลก

http://dusithost.dusit.ac.th/~sci_instrument/sci6/3earth02.htm

- การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค

http://science.knw.ac.th/bt_1-2/continental_dri/bt_2.htm

(ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

- การเกิดภูเขา

<http://www.prc.msu.ac.th/th2007/komsorn/Earth/07mo.pdf>

- การเกิดแผ่นดินไหว

http://science.knw.ac.th/bt_1-2/continental_dri/Earth_quake/p-s%20wave.htm

(ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

- การเกิดภูเขาไฟ

http://science.knw.ac.th/bt_1-2/continental_dri/Earth_quake/p-s%20wave.htm

(ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

3. ภูเขาหินปะการัง ในอุทยานแห่งชาติคอยผากลอง อำเภอคลอง จังหวัดแพร่
4. วิทยาการ และเจ้าหน้าที่ของอุทยานแห่งชาติคอยผากลอง

การประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตจากการอภิปราย และแสดงความคิดเห็นของนักเรียน
2. ประเมินจากผังมโนทัศน์
3. ประเมินจากการทำแบบทดสอบ
4. ประเมินจากแผนการทำงาน of นักเรียน
5. ประเมินจากการสร้างแบบจำลองของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกผลการศึกษาตามเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติภูเขาค้อ

คำสั่ง ให้นักเรียนบันทึกผลการศึกษาในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ลักษณะทางกายภาพของภูเขาค้อมีลักษณะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ภูเขาค้อเกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนวาดรูปภูเขาค้อที่นักเรียนสังเกตเห็นบนจุดชมวิวลงในช่องว่างดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**แบบบันทึกการฟังการบรรยาย เรื่อง โครงสร้างของโลก การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค
และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก**

คำสั่ง ให้นักเรียนบันทึกการฟังบรรยายตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ส่วนประกอบของโลก แบ่งเป็นกี่ชั้น ประกอบด้วยชั้นอะไรบ้าง

.....

.....

2. แผ่นธรณีภาคขนาดใหญ่แบ่งออกเป็นกี่แผ่น อะไรบ้าง

.....

.....

.....

3. ลักษณะการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค มีกี่ลักษณะ อะไรบ้าง

.....

.....

.....

4. สาเหตุของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคมีกี่สาเหตุ อะไรบ้าง

.....

.....

.....

5. การเกิดภูเขา เกิดจากสาเหตุใด

.....

.....

.....

.....

6. เทือกเขาในจังหวัดแพร่ เกิดจากสาเหตุใด

.....

.....

7. แผ่นดินไหว เกิดจากสาเหตุใด

.....

.....

.....

.....

8. บริเวณใดที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวได้มากที่สุด

.....

.....

9. ภูเขาไฟ เกิดจากสาเหตุใด

.....

.....

.....

.....

10. ภูเขาไฟมีโอกาสดังขึ้นได้มากที่สุดที่บริเวณใด

.....

.....

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบ เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ถ้าข้อใดถูกต้องให้ทำเครื่องหมายถูก (✓) และถ้าข้อใดผิดให้ทำเครื่องหมายผิด (X) ลงหน้าข้อนั้น

- 1. ชั้นที่หนาที่สุดของโลกคือ ชั้นแก่นโลก
- 2. ชั้นที่บางที่สุดของโลกคือ ชั้นเปลือกโลก
- 3. ชั้นเนื้อโลก คือ ชั้นที่มีอุณหภูมิสูงสุด ประมาณ 6,200 – 6,400 องศาเซลเซียส
- 4. แผ่นยูเรเชีย เป็นแผ่นธรณีภาคที่รองรับทวีปยุโรป ประเทศอินเดีย และพื้นน้ำใกล้เคียง
- 5. แผ่นออสเตรเลีย เป็นแผ่นธรณีภาคที่รองรับทวีปออสเตรเลีย ประเทศอินเดีย
- 6. การเคลื่อนที่และแรงดันของหินหนืดเป็นสาเหตุของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค
- 7. การเกิดเทือกเขาภูพาน ในภาคอีสาน มีสาเหตุการเกิดจากการดันตัวของหินหนืดใต้ผิวโลก
- 8. ภูกระดึง จังหวัดเลย มีสาเหตุการเกิดจากการสึกกร่อนของผิวโลกที่แตกต่างกัน
- 9. เทือกเขาในภาคเหนือของประเทศไทย มีสาเหตุการเกิดจากการยกตัวขึ้นของทวีป
- 10. เปลือกโลกส่วนล่างจะขยายตัวได้น้อยกว่าเปลือกโลกส่วนบน เนื่องจากมีอุณหภูมิสูงกว่า
- 11. บริเวณที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวได้มาก ได้แก่ บริเวณรอยต่อระหว่างเปลือกโลก
- 12. หน่วยที่ใช้วัดการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว คือ มาตราริกเตอร์ และมาตราเมอแคลลี
- 13. หินหนืดที่ไหลออกมาสู่ผิวโลกเรียกว่า แมกมา ซึ่งจะไหลบ่าจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ
- 14. ภูเขาไฟที่มีลักษณะฐานกว้าง และเตี้ย คือ ภูเขาไฟแบบรูปโล่ (shield volcano)
- 15. ก่อนภูเขาไฟระเบิดจะเกิดแผ่นดินไหวก่อนเสมอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื้อหาสาระ : หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง

โครงสร้างของโลก แบ่งเป็น 3 ชั้น ได้แก่

1. เปลือกโลก (Crust) มีความหนา 6-35 กิโลเมตร คือส่วนที่อยู่ชั้นนอกของโลก เป็นชั้นของโลกที่บางที่สุด แต่มีความสำคัญมาก เนื่องจากคนเราอาศัยอยู่ชั้นนี้ และเป็นส่วนของพื้นดินที่ใช้ในการเพาะปลูก เป็นแหล่งน้ำ แหล่งแร่ต่างๆ และให้น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซ ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิง
2. เนื้อโลก (Mantle) มีความหนาประมาณ 3,000 กิโลเมตร อยู่ถัดลงไปจากเปลือกโลก ประกอบด้วยหินหนืด (แมกมา) อุณหภูมิ 800-4,300 องศาเซลเซียส ชั้นแมนเทิลประกอบด้วยธาตุซิลิกอน เหล็ก อะลูมิเนียม บางส่วนเป็นของแข็ง และบางส่วนหลอมละลาย
3. แก่นโลก (Core) มีความหนาประมาณ 3,440 กิโลเมตร แบ่งเป็นแก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน ธาตุซึ่งเป็นองค์ประกอบของแก่นโลกคือ ธาตุเหล็กและนิกเกิล แก่นโลกชั้นนอกเป็นของเหลวร้อน อุณหภูมิประมาณ 4,300-6,200 องศาเซลเซียส แก่นโลกชั้นในเป็นของแข็ง อุณหภูมิ 6,200-6,400 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์

มนุษย์ได้อาศัยสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติเพื่อเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและทำมาหากิน ในบางครั้งการกระทำของมนุษย์ทำให้เปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง ตัวอย่าง

1. มีการขุดเจาะลงในชั้นดิน หิน เพื่อวางระบบรากฐานของสิ่งก่อสร้าง
2. มีการก่อสร้างสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ เช่น เขื่อน ถนน เป็นต้น
3. มีการขุดดิน หิน และแร่ธาตุเพื่อนำมาใช้ประโยชน์
4. การทดลองระเบิดปรมาณู เป็นต้น

การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค

เปลือกโลกประกอบด้วยแผ่นธรณีภาคขนาดใหญ่ 6 แผ่น ได้แก่

1. แผ่นยูเรเชีย เป็นแผ่นโลกที่รองรับทวีปเอเชียและทวีปยุโรป และพื้นน้ำบริเวณใกล้เคียง
2. แผ่นอเมริกา เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปอเมริกาเหนือและทวีปอเมริกาใต้ และพื้นน้ำครึ่งซีกตะวันตกของมหาสมุทรแอตแลนติก
3. แผ่นแปซิฟิก เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับมหาสมุทรแปซิฟิก

4. แผ่นออสเตรเลีย เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปออสเตรเลีย ประเทศอินเดีย และพื้นน้ำระหว่างประเทศออสเตรเลียและอินเดีย
5. แผ่นแอนตาร์กติกา เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปแอนตาร์กติกา และพื้นน้ำโดยรอบ
6. แผ่นแอฟริกา เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปแอฟริกา และพื้นน้ำรอบๆทวีป

ลักษณะของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค มี 2 ลักษณะ คือ

1. การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคแยกจากกัน
2. การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคเข้าชนกัน

สาเหตุการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค มี 2 สาเหตุ คือ

1. การเคลื่อนที่ของหินหนืด หินหนืดที่หลอมเหลวอยู่ในชั้นเนื้อโลกได้รับความร้อนจากแก่นโลก เกิดการเคลื่อนที่ไหลวนอย่างช้าๆ ส่งผลให้แผ่นธรณีภาคที่อยู่ในตำแหน่งของหินหนืดที่ไหลวน เกิดการเคลื่อนที่ช้าๆ ตามหินหนืดไปด้วย
2. แรงดันของหินหนืดในชั้นแมนเทิล แผ่นเปลือกโลกแต่ละส่วนที่ผิวโลกมีความหนาแตกต่างกัน แผ่นธรณีภาคส่วนที่อยู่ใต้มหาสมุทรมีความหนาน้อยกว่าแผ่นเปลือกโลกบนภาคพื้นทวีป ทำให้หินหนืดในชั้นแมนเทิลที่มีอุณหภูมิและความดันสูงสามารถแทรกตัวขึ้นมาตามรอยแยกระหว่างแผ่นเปลือกโลกใต้มหาสมุทร ทำให้แผ่นเปลือกโลกที่อยู่ใต้มหาสมุทรถูกดันให้แยกห่างออกจากกัน และหินหนืดที่แทรกขึ้นมาจะกลายเป็นแนวหินใหม่

ปรากฏการณ์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับโลกและการเปลี่ยนแปลง อาจแบ่งได้ 3 ปรากฏการณ์ คือ การเกิดภูเขา การเกิดแผ่นดินไหว และการเกิดภูเขาไฟ

การเกิดภูเขา

การเกิดภูเขา เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และใช้เวลานานมาก ซึ่งอาจเกิดจาก 5 สาเหตุหลัก ดังนี้

1. เกิดจากการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก เช่น การเคลื่อนที่ชนกันของแผ่นออสเตรเลียกับแผ่นยูเรเชีย ทำให้เกิดภูเขาหิมาลัย หรือการแยกห่างออกจากกันระหว่างแผ่นธรณีภาค แผ่นอเมริกาเหนือ แผ่นยุโรป และแผ่นแอฟริกา เกิดเป็นแนวสันเขากลางมหาสมุทรแอตแลนติก

2. เกิดจากการยกตัวขึ้นของทวีป เนื่องจากแรงดันของหินหนืดใต้ผิวโลก การเกิดลักษณะนี้มีหลายขั้นตอน และใช้เวลานานมาก จะเกิดในลักษณะเทือกเขาที่เป็นแนวยาว เช่น เทือกเขาในภาคเหนือของประเทศไทย
3. เกิดจากการดันตัวของหินหนืดใต้ผิวโลก เกิดการยื่นตัวลงก่อนที่จะออกมาสู่ผิวโลกภายนอก ได้แก่ ภูเขาหินแกรนิตทางภาคตะวันตก และภาคกลางของประเทศไทย
4. เกิดจากผิวโลกถูกแรงบีบอัดจนโค้งงอ เช่น การเกิดเทือกเขาภูพาน ในภาคอีสาน
5. เกิดจากการสีกกร่อนของผิวโลกที่แตกต่างกัน ส่วนที่แข็งของผิวโลกยังคงอยู่ ส่วนที่อ่อนถูกกัดกร่อน และถูกทำลายไป ทำให้เกิดการสีกกร่อนซึ่งมากน้อยแตกต่างกันไปตามความแข็งแรงคงทนของผิวโลก ส่วนที่ยังอยู่จะเป็นภูเขา เช่น ภูกระดึง จังหวัดเลย เป็นต้น

การเกิดแผ่นดินไหว

แผ่นดินไหวเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกอย่างฉับพลัน อันเนื่องมาจากการขยายตัว และหดตัวของแผ่นเปลือกโลกที่แตกต่างกัน เปลือกโลกส่วนล่างจะขยายตัวได้มากกว่าเปลือกโลกส่วนบน เนื่องจากมีอุณหภูมิสูงกว่า และอุณหภูมิเปลือกโลกส่วนบนเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งมีผลต่อรอยต่อของแผ่นเปลือกโลก โดยบางแห่งเคลื่อนที่แยกออกจากกัน บางแห่งเคลื่อนที่เข้าชนกัน การชนกันหรือการแยกออกจากกันของรอยต่อของแผ่นเปลือกโลก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน เช่น เกิดการทรุดตัว เกิดการกระแทก สึกขาด และเกิดการเคลื่อนที่ตามแนวระดับไปยังบริเวณรอบๆ ในรูปของคลื่นที่เรียกกันว่า เกิดแผ่นดินไหว

บริเวณที่เกิดแผ่นดินไหว บริเวณที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวได้มาก ได้แก่ บริเวณรอยต่อระหว่างเปลือกโลก เนื่องจากแผ่นเปลือกโลกมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา บริเวณรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกจะมีโอกาสกระทบกระแทกได้ง่ายกว่าบริเวณอื่นๆ

เครื่องมือตรวจสอบแผ่นดินไหว เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบแผ่นดินไหว เรียกว่า “ไซโมกราฟ (seismograph)” หน่วยที่ใช้วัดการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวคือ มาตราริกเตอร์ และมาตราเมอ-เคลลี ในประเทศไทยใช้มาตราริกเตอร์ ซึ่งประเทศไทยมีสถานีตรวจแผ่นดินไหว 7 แห่ง ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ ตาก นครราชสีมา นครสวรรค์ กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และสงขลา

ผลกระทบจากการเกิดแผ่นดินไหว ถ้าเปลือกโลกเกิดการทรุดตัวลงอย่างรวดเร็ว จะมีผลต่อการยุบตัวของแผ่นดิน แผ่นดินถล่ม อาคารบ้านเรือนและสิ่งก่อสร้างเกิดการพังทลาย ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อทั้งชีวิต และทรัพย์สินเป็นอย่างมาก

การเกิดภูเขาไฟ

ภูเขาไฟเกิดจากหินหนืดในชั้นเนื้อโลกซึ่งอยู่ใต้ผิวโลกที่เรียกว่า “แมกมา” มีอุณหภูมิและความดันสูงมาก พยายามดันแทรกตัวขึ้นมาตามรอยแตก และแทรกตัวขึ้นมาสู่ผิวโลก โดยมีแรงประทุหรือระเบิดเกิดขึ้น ทำให้หินหนืดไหลออกมาสู่ผิวโลกที่เรียกว่า “ลาวา” ไหลบ่าจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ

สิ่งที่พุ่งออกมาจากปล่องภูเขาไฟ นอกจากลาวาแล้ว ยังมีเถ้าถ่าน ฝุ่นละออง ไออน้ำ เศษหิน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไนโตรเจน และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์

บริเวณที่เกิดภูเขาไฟ ภูเขาไฟมีโอกาสเกิดขึ้นได้มากบริเวณแนวรอยต่อระหว่างแผ่นเปลือกโลก โดยเฉพาะบริเวณที่มีการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลกลงไปใต้พื้นมหาสมุทรเนื่องจากถูกหลอมเหลวด้วยความร้อนจากแก่นโลกให้เป็นหินหนืด ทำให้หินหนืดแทรกตัวขึ้นมาได้ง่ายกว่าบริเวณอื่น นอกจากนั้น บริเวณที่ห่างจากรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกอาจเกิดภูเขาไฟได้ โดยการดันของหินหนืดที่มีอุณหภูมิและความดันสูงออกมาตามรอยแยกของผิวโลก

ก่อนภูเขาไฟระเบิด นักธรณีวิทยาพบว่า ก่อนภูเขาไฟระเบิดจะเกิดแผ่นดินไหวก่อนเสมอ เนื่องจากมีการเคลื่อนไหวของหินหนืดที่มีความดัน และอุณหภูมิสูงใต้ผิวโลก พยายามแทรกตัวขึ้นมาตามรอยแยกสู่ผิวโลก

ภายหลังภูเขาไฟระเบิด จะเกิดเหตุการณ์ดังต่อไปนี้

1. ลาวาไหลบ่า สร้างความเสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สิน
2. เกิดแผ่นดินไหว เนื่องจากการปรับตัวของชั้นหินหนืดใต้ผิวโลกกับบริเวณใกล้เคียง
3. เกิดแอ่งภูเขาไฟ เนื่องมาจากภายหลังการระเบิดจะเกิดการยุบตัวของยอดภูเขาไฟแทนที่หินหนืดที่ไหลออกไป

รูปแบบ และลักษณะการเกิดภูเขาไฟ ประกอบด้วย 3 รูปแบบ ดังนี้

1. แบบกรวยกรวดภูเขาไฟ (Cinder cone) ลักษณะเหมือนรูปกรวยคว่ำ เกิดการประทุของลาวาที่รุนแรง พุ่งสู่อากาศแล้วเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว
2. แบบรูปโล่ (Shield volcano) ลักษณะคล้ายรูปโล่คว่ำ มีฐานกว้าง และเตี้ย เกิดจากลาวาไหลออกมาอย่างรวดเร็ว ไปได้ไกลมาก ทำให้มีฐานกว้างใหญ่ที่สุด
3. แบบกรวยภูเขาไฟสลับชั้น (Composite cone) ลักษณะฐานกว้างและลาดเอียงมากกว่าแบบกรวยกรวดภูเขาไฟ ลาวามีความหนืดสูงจึงไหลไปได้ไม่ไกล เกิดการทับถมอยู่บริเวณใกล้ๆ เช่น ภูเขาไฟฟูจิ ประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

การระเบิดของภูเขาไฟในประเทศไทย นักธรณีวิทยาพบว่า เมื่อประมาณล้านปีมาแล้ว เคยมีภูเขาไฟ บริเวณจังหวัดลำปาง และจังหวัดบุรีรัมย์ เคยมีหินหนืดดันแทรกตัวขึ้นมาตามรอยแยกของชั้นหิน แต่การระเบิดไม่รุนแรง

แผนการจัดการเรียนรู้ธรณีวิทยาแบบปกติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิชา วิทยาศาสตร์

เวลา 400 นาที (8 คาบเรียน)

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

มาตรฐาน ว 6.1 (3/2) สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย และอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติของโลก และกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์ ผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลก ซึ่งส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 6.1 (3/3) สืบค้นข้อมูล สำรวจ ตรวจสอบ อภิปรายและอธิบาย เกี่ยวกับส่วนประกอบของโลก และทรัพยากรธรณีโลก

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์
2. อธิบาย และยกตัวอย่างปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อม
3. สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเขียนแผนภาพส่วนประกอบของโลก

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกส่วนประกอบของโลก และเขียนแผนภาพส่วนประกอบของโลกได้
2. ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ได้
3. อธิบายสาเหตุการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคได้
4. ระบุชื่อและตำแหน่งของแผ่นธรณีภาคขนาดใหญ่ทั้ง 6 แผ่นได้
5. อธิบายสาเหตุและผลกระทบของการเกิดแผ่นดินไหวได้
6. อธิบายสาเหตุของการเกิดภูเขาไฟได้
7. ระบุรูปแบบหรือลักษณะของการเกิดภูเขาไฟได้
8. อธิบายกระบวนการเกิดภูเขาไฟได้

สาระสำคัญ

ส่วนประกอบของโลกแบ่งเป็น 3 ชั้น ได้แก่ 1) ชั้นเปลือกโลก (Crust) เป็นส่วนที่อยู่ชั้นนอกของโลกที่บางที่สุด และเป็นส่วนของพื้นดินที่ใช้ในการเพาะปลูก เป็นแหล่งน้ำ และแร่ต่างๆ 2) ชั้นเนื้อโลก (Mantle) เป็นชั้นที่ถัดลงไปจากชั้นเปลือกโลก ประกอบด้วยหินหนืด (แมกมา) อุณหภูมิสูง และ 3) ชั้นแก่นโลก (Core) เป็นชั้นที่อยู่ลึกสุด และมีอุณหภูมิสูงที่สุด แบ่งเป็นแก่นโลกชั้นนอกที่เป็นของเหลวร้อน และแก่นโลกชั้นในที่เป็นของแข็ง

ในส่วนของชั้นเปลือกโลก มนุษย์ได้อาศัยสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติเพื่อเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและทำมาหากิน ในบางครั้งการกระทำของมนุษย์ทำให้เปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่น การขุดเจาะลงในชั้นดิน หิน เพื่อวางระบบฐานของสิ่งก่อสร้าง หรือการทดลองระเบิดปรมาณู เป็นต้น ซึ่งการกระทำเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของชั้นเปลือกโลก โดยชั้นเปลือกโลก ประกอบไปด้วยแผ่นธรณีภาคขนาดใหญ่จำนวน 6 แผ่น ได้แก่ 1) แผ่นยูเรเชีย 2) แผ่นอเมริกา 3) แผ่นแปซิฟิก 4) แผ่นออสเตรเลีย 5) แผ่นแอนตาร์กติกา และ 6) แผ่นแอฟริกา และแผ่นขนาดเล็กอีกมากมาย

โดยแผ่นธรณีภาคจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาในลักษณะแยกออกจากกัน และเข้าชนกัน โดยมีสาเหตุมาจากการเคลื่อนที่ของหินหนืด และแรงดันของหินหนืดในชั้นเนื้อโลก การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่อส่วนประกอบของโลก ตัวอย่างเช่น การเกิดภูเขา เกิดจากหลายสาเหตุหลัก ดังนี้ 1) การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค 2) การยกตัวขึ้นของทวีป 3) การดันตัวของหินหนืดใต้ผิวโลก 4) ผิวโลกถูกแรงบีบอัดจนโค้งงอ และ 5) การสีกกร่อนของผิวโลกที่แตกต่างกัน การเกิดแผ่นดินไหว เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกอย่างฉับพลัน โดยมีสาเหตุจากการขยายตัวและหดตัวของแผ่นธรณีภาคที่แตกต่างกัน ทำให้แผ่นธรณีภาคเกิดการเคลื่อนที่แยกออกจากกัน ชนกัน หรือสวนทางกัน ส่งผลให้แผ่นเปลือกโลกทรุดตัว กระแทก ฉีกขาด และเกิดการเคลื่อนที่ตามแนวระดับไปยังบริเวณรอบๆ ในรูปของคลื่น การเกิดภูเขาไฟ เกิดจากหินหนืดในชั้นแมนเทิลที่เรียกว่า แมกมา ที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ดันตัวขึ้นมาตามรอยแตก และแทรกตัวขึ้นมาสู่ผิวโลก เกิดการปะทุของลาวาที่รุนแรง ออกมาทางปล่องแล้วพุ่งสู่อวกาศแล้วเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นนำ (15 นาที)

ครูนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง โดยแสดงภาพโลกให้นักเรียนดูแล้วใช้คำถามดังต่อไปนี้

- 1.1 นักเรียนสังเกตเห็นพื้นผิวโลกของเรามีลักษณะอย่างไรบ้าง
- 1.2 นักเรียนคิดว่าภายในโลกจะมีลักษณะเหมือนกับผิวนอกโลกที่เราเห็นหรือไม่ อย่างไร
- 1.3 แผ่นธรณีภาคจะติดกันเป็นแผ่นเดียวกันหรือไม่ อย่างไร
- 1.4 เมื่อเวลาผ่านไปแผ่นธรณีภาคจะมีการเคลื่อนที่หรือไม่
- 1.5 การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคน่าจะส่งผลกระทบต่อการศึกษาการเกิดปรากฏการณ์ใดบ้าง
- 1.6 ครูกล่าวต่อไปว่า เราจะมาเรียนเรื่องโลก และการเปลี่ยนแปลงร่วมกัน

2. ขั้นกิจกรรม (345 นาที)

2.1 ครูบรรยาย เรื่อง ส่วนประกอบของโลก การใช้ประโยชน์จากแผ่นธรณีภาคของมนุษย์ และผลกระทบที่เกิดจากการกระทำดังกล่าว โดยใช้ภาพประกอบการบรรยาย

2.2 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มกลุ่มละ 6 คน ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค และสาเหตุการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค จากแหล่งเรียนรู้ที่ครูกำหนดให้ มีดังนี้

1) หนังสือ

- ธรณีวิทยาทั่วไป ของ สุวิทย์ โมนะตระกูล
- ธรณีวิทยา ของ อภิสิทธิ์ เอี่ยมหล่อ

2) เว็บไซต์

- การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค

http://science.knw.ac.th/bt_1-2/continental_dri/bt_2.htm

(ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

แล้วบันทึกผลการศึกษาลงในแบบบันทึกผลการศึกษาค้นคว้า เรื่อง การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค

2.3 ครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการสืบค้นหน้าชั้นเรียน

2.4 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มกลุ่มละ 6 คน แจกให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค จากแบบปฏิบัติการทดลองที่ครูแจกให้ ครูให้นักเรียนอภิปรายวิธีการทดลองและข้อควรระวังให้เข้าใจตรงกัน แล้วให้นักเรียนลงมือทำการทดลอง

2.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง และให้นักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

2.6 ครูบรรยาย เรื่อง การเกิดภูเขา สาเหตุของการเกิดภูเขา โดยใช้สื่อด้วยโปรแกรม PowerPoint ประกอบการบรรยาย

2.7 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มกลุ่มละ 6 คน ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดแผ่นดินไหว จากแหล่งเรียนรู้ที่ครูกำหนดให้ มีดังนี้

1) หนังสือ

- ธรณีวิทยาทั่วไป ของ สุวิทย์ โมนะตระกูล
- ธรณีวิทยา ของ อภิสิทธิ์ เอี่ยมหนอง

2) เว็บไซต์

- การเกิดแผ่นดินไหว

http://science.knw.ac.th/bt_1-2/continental_dri/Earth_quake/p-s%20wave.htm

(ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

แล้วบันทึกผลการศึกษาลงในแบบบันทึกผลการศึกษาค้นคว้า เรื่อง การเกิดแผ่นดินไหว

2.8 ครูให้ตัวแทนของแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการสืบค้นหน้าชั้นเรียน

2.9 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มกลุ่มละ 6 คน แจงให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลอง เรื่อง การเกิดแผ่นดินไหว จากแบบปฏิบัติการทดลองที่ครูแจกให้ ครูนำนักเรียนอภิปรายวิธีการทดลองและข้อควรระวังให้เข้าใจตรงกัน แล้วให้นักเรียนลงมือทำการทดลอง

2.10 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง และให้นักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

2.11 ครูบรรยาย เรื่อง ภูเขาไฟ ลักษณะการเกิดภูเขาไฟ สาเหตุการเกิดภูเขาไฟ และบริเวณที่เกิดภูเขาไฟ โดยใช้สื่อด้วยโปรแกรม PowerPoint ประกอบการบรรยาย

3. ขั้นสรุป (40 นาที)

1. ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อสรุปสาระที่ได้เรียนรู้ในเรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง
2. ครูให้นักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์ เพื่อสรุปข้อความรู้ด้วยตนเอง
3. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง โดยให้เวลาในการทำแบบทดสอบจำนวน 15 นาที หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมทั้งซักถามข้อสงสัย

สื่อการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้/วัสดุและอุปกรณ์

1. แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค
2. แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเกิดแผ่นดินไหว
3. ภาพ ส่วนประกอบของโลก
4. คอมพิวเตอร์ และ LCD
5. กระดาษฟลิปชาร์ต
6. ปากกาเคมี
7. แบบทดสอบ เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง

แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือ
 - ธรณีวิทยาทั่วไป ของ สุวิทย์ โมนะตระกูล
 - ธรณีวิทยา ของ อภิสิทธิ์ เอี่ยมหล่อ
2. เว็บไซต์
 - การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค
http://science.knw.ac.th/bt_1-2/continental_dri/bt_2.htm
 (ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)
 - การเกิดแผ่นดินไหว
http://science.knw.ac.th/bt_1-2/continental_dri/Earth_quake/p-s%20wave.htm
 (ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

การประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตจากการอภิปราย และแสดงความคิดเห็นของนักเรียน
2. ประเมินจากการทำการทดลองของนักเรียน
3. ประเมินจากการฟังมโนทัศน์
4. ประเมินจากการทำแบบทดสอบ เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง

ตัวอย่างภาพประกอบการบรรยายของครู



ภาพ ส่วนประกอบของโลก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. อธิบายสาเหตุการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคได้
2. ทดลองและสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

สื่อการเรียนรู้

1. อุปกรณ์

- | | | |
|------------------------|---|-----------|
| 1) ถาดอะลูมิเนียม | 1 | ถาด/กลุ่ม |
| 2) ตะเกียงแอลกอฮอล์ | 1 | ชุด/กลุ่ม |
| 3) กะบังลมและตะแกรงลวด | 1 | ชุด/กลุ่ม |
| 4) หลอดหยด | 1 | อัน/กลุ่ม |
| 5) เศษกระดาษ | | |

2. สารเคมี

- 1) น้ำกลั่น
- 2) สีสผสมอาหาร

วิธีทดลอง

1. รินน้ำใส่ลงในถาดอะลูมิเนียมให้ระดับน้ำสูงจากก้นถาดประมาณ 2 เซนติเมตร
2. ยกถาดวางบนที่กั้นลมตะแกรงลวด จุดตะเกียงแอลกอฮอล์ให้ความร้อนบริเวณกึ่งกลางของก้นถาด
3. หยดสีผสมอาหาร 1 หยดลงในถาด ให้ตรงกับตำแหน่งที่ตะเกียงแอลกอฮอล์ให้ความร้อน สังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสีผสมอาหารในถาดทดลอง
4. หยดสีผสมอาหารลงในถาดเช่นเดียวกับข้อ 3. นำเศษกระดาษที่เตรียมไว้วางลงบนผิวน้ำ โดยไม่ให้ซ้อนกัน ในตำแหน่งเดียวกับที่หยดสีผสมอาหาร สังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสีผสมอาหารและเศษอาหารในถาดทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น	ภาพที่สังเกตได้จากการทดลอง
1. หยดสีผสมอาหารลงในน้ำ		
2. เมื่อหย่อนเศษกระดาษลงบนผิวน้ำเหนือหยดสี		

คำถามหลังการทดลอง

- เมื่อหยดสีผสมอาหารลงในภาชนะซึ่งได้รับความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์ สีผสมอาหารจะเคลื่อนที่ในลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

- เมื่อวางเศษกระดาษบนผิวน้ำตรงตำแหน่งเดียวกับที่หยดสีขณะได้รับความร้อนจากตะเกียงแอลกอฮอล์ สังเกตการเคลื่อนที่ของกระดาษจะมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

- จากการทดลอง นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของสีและเศษกระดาษได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

แบบปฏิบัติการทดลอง เรื่อง การเกิดแผ่นดินไหว

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถ

1. อธิบายสาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหวได้
2. ทดลองและสรุปผลการทดลองได้ถูกต้อง

สื่อการเรียนรู้

1. อุปกรณ์

- 1) ชุดทดลองสาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหว

วิธีทดลอง

1. วางแผ่นไม้ทุกชิ้นลงบนพื้นชุดทดลองสาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหวให้ครบจนเต็มแผ่นพอดี
2. ค่อยๆ ใช้มือหมุนแกน A ที่อยู่ด้านข้างของชุดทดลอง ทำให้เกิดแรงดันด้านข้างของแผ่นไม้ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของแผ่นไม้ บันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงของแผ่นไม้ที่สังเกตได้
เมื่อวางแผ่นไม้ทุกชิ้นลงบนพื้นชุดทดลอง	
เมื่อค่อยๆ ใช้มือหมุนแกน A ด้านข้างชุดทดลอง	

คำถามหลังการทดลอง

1. เมื่อใช้มือหมุนแกน A ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อออกแรงดันต่อแผ่นไม้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. จากผลการทดลอง นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับการเกิดแผ่นดินไหวจากชุดทดลองได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ศูนย์วิจัยทรัพยากรธรณี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกผลการศึกษาค้นคว้า เรื่อง การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค

คำสั่ง ให้นักเรียนบันทึกการศึกษาค้นคว้าตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แผ่นธรณีภาคขนาดใหญ่แบ่งออกเป็นกี่แผ่น อะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. ลักษณะการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค มีกี่ลักษณะ อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. สาเหตุของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคมีกี่สาเหตุ อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

4. ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

แบบบันทึกผลการศึกษาค้นคว้า เรื่อง การเกิดแผ่นดินไหว

คำสั่ง ให้นักเรียนบันทึกการศึกษาค้นคว้าตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แผ่นดินไหวเกิดจากสาเหตุใด

.....

.....

.....

2. บริเวณใดที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวได้มากที่สุด

.....

.....

.....

3. เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบแผ่นดินไหวเรียกว่าอะไร และหน่วยที่ใช้วัดการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว คืออะไร ตามลำดับ

.....

.....

4. ผลกระทบจากการเกิดแผ่นดินไหวมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

บันทึกเพิ่มเติม

.....

.....

.....

แบบทดสอบ เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ถ้าข้อใดถูกต้องให้ทำเครื่องหมายถูก (✓) และถ้าข้อใดผิดให้ทำเครื่องหมายผิด (X) ลงหน้าข้อนั้น

- 1. ชั้นที่หนาที่สุดของโลกคือ ชั้นแก่นโลก
- 2. ชั้นที่บางที่สุดของโลกคือ ชั้นเปลือกโลก
- 3. ชั้นเนื้อโลก คือ ชั้นที่มีอุณหภูมิสูงสุด ประมาณ 6,200 – 6,400 องศาเซลเซียส
- 4. แผ่นยูเรเชีย เป็นแผ่นธรณีภาคที่รองรับทวีปยุโรป ประเทศอินเดีย และพื้นน้ำใกล้เคียง
- 5. แผ่นออสเตรเลีย เป็นแผ่นธรณีภาคที่รองรับทวีปออสเตรเลีย ประเทศอินเดีย
- 6. การเคลื่อนที่และแรงดันของหินหนืดเป็นสาเหตุของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค
- 7. การเกิดเทือกเขาภูพาน ในภาคอีสาน มีสาเหตุการเกิดจากการดันตัวของหินหนืดใต้ผิวโลก
- 8. ภูกระดึง จังหวัดเลย มีสาเหตุการเกิดจากการสึกกร่อนของผิวโลกที่แตกต่างกัน
- 9. เทือกเขาในภาคเหนือของประเทศไทย มีสาเหตุการเกิดจากการยกตัวขึ้นของทวีป
- 10. เปลือกโลกส่วนล่างจะขยายตัวได้น้อยกว่าเปลือกโลกส่วนบน เนื่องจากมีอุณหภูมิสูงกว่า
- 11. บริเวณที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวได้มาก ได้แก่ บริเวณรอยต่อระหว่างเปลือกโลก
- 12. หน่วยที่ใช้วัดการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว คือ มาตราริกเตอร์ และมาตราเมอเคลลี
- 13. หินหนืดที่ไหลออกมาสู่ผิวโลกเรียกว่า แมกมา ซึ่งจะไหลบ่าจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ
- 14. ภูเขาไฟที่มีลักษณะฐานกว้าง และเตี้ย คือ ภูเขาไฟแบบรูปโล่ (shield volcano)
- 15. ก่อนภูเขาไฟระเบิดจะเกิดแผ่นดินไหวก่อนเสมอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื้อหาสาระ : หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง

โครงสร้างของโลก แบ่งเป็น 3 ชั้น ได้แก่

4. เปลือกโลก (Crust) มีความหนา 6-35 กิโลเมตร คือส่วนที่อยู่ชั้นนอกของโลก เป็นชั้นของโลกที่บางที่สุด แต่มีความสำคัญมาก เนื่องจากคนเราอาศัยอยู่ชั้นนี้ และเป็นส่วนของพื้นดินที่ใช้ในการเพาะปลูก เป็นแหล่งน้ำ แหล่งแร่ต่างๆ และให้น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซ ซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิง
5. เนื้อโลก (Mantle) มีความหนาประมาณ 3,000 กิโลเมตร อยู่ถัดลงไปจากเปลือกโลก ประกอบด้วยหินหนืด (แมกมา) อุณหภูมิ 800-4,300 องศาเซลเซียส ชั้นแมนเทิลประกอบด้วยธาตุซิลิกอน เหล็ก อะลูมิเนียม บางส่วนเป็นของแข็ง และบางส่วนหลอมละลาย
6. แก่นโลก (Core) มีความหนาประมาณ 3,440 กิโลเมตร แบ่งเป็นแก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน ธาตุซึ่งเป็นองค์ประกอบของแก่นโลกคือ ธาตุเหล็กและนิกเกิล แก่นโลกชั้นนอกเป็นของเหลวร้อน อุณหภูมิประมาณ 4,300-6,200 องศาเซลเซียส แก่นโลกชั้นในเป็นของแข็ง อุณหภูมิ 6,200-6,400 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์

มนุษย์ได้อาศัยสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติเพื่อเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและทำมาหากิน ในบางครั้งการกระทำของมนุษย์ทำให้เปลือกโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง ตัวอย่าง

5. มีการขุดเจาะลงในชั้นดิน หิน เพื่อวางระบบรากฐานของสิ่งก่อสร้าง
6. มีการก่อสร้างสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ เช่น เขื่อน ถนน เป็นต้น
7. มีการขุดดิน หิน และแร่ธาตุ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์
8. การทดลองระเบิดปรมาณู เป็นต้น

การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค

เปลือกโลกประกอบด้วยแผ่นธรณีภาคขนาดใหญ่ 6 แผ่น ได้แก่

7. แผ่นยูเรเชีย เป็นแผ่นโลกที่รองรับทวีปเอเชียและทวีปยุโรป และพื้นน้ำบริเวณใกล้เคียง
8. แผ่นอเมริกา เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปอเมริกาเหนือและทวีปอเมริกาใต้ และพื้นน้ำครึ่งซีกตะวันตกของมหาสมุทรแอตแลนติก
9. แผ่นแปซิฟิก เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับมหาสมุทรแปซิฟิก

10. แผ่นออสเตรเลีย เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปออสเตรเลีย ประเทศอินเดีย และพื้นน้ำระหว่างประเทศออสเตรเลียและอินเดีย
11. แผ่นแอนตาร์กติกา เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปแอนตาร์กติกา และพื้นน้ำโดยรอบ
12. แผ่นแอฟริกา เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปแอฟริกา และพื้นน้ำรอบๆทวีป

ลักษณะของการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค มี 2 ลักษณะ คือ

3. การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคแยกจากกัน
4. การเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาคเข้าชนกัน

สาเหตุการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีภาค มี 2 สาเหตุ คือ

3. การเคลื่อนที่ของหินหนืด หินหนืดที่หลอมเหลวอยู่ในชั้นเนื้อโลกได้รับความร้อนจากแก่นโลก เกิดการเคลื่อนที่ไหลวนอย่างช้าๆ ส่งผลให้แผ่นธรณีภาคที่อยู่ในตำแหน่งของหินหนืดที่ไหลวน เกิดการเคลื่อนที่ช้าๆ ตามหินหนืดไปด้วย
4. แรงดันของหินหนืดในชั้นแมนเทิล แผ่นเปลือกโลกแต่ละส่วนที่ผิวโลกมีความหนาแตกต่างกัน แผ่นธรณีภาคส่วนที่อยู่ใต้มหาสมุทรมีความหนาน้อยกว่าแผ่นเปลือกโลกบนภาคพื้นทวีป ทำให้หินหนืดในชั้นแมนเทิลที่มีอุณหภูมิและความดันสูงสามารถแทรกตัวขึ้นมาตามรอยแยกระหว่างแผ่นเปลือกโลกใต้มหาสมุทร ทำให้แผ่นเปลือกโลกที่อยู่ใต้มหาสมุทรถูกดันให้แยกห่างออกจากกัน และหินหนืดที่แทรกขึ้นมาจะกลายเป็นแนวหินใหม่

ปรากฏการณ์สำคัญที่เกี่ยวข้องกับโลกและการเปลี่ยนแปลง อาจแบ่งได้ 3 ปรากฏการณ์ คือ การเกิดภูเขา การเกิดแผ่นดินไหว และการเกิดภูเขาไฟ

การเกิดภูเขา

การเกิดภูเขา เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และใช้เวลานานมาก ซึ่งอาจเกิดจาก 5 สาเหตุหลัก ดังนี้

6. เกิดจากการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก เช่น การเคลื่อนที่ชนกันของแผ่นออสเตรเลียกับแผ่นยูเรเชีย ทำให้เกิดภูเขาหิมาลัย หรือการแยกห่างออกจากกันระหว่างแผ่นธรณีภาค แผ่นอเมริกาเหนือ แผ่นยุโรป และแผ่นแอฟริกา เกิดเป็นแนวสันเขากลางมหาสมุทรแอตแลนติก

7. เกิดจากการยกตัวขึ้นของทวีป เนื่องจากแรงดันของหินหนืดใต้ผิวโลก การเกิดลักษณะนี้มีหลายขั้นตอน และใช้เวลานานมาก จะเกิดในลักษณะเทือกเขาที่เป็นแนวยาว เช่น เทือกเขาในภาคเหนือของประเทศไทย
8. เกิดจากการดันตัวของหินหนืดใต้ผิวโลก เกิดการเย็นตัวลงก่อนที่จะออกมาสู่ผิวโลกภายนอก ได้แก่ ภูเขาหินแกรนิตทางภาคตะวันตก และภาคกลางของประเทศไทย
9. เกิดจากผิวโลกถูกแรงบีบอัดจนโค้งงอ เช่น การเกิดเทือกเขาภูพาน ในภาคอีสาน
10. เกิดจากการเสียดสีกันของผิวโลกที่แตกต่างกัน ส่วนที่แข็งของผิวโลกยังคงอยู่ ส่วนที่อ่อนถูกกัดกร่อน และถูกทำลายไป ทำให้เกิดการเสียดสีกันซึ่งมากขึ้นแตกต่างกันไปตามความแข็งแรงของผิวโลก ส่วนที่ยังอยู่จะเป็นภูเขา เช่น ภูกระดึง จังหวัดเลย เป็นต้น

การเกิดแผ่นดินไหว

แผ่นดินไหวเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกอย่างฉับพลัน อันเนื่องมาจากการขยายตัว และหดตัวของแผ่นเปลือกโลกที่แตกต่างกัน เปลือกโลกส่วนล่างจะขยายตัวได้มากกว่าเปลือกโลกส่วนบนเนื่องจากมีอุณหภูมิสูงกว่า และอุณหภูมิเปลือกโลกส่วนบนเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งมีผลต่อรอยต่อของแผ่นเปลือกโลก โดยบางแห่งเคลื่อนที่แยกออกจากกัน บางแห่งเคลื่อนที่เข้าชนกัน การชนกันหรือการแยกออกจากกันของรอยต่อของแผ่นเปลือกโลก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน เช่น เกิดการทรุดตัว เกิดการกระแทก ฝึกขาด และเกิดการเคลื่อนที่ตามแนวระดับไปยังบริเวณรอบๆ ในรูปของคลื่นที่เรียกกันว่า เกิดแผ่นดินไหว

บริเวณที่เกิดแผ่นดินไหว บริเวณที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวได้มาก ได้แก่ บริเวณรอยต่อระหว่างเปลือกโลก เนื่องจากแผ่นเปลือกโลกมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา บริเวณรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกจะมีโอกาสกระทบกระแทกได้ง่ายกว่าบริเวณอื่นๆ

เครื่องมือตรวจสอบแผ่นดินไหว เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบแผ่นดินไหว เรียกว่า “ไซโมกราฟ (seismograph)” หน่วยที่ใช้วัดการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวคือ มาตราริกเตอร์ และมาตราเมอ-เคลลี ในประเทศไทยใช้มาตราริกเตอร์ ซึ่งประเทศไทยมีสถานีตรวจแผ่นดินไหว 7 แห่ง ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ ตาก นครราชสีมา นครสวรรค์ กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และสงขลา

ผลกระทบจากการเกิดแผ่นดินไหว ถ้าเปลือกโลกเกิดการทรุดตัวลงอย่างรวดเร็ว จะมีผลต่อการยุบตัวของแผ่นดิน แผ่นดินถล่ม อาคารบ้านเรือนและสิ่งก่อสร้างเกิดการพังทลาย ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อทั้งชีวิต และทรัพย์สินเป็นอย่างมาก

การเกิดภูเขาไฟ

ภูเขาไฟเกิดจากหินหนืดในชั้นเนื้อโลกซึ่งอยู่ใต้ผิวโลกที่เรียกว่า “แมกมา” มีอุณหภูมิและความดันสูงมาก พยายามดันแทรกตัวขึ้นมาตามรอยแตก และแทรกตัวขึ้นมาสู่ผิวโลก โดยมีแรงประทุหรือระเบิดเกิดขึ้น ทำให้หินหนืดไหลออกมาสู่ผิวโลกที่เรียกว่า “ลาวา” ไหลบ่าจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ

สิ่งที่พุ่งออกมาจากปล่องภูเขาไฟ นอกจากลาวาแล้ว ยังมีเถ้าถ่าน ฝุ่นละออง ไออน้ำ เศษหิน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไนโตรเจน และแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์

บริเวณที่เกิดภูเขาไฟ ภูเขาไฟมีโอกาสดังขึ้นได้มากบริเวณแนวรอยต่อระหว่างแผ่นเปลือกโลก โดยเฉพาะบริเวณที่มีการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลกลงไปใต้พื้นมหาสมุทรเนื่องจากถูกหลอมเหลวด้วยความร้อนจากแก่นโลกให้เป็นหินหนืด ทำให้หินหนืดแทรกตัวขึ้นมาได้ง่ายกว่าบริเวณอื่น นอกจากนั้น บริเวณที่ห่างจากรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกอาจเกิดภูเขาไฟได้ โดยการดันของหินหนืดที่มีอุณหภูมิและความดันสูงออกมาตามรอยแยกของผิวโลก

ก่อนภูเขาไฟระเบิด นักธรณีวิทยาพบว่า ก่อนภูเขาไฟระเบิดจะเกิดแผ่นดินไหวก่อนเสมอ เนื่องจากการเคลื่อนไหวของหินหนืดที่มีความดัน และอุณหภูมิสูงใต้ผิวโลก พยายามแทรกตัวขึ้นมาตามรอยแยกสู่ผิวโลก

ภายหลังภูเขาไฟระเบิด จะเกิดเหตุการณ์ดังต่อไปนี้

4. ลาวาไหลบ่า สร้างความเสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สิน
5. เกิดแผ่นดินไหว เนื่องจากการปรับตัวของชั้นหินหนืดใต้ผิวโลกกับบริเวณใกล้เคียง
6. เกิดแอ่งภูเขาไฟ เนื่องมาจากภายหลังการระเบิดจะเกิดการยุบตัวของยอดภูเขาไฟแทนที่หินหนืดที่ไหลออกไป

รูปแบบ และลักษณะการเกิดภูเขาไฟ ประกอบด้วย 3 รูปแบบ ดังนี้

4. แบบกรวยกรวดภูเขาไฟ (Cinder cone) ลักษณะเหมือนรูปกรวยคว่ำ เกิดการประทุของลาวาที่รุนแรง พุ่งสู่อากาศแล้วเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว
5. แบบรูปโล่ (Shield volcano) ลักษณะคล้ายรูปโล่คว่ำ มีฐานกว้าง และเตี้ย เกิดจากลาวาไหลออกมาอย่างรวดเร็ว ไปได้ไกลมาก ทำให้มีฐานกว้างใหญ่ที่สุด
6. แบบกรวยภูเขาไฟสลับชั้น (Composite cone) ลักษณะฐานกว้างและลาดเอียงมากกว่าแบบกรวยกรวดภูเขาไฟ ลาวามีความหนืดสูงจึงไหลไปได้ไม่ไกล เกิดการทับถมอยู่บริเวณใกล้เคียง เช่น ภูเขาไฟฟูจิ ประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

การระเบิดของภูเขาไฟในประเทศไทย นักธรณีวิทยาพบว่า เมื่อประมาณล้านปีมาแล้ว เคยมีภูเขาไฟ บริเวณจังหวัดลำปาง และจังหวัดบุรีรัมย์ เคยมีหินหนืดดันแทรกตัวขึ้นมาตามรอยแยกของชั้นหิน แต่การระเบิดไม่รุนแรง

ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์ทางธรณีวิทยา
2. แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดมนโฑทัศน์ทางธรณีวิทยา

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)/ดัชนีความยาก (P_y)	ค่าอำนาจจำแนก (r)/ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D)
1	0.39	0.23
2	0.27	0.27
3	0.34	0.23
4	0.77	0.45
5	0.52	0.50
6	0.64	0.55
7	0.43	0.41
8	0.20	0.23
9	0.57	0.50
10	0.55	0.20
11	0.36	0.36
12	0.39	0.60
13	0.23	0.45
14	0.57	0.23
15	0.68	0.64
16	0	0
17	0.57	0.50
18	0.55	0.36
19	0.61	0.50
20	0.45	0.55
21	0.43	0.32
22	0.14	0.27
23	0.55	0.55
24	0.61	0.50
25	0.10	0
26	0.30	0.50
27	0.60	0.45
28	0.79	0.50
29	0.34	0.50
30	0.14	- 0.18

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างรายการประเมินกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของ
แบบประเมินความสามารถในการสร้างแบบจำลอง

รายการประเมิน	ค่า IOC	ความหมาย
ส่วนที่ 1 การปฏิบัติงาน		
1. การออกแบบโครงสร้างแบบจำลอง	0.89	วัดได้สอดคล้อง
2. การระบุขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง	1	วัดได้สอดคล้อง
3. การดำเนินการสร้างแบบจำลอง	1	วัดได้สอดคล้อง
4. การปฏิบัติงานสำเร็จตามเวลา	1	วัดได้สอดคล้อง
ส่วนที่ 2 คุณภาพของผลงาน		
5. ความถูกต้องตามหลักการ/กระบวนการทางธรณีวิทยา	1	วัดได้สอดคล้อง
6. ความครบถ้วนของแบบจำลอง	1	วัดได้สอดคล้อง
7. การเลือกใช้วัสดุสร้างแบบจำลอง	1	วัดได้สอดคล้อง
8. การใช้งบประมาณ	1	วัดได้สอดคล้อง
9. ความสมจริงของแบบจำลอง	1	วัดได้สอดคล้อง
10. ความคิดสร้างสรรค์	1	วัดได้สอดคล้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ

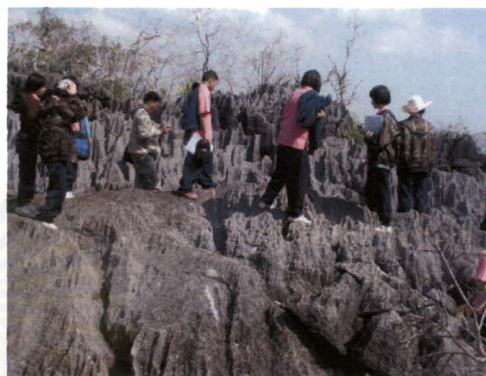
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ

1. ขั้นการเตรียมบริบทตามสภาพจริง



นักเรียนฟังคำบรรยายจากวิทยากรที่ภูเขาหินปะการัง



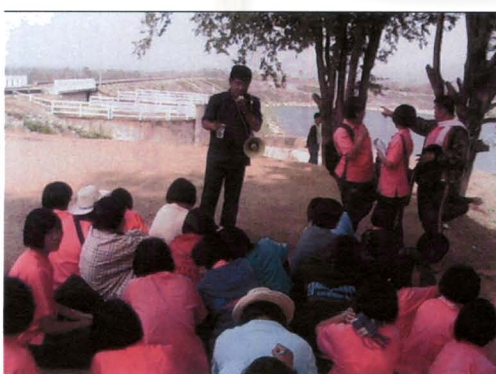
นักเรียนศึกษาการเปลี่ยนแปลงเปลือกโลก



นักเรียนฟังคำบรรยายจากวิทยากรที่วิทยาลัยเกษตรฯ



นักเรียนศึกษาและทำการทดลองเรื่อง ชั้นของดิน

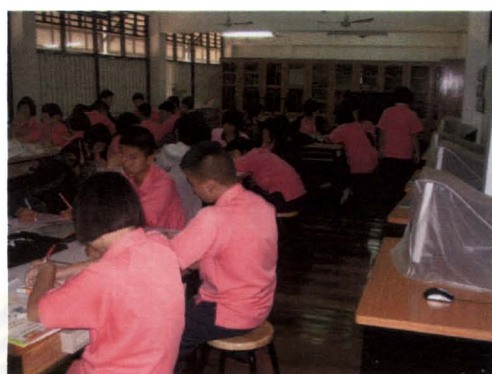


นักเรียนฟังคำบรรยายจากวิทยากรที่อ่างเก็บน้ำแม่มาน



นักเรียนศึกษาเรื่อง แหล่งน้ำบนดิน

2. ขั้นตอนการตั้งเป้าหมาย



นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการศึกษานอกสถานที่

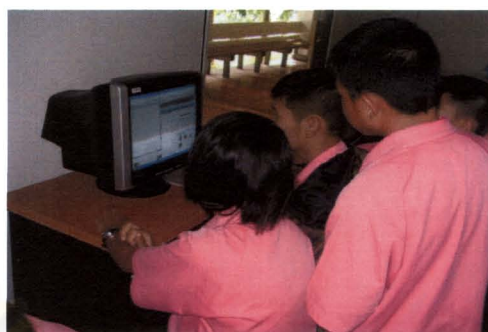


นักเรียนแบ่งกลุ่มกันเลือกกิจกรรมการสร้างแบบจำลองตามความสนใจ



นักเรียนเขียนโครงการการสร้างแบบจำลองและเตรียมตัวนำเสนอโครงการต่อครูผู้สอน

3. ขั้นการวางแผนและดำเนินการ



นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือ หรือเว็บไซต์ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบการสร้างแบบจำลอง



นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวางแผนเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลอง การออกแบบ โครงร่าง และแบ่งหน้าที่การทำงาน



นักเรียนร่วมกันสร้างแบบจำลองการเกิดภูเขาไฟ

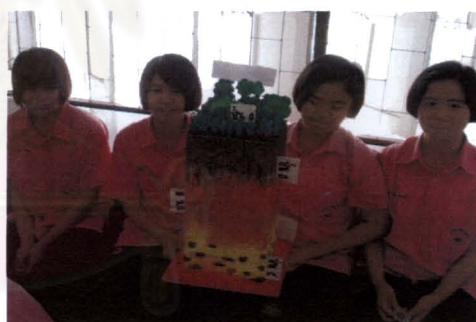
นักเรียนร่วมกันสร้างแบบจำลองการเกิดภูเขา



นักเรียนร่วมกันสร้างแบบจำลองการกร่อนโดยกระแสน้ำ

นักเรียนร่วมกันสร้างแบบจำลองชั้นของดิน

4. ขั้นตอนการติดตามและประเมินผล



ผู้สอนตรวจสอบกระบวนการทำงาน ติดตามความก้าวหน้า จนกระทั่งผู้เรียนปรับปรุง แก้ไขแผนงาน และ
ดำเนินการสร้างแบบจำลองจนแล้วเสร็จ แล้วนำเสนอให้ผู้สอนตรวจประเมินผล



ผู้วิจัยในบทบาทครูผู้สอนและนักเรียนในชั้นเรียน

ภาพตัวอย่างแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยนักเรียนกลุ่มทดลอง



แบบจำลองส่วนประกอบของโลก



แบบจำลองการเกิดภูเขา



แบบจำลองการเกิดแผ่นดินไหว



แบบจำลองการเกิดภูเขาไฟ



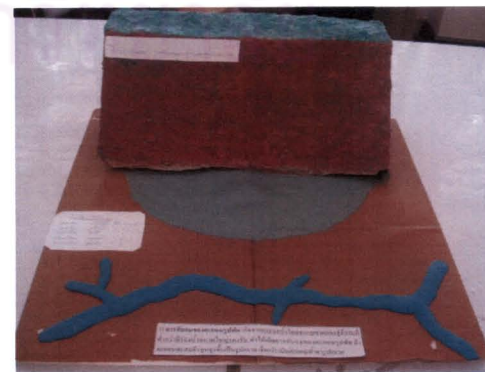
แบบจำลองกระบวนการเกิดดิน



แบบจำลองชั้นของดิน



แบบจำลองน้ำบาดิน และน้ำใต้ดิน



แบบจำลองการทับถมของตะกอนรูปพัด

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายเชวรินทร์ สีใหม่ เกิดเมื่อวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2526 ภูมิลำเนา จังหวัดแพร่ สำเร็จการศึกษา
ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป
/ชีววิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2548 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร
ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย