



การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

วิทยานิพนธ์

ของ

เจษฎากร บุญแสน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มิถุนายน 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

วิทยานิพนธ์
ของ
เจษฎากร บุญแสน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
มิถุนายน 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF SCIENCE PROCESS SKILLS AND LEARNING
ACHIEVEMENT OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS ON THE TOPIC
OF THE CHANGING EARTH USING 5E INQUIRY-BASED LEARNING
MANAGEMENT INTEGRATED WITH TPACK

BY

JESADAGORN BOONSAN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirement for

The Master of Education Degree in Science Teaching

Sakon Nakhon Rajabhat University

June 2023

All Right Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK
ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ เจษฎากร บุญแสน

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบ (รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร) กรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร) ประธานที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

..... กรรมการสอบ (ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์) กรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล) แต่งตั้งเพิ่มเติม กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

..... กรรมการสอบ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงสมร กิจโกศล) ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล)
ประธานหลักสูตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เมื่อวันที่ 30 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จากรองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.กฤษดี สุวรรณไตรย์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ คอยเสนอแนะ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ ตลอดมาตั้งแต่ ต้นจนสำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา เมตตา และขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล อาจารย์ประจำสาขา วิชาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร นางเกตุวดี ยะสะกะ ครูชำนาญการพิเศษ และนางพชรพรรณ มีหนองหว้า ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำ แนวทางต่าง ๆ และข้อคิด ที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการ นายอิทธิพล พลเยี่ยมหาญ คณะครู โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูลทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือและ เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณทุกท่านในหมวดวิทยาศาสตร์ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ดูแล และขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลในการวิจัย ครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณทุกคนในครอบครัว บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุน เอาใจใส่ เพื่อน ๆ ที่ช่วยเหลือกำลังใจด้วยดีเสมอมา นอกจากนี้ ยังมีผู้ที่ให้ความช่วยเหลืออีกหลาย ท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมด จึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คุณค่า และประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ที่มีต่อการพัฒนาคุณภาพ การศึกษาผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา บุรพคณาจารย์ และผู้มีพระคุณ ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ผู้วิจัยมีความเพียรพยายามในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จน สำเร็จ

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK
ผู้วิจัย	เจษฎากร บุญแสน
กรรมการที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์
ปริญญา	ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์	2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม จำนวน 32 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัย พบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.91/81.04 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น, TPACK, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

TITLE	Development of Science Process Skills and Learning Achievement of Mathayomsuksa 2 Students on the Topic of the Changing Earth Using 5E Inquiry-Based Learning Management Integrated with TPACK
AUTHOR	Jesadagorn Boonsan
ADVISORS	Assoc. Prof.Anun Pansuppawat Dr.Kulwadee Suwannatrai
DEGREE	M.Ed. (Science Teaching)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2023

ABSTRACT

This research aimed to 1) develop the lesson plans using the 5E inquiry-based learning management integrated with TPACK on the topic of the Changing Earth for Mathayomsuksa 2 students to meet the efficiency of 80/80, 2) compare students' science process skills before and after the intervention, 3) compare students' learning achievement before and after the intervention and 4) examine the students' satisfaction toward the developed learning management plans. The sample, obtained through cluster random sampling, consisted of 32 students from Mathayomsuksa 2/6 at Renunakhonwittayanukul School under the Secondary Education Service Area Office Nakhon Phanom, during the second semester of the academic year 2022. The research instruments consisted of 1) lesson plans using the 5E inquiry-based learning management integrated with TPACK, 2) a science process skills test, 3) a learning achievement test, and 4) a satisfaction questionnaire. The statistics for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test for Dependent Samples.

The results were as follows:

1. The lesson plans using the 5E inquiry-based learning management integrated with TPACK on the topic of the Changing Earth achieved the efficiency of 81.91/81.04, which was higher than the defined criteria.
2. The students' science process skills after the intervention were higher than those before at the 0.1 level of significance.
3. The students' learning achievement after the intervention was higher than that before the intervention at the 0.1 level of significance.
4. The students' satisfaction with the developed learning management reached the highest level with a mean score of 4.54.

Keywords: 5E Inquiry-Based Learning Management, TPACK, Learning Achievement, Science Process Skills

สารบัญ

บทที่	หน้า
1	1
บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย	4
ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
สมมติฐานของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	9
2	15
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551	
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช	
2560)	17
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์.....	17
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์.....	18
สาระการเรียนรู้แกนกลางในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	19
คุณภาพผู้เรียน	19
สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง	
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	22
คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2	
ปีการศึกษา 2564	55
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	57

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	57
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	58
ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	61
การบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK).....	62
ความหมายของการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และเทคโนโลยี (TPACK).....	62
แนวคิดและที่มาของการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และเทคโนโลยี.....	63
องค์ประกอบของการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และเทคโนโลยี.....	64
การวัดและประเมินผลการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอน และเทคโนโลยี.....	68
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	69
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	69
ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	70
การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	74
การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น กับการจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นร่วมกับ TPACK.....	74
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	76
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	76
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	77
ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	78
ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี.....	79

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	80
ประสิทธิภาพของเครื่องมือ	81
ความหมายของประสิทธิภาพ	81
การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	81
การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ	82
ความพึงพอใจ.....	83
ความหมายของความพึงพอใจ.....	83
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ	84
การวัดระดับความพึงพอใจ	86
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ	87
งานวิจัยในประเทศ.....	87
งานวิจัยต่างประเทศ	89
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	93
ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง.....	93
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	93
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	93
แบบแผนการวิจัย	94
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	94
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	94
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	94

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	95
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	95
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	112
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	116
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	117
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	118
สถิติพื้นฐาน	118
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ	119
สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน.....	120
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	123
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	123
ขั้นตอนในการการวิเคราะห์ข้อมูล	124
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	124
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ	124
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ.....	131
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	143
ความมุ่งหมายของการวิจัย	143
สมมติฐานของการวิจัย	144
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	144
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	145
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	145

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	146
สรุปผลการวิจัย.....	147
อภิปรายผลการวิจัย.....	148
ข้อเสนอแนะ.....	153
บรรณานุกรม.....	155
ภาคผนวก.....	167
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและหนังสือขอความอนุเคราะห์.....	169
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ.....	179
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	197
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	209
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	321

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1	แสดงสาระ/มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... 24
2	หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2..... 57
3	ตารางการเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK 75
4	แบบแผนของการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง 94
5	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สมรรถนะที่สำคัญ/คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ วิธีสอน/กิจกรรม การบูรณาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือ/ การวัดผลชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 96
6	เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้..... 110
7	ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 125
8	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง 126
9	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง 128

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
10	ผลของความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง	129
11	ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	181
12	ผลการประเมินความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง	184
13	ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง.....	187
14	ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง	189
15	ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	191
16	ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	193
17	ผลการประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง.....	195
18	ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง	199

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
19	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน	201
20	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน	203
21	ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง	205

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้.....	60
3 กรอบแนวความคิดเกี่ยวกับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี.....	67
4 กราฟเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและ หลังเรียน	126
5 กราฟเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	127
6 นักเรียนช่วยกันทำแบบจำลองโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบเคมี	132
7 กิจกรรมการทดลองการพัดพาและการสะสมตัวของตะกอน.....	132
8 กิจกรรมการทดลองตรวจวัดค่า pH ของดิน	133
9 กิจกรรมการทดลองการเกิดน้ำบาดาล	133
10 กิจกรรมการทดลองการพังทลายของชั้นดิน	134
11 กิจกรรมการทดลองการแผ่นดินไหว.....	134
12 กิจกรรมการทดลองการเกิดหลุมยุบ	135
13 นักเรียนนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล และตอบคำถามหน้าชั้นเรียน	135
14 การใช้เทคโนโลยีแอปพลิเคชันช่วยในการจัดการเรียนรู้	136
15 สืบค้นข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยี สมาร์ทโฟน	137
16 นักเรียนช่วยกันทำสรุปข้อมูลเป็นอินโฟกราฟิกเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน.....	137
17 นักเรียนกลุ่มที่นำเสนอข้อมูลช่วยกันตอบคำถามเพื่อนในห้อง	138
18 การสรุปข้อมูลโดยใช้รูปแบบอินโฟกราฟิกในการนำเสนอข้อมูล	138
19 นักเรียนมีความสุขกับกิจกรรมสืบค้นข้อมูล	139
20 นักเรียนช่วยกันทำกิจกรรมการทดลอง.....	140
21 ฝึกรนำเสนอข้อมูลการค้นคว้าหน้าห้อง	140
22 นักเรียนมีความภูมิใจกับผลการกลุ่มตนเอง	141

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่สังคมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมีความเจริญก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้าอย่างก้าวกระโดด ทำให้โลกและทุกประเทศต้องเผชิญกับความท้าทายต่อการเร่งรัดพัฒนาประเทศให้สอดคล้องกับทิศทางการเปลี่ยนแปลงของโลก (วีระยุทธ พรพจน์ธนาต, 2558, หน้า 49) ความเจริญทางวิทยาการด้านต่าง ๆ ของโลกในยุคโลกาภิวัตน์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจของทุกประเทศรวมทั้งประเทศไทย การศึกษาจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่บ่งชี้ถึงความสำเร็จของประเทศนั้น ๆ (นาถนรินทร์ เพทายเทียมทอง, บัญญัติ ชำนาญกิจ และนवलศรีชำนาญกิจ, 2556, หน้า 75)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้น การเชื่อมโยงความรู้เข้ากับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยลงมือปฏิบัติ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, หน้า 3) การศึกษาวิทยาศาสตร์ มีเป้าหมาย ให้ผู้เรียนมีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) เพราะผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คือผู้ที่สามารถดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิต (วีระพันธ์ เจริญลิขิตกวิน และนิพัทธา ชัยกิจ, 2563, หน้า 156) การพัฒนาวิทยาศาสตร์นั้นจำเป็นต้องพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเพราะเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนใช้ค้นคว้าหาองค์ความรู้ ดังนั้น หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญที่ทุกคนต้องเรียน (เยาวเรศ ปรีวันตา, อรัญ ชุยกระเดื่อง และเนตรชนก จันทร์สว่าง, 2555, หน้า 118)

การสอนวิทยาศาสตร์นั้นมีเป้าหมายที่สำคัญคือ การพัฒนาผู้เรียนให้เข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science: NOS) และส่วนหนึ่งของการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นคือความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (บรรณรักษ์ คุ่มรักษา และเพชรลัดดา รักษากิจ, 2562, หน้า 17) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 13 ทักษะ ซึ่งทางสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for The Advancement of Science) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามลักษณะความยากง่ายของทักษะต่าง ๆ ซึ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน 5 ทักษะ ประกอบด้วย ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551, หน้า 28-29)

ปัจจุบัน พบว่า การเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากการเรียนที่เน้นความรู้ในเชิงท่องจำ (นิชกานต์ สฤณีไพศาล, ภัทรภร ชัยประเสริฐ และปริญญา ทองสอน, 2562, หน้า 115) การจัดการเรียนการสอนโดยอาศัยแค่เพียงตำรา การสอนในรูปแบบเดิมที่ครูเป็นผู้บรรยายในชั้นเรียน นักเรียนนั่งฟังและจดบันทึกขาดการลงมือปฏิบัติจริง (ยุพา สำเลิศรัมย์ และกมลทิพย์ ศรีหาเศษ, 2560, หน้า 23) การจัดการเรียนการสอนดังกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการคิดวิเคราะห์ และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปปรับใช้ในชีวิตผลการประเมินของ PISA (Programme for International Student Assessment) ในปี 2018 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (OECD, มีค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ 489 คะแนน) แสดงให้เห็นว่าผลการประเมินวิทยาศาสตร์ของไทยไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลยตั้งแต่ PISA 2000 ถึง PISA 2018 (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติสถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, หน้า 182–183) ซึ่งการประเมินจาก PISA สามารถสะท้อนคุณภาพของการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยถึงกระบวนการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ยังล่าช้าหลังจากการประเมินผลของ PISA เน้นการคิดและแก้ปัญหา (ปณิธาน มั่นคง และเดชา ศุภพิทยาภรณ์, 2018, หน้า 131)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง บทบาทของความเป็นครูเปลี่ยนจากผู้สอนมาเป็นโค้ชคอยแนะนำ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและแสวงหาความรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง ฝึกให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ และสามารถบูรณาการความรู้ต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบจากปัญหา (ชุตินา ธนาวัฒน์นกร, 2563, หน้า 11) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ แบ่งเป็น 5 ขั้น ประกอบด้วยขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมินผล (Evaluation) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียน (ฉันทนาพร แสงสุทธิเศรษฐ์, ศุภชัย ทวี และจีรพรรณ เทียนทอง, 2562, หน้า 109) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจในกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างเป็นระบบ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และเข้าใจในกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ค้นหาความรู้ (ปทุมรั้วคูหา, กิตติมา พันธุ์พุกษา, เชษฐ ศิริสวัสดิ์ และสมศิริ สิงห์ลพ, 2562, หน้า 201) ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว และเข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตมากขึ้น การจัดการเรียนการสอนจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนให้ทันกับเทคโนโลยีใหม่ที่เข้ามา ทั้งการเรียนการสอนแบบออนไลน์ การใช้แอปพลิเคชันต่าง ๆ เข้ามาเสริมการสอนให้ทันสมัย สร้างความแปลกใหม่และสามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจที่จะเรียน ดังนั้นการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนจึงเป็นสิ่งสำคัญ กรอบแนวคิดที่เรียกว่า ความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิธีสอนและเนื้อหาที่สอน (Technological Pedagogical Content Knowledge หรือ TPACK) โดย Mishra & Koehler (2006) ได้นิยามว่า TPACK หมายถึง ความรู้ของผู้สอนในการสอนผ่านเทคโนโลยี ที่จะนำความรู้ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเทคโนโลยี ความรู้ด้านวิธีสอน และความรู้ด้านเนื้อหาที่สอน มาบูรณาการทั้งหมดเข้าด้วยกันเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น (ลิลลา อุดุลยศาสตร์, 2561, หน้า 117)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ให้ผู้เรียนมีเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนและเป็นการเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นพื้นฐานของการศึกษาวิทยาศาสตร์ และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้สูงขึ้นและสามารถนำความรู้ที่มีอยู่ไปพัฒนาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันต่อไปได้

คำถามของการวิจัย

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ 80/80

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง อยู่ในระดับ มาก

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความสำคัญของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ที่มีประสิทธิภาพ สามารถส่งเสริมความสามารถทางทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เป็นแนวทางแก่ครู และบุคลากรทางการศึกษาในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หรือปรับใช้กับการสอนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นอื่น ๆ

ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาสาระกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง ได้แก่ โครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลก ดินและน้ำ ภัยธรรมชาติบนผิวโลก

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ประชากรที่ใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 จำนวน 32 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 จำนวน 35 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/8 จำนวน 37 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 104 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 32 คน จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling Technique) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
ร่วมกับ TPACK

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

3.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียน

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
ใช้เวลา ในการทดลองสอน จำนวน 20 ชั่วโมง เวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 22 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบการวิจัยไว้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เฉพาะไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น หมายถึง การจัดการ เรียนรู้ที่จะเน้นให้ผู้เรียนเป็นค้นคว้าด้วยตนเองเป็นหลัก หรือสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูจะมีหน้าที่อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองได้ ผูกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นแรกในการจัดการเรียน การสอน ในขั้นนี้ครูผู้สอนจะมีหน้าที่ในการเรื่องที่น่าสนใจ หรือกระตุ้นผู้เรียนให้มีความอยากรู้อยากเห็นสนใจในเรื่องหรือเนื้อหาที่ทำการศึกษาอยู่ เช่น การยกตัวอย่าง หรือประเด็นที่ น่าสนใจจากเหตุการณ์ในปัจจุบัน หรือสิ่งรอบตัว และให้นักเรียนสร้างคำถามขึ้นมากำหนด ประเด็นที่จะศึกษาต่อไป

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่วางแผนทางในการ ค้นคว้า สำรวจข้อมูล ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ปฏิบัติการ เพื่อเก็บ รวบรวมข้อมูล ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรม การสืบค้นสารสนเทศ

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อมูลสรุป (Explanation) เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลจาก ทดลอง ศึกษาค้นคว้า มาวิเคราะห์และสรุปผล พร้อมทั้ง จัดทำข้อมูลที่สรุปเสร็จสิ้นแล้วมา อธิบาย หรือการทำกรอภิปรายผลจากการทดลอง ให้ได้ข้อสรุปที่แน่ชัดเกิดเป็นองค์ ความรู้

1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นของการจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ขยายกรอบความคิดให้กว้างยิ่งขึ้น มีการเชื่อมโยงความรู้เดิม สู่ความรู้ใหม่ เพื่อให้เกิดการนำไปสู่การค้นคว้าทดลองเพิ่มขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็น เพื่อให้เกิดการอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม

1.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนประเมินผลการเรียนรู้จาก การทำกิจกรรมในขั้นที่ 1-4 ประเมินผลโดยการ ใช้แบบทดสอบ ชุดฝึก การทำกิจกรรม การทดลอง การจัดป้ายนิเทศ วิทยุบุคคล วิทยุกลุ่ม โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ เพื่อประเมิน ว่าผู้เรียนมีความรู้เข้าใจอย่างไร มากน้อยเพียงใด

2. การบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK) หมายถึง กรอบแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการความรู้หลัก ๆ 3 ด้านเข้าด้วยกัน ได้แก่ ด้านเนื้อหาวิชา (Content Knowledge: CK) ด้านวิธีการสอน (Pedagogical Knowledge: PK) ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) สามารถจำแนกการบูรณาการความรู้ด้านอื่น ๆ ได้อีก 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ในการบูรณาการด้านเทคโนโลยีและด้านวิธีการสอน (Technological Pedagogical Knowledge: TPK) ความรู้ในการบูรณาการด้านเทคโนโลยีและด้านเนื้อหา (Technological Content Knowledge: TCK) ความรู้ในการบูรณาการด้านวิธีการสอนและด้านเนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge: PCK) ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK)

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และใช้แนวคิดของการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี มาช่วยเสริมในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในขั้นสร้างความสนใจจะใช้เทคโนโลยีและแอปพลิเคชันต่าง ๆ เข้ามาเพื่อสร้างความสนใจกระตุ้นผู้เรียน ทำให้การจัดการเรียนการสอน มีความแปลกใหม่ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งนอกจากขั้นสร้างความสนใจก็สามารถนำไปปรับให้เข้ากับขั้นการสอนอื่น ๆ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น และสามารถสรุปองค์ความรู้จากข้อมูลที่ศึกษามาได้

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝน และความชำนาญในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นคว้าหาความรู้ หรือเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา ทักษะทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 13 ทักษะประกอบด้วย

4.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) 8 ทักษะ ได้แก่

4.1.1 ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสของร่างกาย ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น กาย สัมผัสเข้ากับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ทราบ และรับรู้ข้อมูล รายละเอียดของสิ่งเหล่านั้น โดยปราศจากความเห็นของผู้สังเกต

4.1.2 ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือสำหรับการวัดข้อมูลในเชิงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นตัวเลขในหน่วยการวัด ที่ถูกต้องแม่นยำได้

4.1.3 ทักษะการคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่ได้จากนับ และตัวเลขจากการวัดมาคำนวณด้วยสูตรคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร เป็นต้น โดยการเกิดทักษะการคำนวณจะแสดงออกจากการนับที่ถูกต้อง

4.1.4 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การเรียงลำดับและการแบ่งกลุ่มวัตถุหรือรายละเอียดข้อมูลด้วยเกณฑ์ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ใด ๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง

4.1.5 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับวัตถุ และสเปซกับเวลา (Using Space/Time Relationships) สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างบริเวณที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งจะเป็นลักษณะ 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ของสเปซกับสเปซของวัตถุ หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา หมายถึง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุกับช่วงเวลา

4.1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำข้อมูลให้มีความหมาย เพื่อให้ผู้ที่มาอ่านเข้าใจง่าย โดยการนำเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ วงจร เขียนหรือบรรยาย

4.1.7 ทักษะการลงความคิดเห็น (Inferring) หมายถึง การแสดงความคิดเห็นของตนต่อสิ่งที่ได้รับรู้มาอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยพื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์ที่สามารถนำมาอธิบายหรือสรุปจากประเด็นความคิดเห็นของตนอย่างมีเหตุผล

4.1.8 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบไว้ล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลจากการสังเกตปรากฏการณ์ หรือการกระทำที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ผ่านกระบวนการแปลข้อมูลภายใต้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated Science Process Skills) 5 ทักษะ ได้แก่

4.2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) หมายถึง การตั้งคำถามหรือคำตอบล่วงหน้าอย่างมีเหตุมีผล เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร

ต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไร โดยสมมติฐานสร้างขึ้นจะอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์ภายใต้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่สามารถอธิบายคำตอบได้

4.2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดและอธิบายความหมาย และขอบเขตของค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การศึกษาหรือการทดลองเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างบุคคล

4.2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การบ่งชี้และกำหนดลักษณะของแปรอิสระหรือตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

4.2.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง การปฏิบัติและ ทำซ้ำในขั้นตอนเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ การ ออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

4.2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงสรุป (Interpreting Data and Conclusion) หมายถึง การแปรความหมายข้อมูลและอธิบายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ จากนั้นลงข้อสรุปของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ วัดโดยใช้ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถเกี่ยวกับความรู้ความ เข้าใจจากประสบการณ์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการ เปลี่ยนแปลง วัดโดยใช้ข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ที่สามารถเพิ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการ เปลี่ยนแปลง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ หาได้จากร้อยละ ของคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรม แบบฝึกหัด ใบความความรู้ ในการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง คิดเป็นร้อยละเฉลี่ยไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพผลลัพธ์ หาได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการเรียนของนักเรียน คิดเป็นร้อยละเฉลี่ยไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80

7. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่นักเรียนมีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ เพื่อวัดความพึงพอใจที่นักเรียนมีต่อการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยวัดความพึงพอใจ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

1.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

1.3 สาระการเรียนรู้แกนกลางในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.4 คุณภาพผู้เรียน

1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.6 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

2.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. การบูรณาการความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

3.1 ความหมายของการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมวิธีการสอนและเทคโนโลยี

3.2 แนวคิดและที่มาของการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมวิธีการสอนและเทคโนโลยี

3.3 องค์ประกอบของการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

3.4 การวัดและประเมินผลการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.3 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับ TPACK

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

6.5 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7. ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

7.1 ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

7.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

7.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

8. ความพึงพอใจ

8.1 ความหมายของความพึงพอใจ

8.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

8.3 การวัดระดับความพึงพอใจ

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยในประเทศ

9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 1-3) ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี โดยมีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ องค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหาการจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้น ให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจน

การวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้อง และเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับ คณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเนื้อหาเพื่อให้มีความทันต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ เพื่อทัดเทียมกับนานาชาติ

2. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 3) ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็น หลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่ สำคัญ ดังนี้

- 2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชา วิทยาศาสตร์
- 2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และ ข้อจำกัดในการศึกษาวิทยาศาสตร์
- 2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้น ทางเทคโนโลยี
- 2.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 2.5 เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 2.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการ แก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 2.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. สารการเรียนรู้แกนกลางในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 3-4) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อมองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืชพันธุ์กรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะเทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยี

การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิตสังคมและสิ่งแวดล้อม

วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. คุณภาพผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 8-9) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียน หลังจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้

4.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต

ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิต ดัดแปลงพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศและการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

4.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์

สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี และสมบัติทางกายภาพ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์เซรามิก และวัสดุผสม

4.3 เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงแลัพท์และผลของแรงแลัพท์กระทำต่อวัตถุ

โมเมนต์ของแรง แรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

4.4 เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสง

การสะท้อน การหักเหของแสงและทัศนอุปกรณ์

4.5 เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู

การเคลื่อนที่ ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

4.6 เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อ

ลมฟ้าอากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทนและการใช้ประโยชน์ ลักษณะโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิดและผลกระทบของภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัย

4.7 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะ วิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้ วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สิน ทางปัญญา

4.8 นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

4.9 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐาน หรือ หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลาย แนวทาง สร้างสมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบและลงมือ สำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยี สารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผล เพียงตรงและปลอดภัย

4.10 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการ สำรวจตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการ แปลความหมายและลงข้อสรุป และสื่อสารความคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบ หลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

4.11 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการ ที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่ง ความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการ เปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

4.12 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ใน ชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต

และการประกอบอาชีพแสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น
เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวก และด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อม
และต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้ เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความ
สนใจ

4.13 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพ
ความสมดุลของระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

5. สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 4-5) หลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

สาระที่ 1 สาระวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบ
ต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ ของ
อวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร
ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลัก
และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลายและการเกิด
ปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรง
ที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง
และการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน
ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง
นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 สาระเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึง ผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่ พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมี จริยธรรม

สาระ/มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงไว้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 สาระ/มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.2	1. ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของ อวัยวะที่เกี่ยวข้องในระบบหายใจ 2. อธิบายกลไกการหายใจเข้า และออก โดยใช้แบบจำลอง รวมทั้ง อธิบายกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส 3. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบ หายใจ โดยการบอกแนวทางในการ ดูแลรักษาอวัยวะ ในระบบหายใจให้ ทำงานเป็นปกติ	<ul style="list-style-type: none"> • ระบบหายใจมีอวัยวะต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้อง ได้แก่ จมูก ท่อลม ปอด กะบังลม และกระดูกซี่โครง • มนุษย์หายใจเข้า เพื่อนำแก๊ส ออกซิเจนเข้าสู่ ร่างกายเพื่อ นำไปใช้ในเซลล์ และหายใจออก เพื่อกำจัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ออกจากร่างกาย • อากาศเคลื่อนที่เข้าและออก จากปอดได้ เนื่องจากการ เปลี่ยนแปลงปริมาตร และความ ดัน ของอากาศภายในช่องอก ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำงาน ของกะบังลม และกระดูกซี่โครง • การแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจน กับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ใน ร่างกาย เกิดขึ้นบริเวณถุงลมใน ปอดกับหลอดเลือดฝอยที่ถุงลม และระหว่างหลอดเลือดฝอยกับ เนื้อเยื่อ

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.2		<ul style="list-style-type: none"> • การสูบบุหรี่ การสูดอากาศที่มีสารปนเปื้อน และการเป็นโรคเกี่ยวกับระบบหายใจบางโรค อาจทำให้เกิดโรคถุงลมโป่งพอง ซึ่งมีผลให้ความจุอากาศของปอดลดลง ดังนั้นจึงควรดูแลรักษาระบบหายใจ ให้ทำหน้าที่เป็นปกติ
	4. ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบขับถ่ายในการกำจัดของเสียทางไต	<ul style="list-style-type: none"> • ระบบขับถ่ายมีอวัยวะที่เกี่ยวข้อง คือ ไต ท่อไต กระเพาะปัสสาวะ และท่อปัสสาวะ โดยมีไต ทำหน้าที่กำจัดของเสีย เช่น ยูเรีย แอมโมเนีย กรดยูริก รวมทั้งสาร
	5. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบขับถ่าย ในการกำจัดของเสียทางไต โดยการบอก แนวทางในการปฏิบัติตนที่ช่วยให้ระบบขับถ่ายทำหน้าที่ได้อย่างปกติ	ที่ร่างกายไม่ต้องการออกจากเลือด และควบคุมสารที่มีมากหรือน้อยเกินไป เช่น น้ำ โดยขับออกมาในรูปของปัสสาวะ <ul style="list-style-type: none"> • การเลือกรับประทานอาหารที่เหมาะสม เช่น รับประทานอาหารที่ไม่มีรสเค็มจัด การดื่มน้ำสะอาดให้เพียงพอ เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้ระบบขับถ่ายทำหน้าที่ได้อย่างปกติ

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>6. บรรยายโครงสร้างและหน้าที่ของหัวใจ หลอดเลือด และเลือด</p> <p>7. อธิบายการทำงานของระบบหมุนเวียนเลือด โดยใช้แบบจำลอง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ระบบหมุนเวียนเลือด ประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือด และเลือด • หัวใจของมนุษย์แบ่งเป็น 4 ห้อง ได้แก่ หัวใจ ห้องบน 2 ห้อง และห้องล่าง 2 ห้อง ระหว่างหัวใจห้องบนและหัวใจห้องล่างมีลิ้นหัวใจกัน • หลอดเลือด แบ่งเป็น หลอดเลือดอาร์เทอรี หลอดเลือดเวน หลอดเลือดฝอย ซึ่งมีโครงสร้างต่างกัน • เลือด ประกอบด้วย เซลล์เม็ดเลือด เกล็ดเลือด และพลาสมา • การบีบและคลายตัวของหัวใจ ทำให้เลือดหมุนเวียน และลำเลียงสารอาหาร แก๊ส ของเสีย และสารอื่น ๆ ไปยังอวัยวะและเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย • เลือดที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนสูงจะออกจากหัวใจไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ขณะเดียวกันแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์จะแพร่เข้าสู่เลือด และลำเลียงกลับเข้าสู่หัวใจและถูกส่งไปแลกเปลี่ยนแก๊สที่ปอด

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>8. ออกแบบการทดลองและทดลองในการเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะปกติและหลังทำกิจกรรม</p> <p>9. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบหมุนเวียนเลือดโดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษาอวัยวะในระบบหมุนเวียนเลือดให้ทำงานเป็นปกติ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ชีพจรบอกถึงจังหวะการเต้นของหัวใจ ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจในขณะปกติและหลังจากทำกิจกรรมต่าง ๆ จะแตกต่างกัน ส่วนความดันเลือดระบบหมุนเวียนเลือดเกิดจากการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด • อัตราการเต้นของหัวใจมีความแตกต่างกัน คนที่เป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดจะส่งผลทำให้หัวใจสูบฉีดเลือดไม่เป็นปกติ • การออกกำลังกาย การเลือกรับประทานอาหาร การพักผ่อน และการรักษาภาวะอารมณ์ให้เป็นปกติ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการดูแลรักษาระบบหมุนเวียนเลือดให้เป็นปกติ
	<p>10. ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบประสาทส่วนกลางในการควบคุมการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ระบบประสาทส่วนกลางประกอบด้วยสมอง และไขสันหลังจะทำหน้าที่ร่วมกับเส้นประสาท ซึ่งเป็นระบบประสาทรอบนอก ในการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ รวมถึงการแสดงพฤติกรรม เพื่อการตอบสนองต่อสิ่งเร้า

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	11. ตระหนักถึงความสำคัญของระบบประสาท โดยการบอกแนวทางในการดูแลรักษา รวมถึงการป้องกันการกระทบกระเทือนและอันตรายต่อสมองและไขสันหลัง	<ul style="list-style-type: none"> • เมื่อมีสิ่งเร้ามากกระตุ้นหน่วยรับความรู้สึก จะเกิดกระแสประสาทส่งไปตามเซลล์ประสาทรับความรู้สึกไปยังระบบประสาทส่วนกลาง แล้วส่งกระแสประสาทมาตามเซลล์ประสาทสั่งการไปยังหน่วยปฏิบัติงาน เช่น กล้ามเนื้อ • ระบบประสาทเป็นระบบที่มีความซับซ้อนและมีความสัมพันธ์กับทุกระบบในร่างกาย ดังนั้น จึงควรป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่กระทบกระเทือน ต่อสมอง หลีกเลียงการใช้สารเสพติด หลีกเลียง ภาวะเครียด และรับประทานอาหารที่มีประโยชน์เพื่อดูแลรักษาระบบประสาทให้ทำงานเป็นปกติ

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>12. ระบุอวัยวะและบรรยายหน้าที่ของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ของเพศชายและเพศหญิง โดยใช้แบบจำลอง</p> <p>13. อธิบายผลของฮอร์โมนเพศชายและเพศหญิงที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย เมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว</p> <p>14. ตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงของร่างกายเมื่อ เข้าสู่วัยหนุ่มสาว โดยการดูแลรักษาร่างกายและจิตใจของตนเองในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลง</p> <p>15. อธิบายการตกไข่ ประจำเดือน การปฏิสนธิการพัฒนาของไซโกต</p>	<ul style="list-style-type: none"> • มนุษย์มีระบบสืบพันธุ์ที่ประกอบด้วยอวัยวะต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่เฉพาะ โดยรังไข่ในเพศหญิงจะทำหน้าที่ผลิตเซลล์ไข่ ส่วนอวัยวะในเพศชายจะทำหน้าที่สร้างเซลล์อสุจิ • ฮอร์โมนเพศทำหน้าที่ควบคุมการแสดงออกของ ลักษณะทางเพศที่แตกต่างกัน เมื่อเข้าสู่วัยหนุ่มสาว จะมีการสร้างเซลล์ไข่และเซลล์อสุจิ การตกไข่ การมีรอบเดือน และการปฏิสนธิของเซลล์ไข่ และเซลล์อสุจิ
	<p>16. เลือกวิธีการคุมกำเนิดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนด</p> <p>17. ตระหนักถึงผลกระทบของการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควร โดยการประพฤติตนให้เหมาะสม</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การมีประจำเดือน มีความสัมพันธ์กับการตกไข่ โดยเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนเพศหญิง • เมื่อเพศหญิงมีการตกไข่และเซลล์ไข่ได้รับ การปฏิสนธิกับเซลล์อสุจิจะทำให้ได้ไซโกต ไซโกตจะเจริญเป็นเอ็มบริโอและฟัตัส จนกระทั่งคลอดเป็นทารก แต่ถ้าไม่มีการปฏิสนธิ เซลล์ไข่จะสลายตัว ผนังด้านในมดลูก รวมทั้งหลอดเลือดจะ

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		สลายตัวและหลุดลอกออก เรียกว่าประจำเดือน <ul style="list-style-type: none"> • การคุมกำเนิดเป็นวิธีป้องกัน ไม่ให้เกิดการตั้งครรภ์ โดย ป้องกันไม่ให้เกิดการปฏิสนธิ หรือไม่ให้มีการ ฝังตัวของ เอ็มบริโอ ซึ่งมีหลายวิธี เช่น การใช้ถุงยางอนามัย การกินยาคุมกำเนิด
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1	1. อธิบายการแยกสารผสมโดย การระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟี แบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำ ละลาย โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ 2. แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึกการกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย	<ul style="list-style-type: none"> • การแยกสารผสมให้เป็นสาร บริสุทธิ์ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับ สมบัติของสารนั้น ๆ การระเหย แห้ง ใช้แยกสารละลายซึ่ง ประกอบด้วยตัวละลายที่เป็น ของแข็งในตัวทำละลายที่เป็น ของเหลว โดยใช้ความร้อน ระเหยตัวทำละลายออกไป จนหมดเหลือแต่ตัวละลาย การตกผลึกใช้แยกสารละลาย ที่ประกอบด้วยตัวละลายที่เป็น ของแข็งในตัวทำละลายที่เป็น ของเหลว โดยทำให้สารละลาย อิ่มตัวแล้วปล่อยให้ตัวทำละลาย ระเหยออกไปบางส่วน ตัวละลาย จะตกผลึกแยก ออกมา การกลั่นอย่างง่าย

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>ใช้แยกสารละลายที่ใช้ประกอบด้วย ตัวละลายและตัวทำละลายที่เป็นของเหลวที่มีจุดเดือดต่างกันมาก วิธีนี้จะแยกของเหลวบริสุทธิ์ ออกจากสารละลายโดยให้ความร้อนกับสารละลาย ของเหลวจะเดือดและกลายเป็นไอแยกจากสารละลายแล้วควบแน่นกลับเป็นของเหลวอีกครั้ง ขณะที่ของเหลวเดือด อุณหภูมิของไอจะคงที่ โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ เป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีปริมาณน้อยโดยใช้แยกสารที่มีสมบัติการละลายในตัวทำละลายและการดูดซับด้วยตัวดูดซับแตกต่างกัน ทำให้สารแต่ละชนิดเคลื่อนที่ไปบนตัวดูดซับได้ต่างกัน สารจึงแยกออกจากกันได้</p> <p>อัตราส่วนระหว่างระยะทางที่สาร องค์กรประกอบแต่ละชนิดเคลื่อนที่ได้บนตัวดูดซับกับระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ได้เป็นค่าเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิดในตัวทำละลายและ</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>ตัวดูซับหนึ่ง ๆ การสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นวิธีการแยกสารผสมที่มีสมบัติการละลายในตัวทำละลายที่ต่างกัน โดยชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อชนิดและปริมาณของสารที่สกัดได้ การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ใช้แยกสารที่ระเหยง่าย ไม่ละลายน้ำ และไม่ทำปฏิกิริยา กับน้ำออกจากสารที่ระเหยยาก โดยใช้ไอน้ำเป็นตัวพา</p>
	<p>3. นำวิธีการแยกสารไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการแยกสารบูรณาการกับคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือปัญหาที่พบใน ชุมชนหรือสร้างนวัตกรรม โดยมีขั้นตอน ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - ระบุปัญหาในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการแยกสารโดยใช้สมบัติทางกายภาพ หรือนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา โดยใช้หลักการดังกล่าว

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<ul style="list-style-type: none"> - รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับการแยกสารโดยใช้สมบัติทางกายภาพที่สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุ หรือนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมนั้น - ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรมที่เกี่ยวกับการแยกสารในสารผสม โดยใช้สมบัติทางกายภาพ โดยเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ กระบวนการทางวิศวกรรม รวมทั้งกำหนดและควบคุมตัวแปรอย่างเหมาะสมและครอบคลุม - วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรม รวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล และเลือกวิธีการสื่อความหมายที่เหมาะสมในการนำเสนอผล - ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา หรือนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้ - นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลของนวัตกรรม ที่พัฒนาขึ้น และผลที่ได้ โดยใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสมและน่าสนใจ

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>4. ออกแบบการทดลองและทดลองในการอธิบาย ผลของชนิดตัวละลาย ชนิดตัวทำละลาย อุณหภูมิที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร รวมทั้งอธิบายผลของความดันที่มีต่อสภาพละลายได้ของสาร โดยใช้สารสมเทศ</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สารละลายอาจมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส สารละลายประกอบด้วยตัวทำละลาย และตัวละลาย กรณีสารละลายเกิดจากสารที่มีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณมากที่สุดจัดเป็นตัวทำละลาย กรณีสารละลายเกิดจากสารที่มีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะเดียวกันกับสารละลายจัดเป็นตัวทำละลาย • สารละลายที่ตัวละลายไม่สามารถละลายในตัวทำละลายได้อีกที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ เรียกว่า สารละลายอิ่มตัว • สภาพละลายได้ของสารในตัวทำละลาย เป็นค่าที่บอกปริมาณของสารที่ละลายได้ในตัวทำละลาย 100 กรัม จนได้ สารละลายอิ่มตัว ณ อุณหภูมิและความดันหนึ่ง ๆ สภาพละลายได้ของสาร บ่งบอกความสามารถในการละลายได้ของตัวละลายในตัวทำละลาย

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>ซึ่งความสามารถในการละลายของสารขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลายและ ตัวละลาย อุณหภูมิ และความดัน</p> <ul style="list-style-type: none"> • สารชนิดหนึ่ง ๆ มีสภาพละลายได้แตกต่างกันในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน และสารต่างชนิดกัน มีสภาพละลายได้ในตัวทำละลายหนึ่ง ๆ ไม่เท่ากัน • เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สารส่วนมาก สภาพละลายได้ของสารจะเพิ่มขึ้น ยกเว้นแก๊ส เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สภาพการละลายได้จะลดลง ส่วนความดันมีผล ต่อแก๊ส โดยเมื่อความดันเพิ่มขึ้น สภาพละลายได้จะสูงขึ้น • ความรู้เกี่ยวกับสภาพละลายได้ของสาร เมื่อเปลี่ยนแปลงชนิดตัวละลาย ตัวทำละลาย และอุณหภูมิ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เช่น การทำน้ำเชื่อมเข้มข้น การสกัดสารออกจากสมุนไพรให้ได้ปริมาณมากที่สุด

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>5. ระบุปริมาณตัวละลาย ในสารละลาย ในหน่วยความเข้มข้น เป็นร้อยละ ปริมาตรต่อปริมาตร มวลต่อมวล และมวลต่อปริมาตร</p> <p>6. ตระหนักถึงความสำคัญของการ นำความรู้เรื่อง ความเข้มข้นของสาร ไปใช้ โดยยกตัวอย่างการใช้ สารละลายในชีวิตประจำวันอย่าง ถูกต้องและปลอดภัย</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ความเข้มข้นของสารละลาย เป็นการระบุปริมาณ ตัวละลาย ในสารละลาย หน่วยความ เข้มข้นมีหลายหน่วย ที่นิยมระบุ เป็นหน่วยเป็นร้อยละ ปริมาตรต่อปริมาตร มวลต่อมวล และมวลต่อ ปริมาตร • ร้อยละโดยปริมาตรต่อ ปริมาตร เป็นการระบุ ปริมาตรตัวละลายในสารละลาย 100 หน่วย ปริมาตรเดียวกัน นิยมใช้กับสารละลายที่เป็น ของเหลวหรือแก๊ส • ร้อยละโดยมวลต่อมวล เป็นการระบุมวล ตัวละลาย ในสารละลาย 100 หน่วยมวล เดียวกัน นิยมใช้กับสารละลาย ที่มีสถานะเป็นของแข็ง • ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร เป็นการระบุมวล ตัวละลายใน สารละลาย 100 หน่วยปริมาตร นิยมใช้กับสารละลายที่มีตัว ละลายเป็นของแข็ง

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<ul style="list-style-type: none"> • การใช้สารละลาย <p>ในชีวิตประจำวัน ควรพิจารณาจากความเข้มข้นของสารละลายขึ้นอยู่กับ จุดประสงค์ของการใช้งาน และผลกระทบต่อสิ่งชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p>
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ กายภาพ มาตรฐาน ว 2.2	1. พยากรณ์การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นผลของ แรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุ ในแนวเดียวกันจากหลักฐานเชิงประจักษ์ 2. เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน	<ul style="list-style-type: none"> • แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ <p>เมื่อมีแรงหลาย ๆ แรงกระทำต่อวัตถุ แล้วแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ แต่ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่</p>
	3. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความดันของของเหลว	<ul style="list-style-type: none"> • เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลวจะมีแรงที่ของเหลว กระทำต่อวัตถุในทุกทิศทาง โดยแรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากกับผิววัตถุต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่เรียกว่าความดันของของเหลว • ความดันของของเหลวมีความสัมพันธ์กับความลึกจากระดับผิวน้ำของของเหลว โดยบริเวณที่ลึกลงไปจากระดับ

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>ผิวหน้าของของเหลวมากขึ้น ความดันของของเหลวจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากของเหลวที่อยู่ลึกกว่า จะมีน้ำหนักของของเหลว ด้านบนกระทำมากกว่า</p>
	<p>4. วิเคราะห์แรงพยุงและการจม การลอยของวัตถุในของเหลว จากหลักฐานเชิงประจักษ์</p> <p>5. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำ ต่อวัตถุในของเหลว</p>	<ul style="list-style-type: none"> เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลว จะมีแรงพยุงเนื่องจากของเหลว กระทำต่อวัตถุ โดยมีทิศขึ้นใน แนวตั้ง การจมหรือการลอยของ วัตถุขึ้นกับน้ำหนักของวัตถุ และแรงพยุง ถ้าน้ำหนักของวัตถุ และแรงพยุง ของของเหลวมีค่า เท่ากัน วัตถุจะลอยนิ่งอยู่ ในของเหลว แต่ถ้าน้ำหนัก ของวัตถุมีค่ามากกว่าแรงพยุง ของของเหลววัตถุจะจม
	<p>6. อธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรง เสียดทานจลน์ จากหลักฐาน เชิงประจักษ์</p>	<ul style="list-style-type: none"> แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้น ระหว่างผิวสัมผัส ของวัตถุ เพื่อดำเนินการเคลื่อนที่ของวัตถุ นั้นโดยถ้าออกแรงกระทำต่อ วัตถุที่อยู่นิ่งบนพื้นผิว ให้เคลื่อนที่ แรงเสียดทาน ก็จะดำเนินการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่เรียกแรงเสียดทานสถิต แต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง เรียก แรงเสียดทานจลน์</p>
	<p>7. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อขนาดแรงเสียดทาน</p> <p>8. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงอื่น ๆ ที่กระทำต่อวัตถุ</p> <p>9. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้เรื่องแรงเสียดทาน โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการลดหรือเพิ่มแรงเสียดทานที่เป็นประโยชน์ ต่อการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ขนาดของแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุขึ้นกับลักษณะผิวสัมผัสและขนาดของแรงปฏิกิริยาตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัส • กิจกรรมในชีวิตประจำวันบางกิจกรรมต้องการแรงเสียดทาน เช่น การเปิดฝาเกลียวขวดน้ำ การใช้แผ่นกันลื่นในห้องน้ำ บางกิจกรรม ไม่ต้องการแรงเสียดทาน เช่น การลากวัตถุบนพื้นการใช้น้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์ • ความรู้เรื่องแรงเสียดทานสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>10. ออกแบบการทดลองและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบายโมเมนต์ของแรง เมื่อวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุน และคำนวณโดยใช้สมการ $M = Fl$</p>	<ul style="list-style-type: none"> • เมื่อมีแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยไม่ผ่านศูนย์กลาง มวลของวัตถุจะเกิดโมเมนต์ของแรง ทำให้วัตถุหมุนรอบศูนย์กลางมวลของวัตถุนั้น • โมเมนต์ของแรงเป็นผลคูณของแรงที่กระทำต่อ วัตถุกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง เมื่อผลรวมของโมเมนต์ของแรงมีค่าเป็นศูนย์วัตถุจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการหมุนโดย โมเมนต์ของแรงในทิศทวนเข็มนาฬิกา จะมีขนาดเท่ากับโมเมนต์ของแรง • ของเล่นหลายชนิดประกอบด้วยอุปกรณ์หลายส่วนที่ใช้หลักการโมเมนต์ของแรง ความรู้เรื่อง โมเมนต์ของแรงสามารถนำไปใช้ออกแบบและประดิษฐ์ของเล่นได้
	<p>11. เปรียบเทียบแหล่งของสนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า และสนามโน้มถ่วง และทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแต่ละสนามจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p>	<ul style="list-style-type: none"> • วัตถุที่มีมวลจะมีสนามโน้มถ่วงอยู่โดยรอบแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงจะมีทิศพุ่งเข้าหาวัตถุที่เป็นแหล่งของสนามโน้มถ่วง

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	12. เขียนแผนภาพแสดงแรงแม่เหล็ก แรงไฟฟ้า และแรงโน้มถ่วงที่กระทำ ต่อวัตถุ	<ul style="list-style-type: none"> • วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าจะมีสนามไฟฟ้าอยู่โดยรอบแรงไฟฟ้าที่กระทำต่อวัตถุที่มีประจุจะมีทิศพุ่งเข้าหาหรือออกจากวัตถุที่มีประจุที่เป็นแหล่งของสนามไฟฟ้า • วัตถุที่เป็นแม่เหล็กจะมีสนามแม่เหล็กอยู่โดยรอบแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อขั้วแม่เหล็กจะมีทิศพุ่งเข้าหาหรือออกจากขั้วแม่เหล็กที่เป็นแหล่งของสนามแม่เหล็ก
	13. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรง แม่เหล็ก แรงไฟฟ้า และแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในสนามนั้น ๆ กับระยะห่างจากแหล่งของสนามถึงวัตถุ	<ul style="list-style-type: none"> • ขนาดของแรงโน้มถ่วง แรงไฟฟ้า และแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในสนามนั้น ๆ จะมีค่าลดลงเมื่อวัตถุอยู่ห่างจากแหล่งของสนามนั้น ๆ มากขึ้น
	14. อธิบายและคำนวณอัตราเร็วและความเร็วของ การเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยใช้สมการ $V = \frac{S}{t} \text{ และ } \bar{V} = \frac{\bar{S}}{t}$ จากหลักฐานเชิงประจักษ์	<ul style="list-style-type: none"> • การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นการเปลี่ยนตำแหน่ง ของวัตถุเทียบกับตำแหน่งอ้างอิง โดยมีปริมาณ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ซึ่งมีทั้งปริมาณ สเกลาร์ และปริมาณเวกเตอร์ เช่น ระยะทาง อัตราเร็ว

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	15. เขียนแผนภาพแสดงการกระจัดและความเร็ว	<p>การกระจัด ความเร็ว ปริมาณสเกลาร์ เป็นปริมาณที่มีขนาด เช่น ระยะทาง อัตราเร็วปริมาณเวกเตอร์เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น การกระจัด ความเร็ว</p> <ul style="list-style-type: none"> • เขียนแผนภาพแทนปริมาณเวกเตอร์ได้ด้วยลูกศร โดยความยาวของลูกศรแสดงขนาด และหัวลูกศร แสดงทิศทางของเวกเตอร์นั้น ๆ • ระยะทางเป็นปริมาณสเกลาร์ โดยระยะทาง เป็นความยาวของเส้นทางที่เคลื่อนที่ได้ • การกระจัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ โดยการกระจัดมีทิศชี้จากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งสุดท้าย และมีขนาดเท่ากับระยะที่สั้นที่สุดระหว่างสองตำแหน่งนั้น • อัตราเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์ โดยอัตราเร็วเป็น อัตราส่วนของระยะทางต่อเวลา

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ กายภาพ มาตรฐาน ว 2.3	1. วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงาน และกำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ จากข้อมูลที่รวบรวมได้ 2. วิเคราะห์หลักการการทำงานของเครื่องกลอย่างง่ายจากข้อมูลที่รวบรวมได้ 3. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของเครื่องกลอย่างง่าย โดยบอกประโยชน์และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	<ul style="list-style-type: none"> เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุ เคลื่อนที่ โดยแรงอยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่จะเกิดงาน งานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับขนาด ของแรง และระยะทางในแนวเดียวกับแรง งานที่ทำในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลัง หลักการทำงานของนำไปอธิบายการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ได้แก่ คาน พื้นเอียง รอกเดี่ยว ลิ่ม สกรู ล้อ และเพลา ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน
	4. ออกแบบและทดลองด้วยวิธีที่เหมาะสม ในการอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วง	<ul style="list-style-type: none"> พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุที่เคลื่อนที่ พลังงานจลน์จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับมวลและอัตราเร็ว ส่วนพลังงานศักย์โน้มถ่วงเกี่ยวข้องกับ กับตำแหน่งของวัตถุ จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นกับมวลและตำแหน่งของวัตถุ เมื่อวัตถุอยู่ในสนามโน้มถ่วง วัตถุจะมีพลังงานศักย์โน้มถ่วง พลังงานจลน์และพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นพลังงานกล

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	5. แปลความหมายข้อมูลและอธิบาย การเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงาน คักย์โน้มถ่วงและพลังงานจลน์ของ วัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุ มีค่าคงตัวจากข้อมูลที่รวบรวมได้	<ul style="list-style-type: none"> ผลรวมของพลังงานคักย์ โนมถ่วงและพลังงานจลน์ เป็นพลังงานกล พลังงานคักย์ โนมถ่วง และพลังงานจลน์ของ วัตถุหนึ่ง ๆ สามารถเปลี่ยน กลับไปมาได้ โดยผลรวมของ พลังงานคักย์โน้มถ่วงและ พลังงานจลน์มีค่าคงตัว นั่นคือ พลังงานกลของวัตถุมีค่าคงตัว
	6. วิเคราะห์สถานการณ์และอธิบาย การเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงาน โดยใช้ กฎการอนุรักษ์พลังงาน	<ul style="list-style-type: none"> พลังงานรวมของระบบมีค่าคง ตัวซึ่งอาจเปลี่ยน จากพลังงาน หนึ่งเป็นอีกพลังงานหนึ่ง เช่น พลังงานกลเปลี่ยนเป็นพลังงาน ไฟฟ้า พลังงานจลน์เปลี่ยนเป็น พลังงานความร้อน พลังงาน เสียง พลังงานแสง เนื่องมาจาก แรงเสียดทาน พลังงานเคมีใน อาหารเปลี่ยนเป็น พลังงานที่ใช้ในการทำงานของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้พลังงานยังสามารถ ถ่ายโอนไปยังอีก ระบบหนึ่งหรือ ได้รับพลังงานจากระบบอื่นได้ เช่น การถ่ายโอนความร้อน ระหว่างสสาร การถ่ายโอน

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>พลังงานของการสั่นของ แหล่งกำเนิดเสียง ไปยังผู้ฟัง ทั้งการเปลี่ยนพลังงาน และการถ่ายโอนพลังงาน พลังงานรวมทั้งหมดมีค่าเท่าเดิม ตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน</p>
<p>สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์ โลก และ อวกาศ มาตรฐาน ว 3.2</p>	<p>1. เปรียบเทียบกระบวนการเกิด สมบัติ และการใช้ประโยชน์ รวมทั้งอธิบายผลกระทบ จากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ จากข้อมูลที่รวบรวมได้</p>	<p>• เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ ของซากสิ่งมีชีวิตในอดีต โดยกระบวนการทางเคมีและ ธรณีวิทยา เชื้อเพลิงซาก ดึกดำบรรพ์ ได้แก่ ถ่านหิน หินน้ำมัน และปิโตรเลียม ซึ่งเกิดจากวัตถุดิบกำเนิด และสภาพแวดล้อมการเกิด ที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ชนิด ของเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ที่มีลักษณะ สมบัติ และการ นำไป ใช้ประโยชน์แตกต่างกัน สำหรับปิโตรเลียม จะต้องมีการ ผ่านการกลั่นลำดับส่วนก่อน การใช้งาน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ ที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	2. แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์ โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์	<ul style="list-style-type: none"> • การเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์จะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้แก๊สบางชนิดที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และไนตรัสออกไซด์ ยังเป็นแก๊สเรือนกระจก ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก รุนแรงขึ้น ดังนั้นจึงควรใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ โดยคำนึงถึงผลที่เกิดขึ้นต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เช่น เลือกใช้พลังงานทดแทน หรือเลือกใช้เทคโนโลยีที่ลดการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์
	3. เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภทจากการรวบรวมข้อมูลและนำเสนอแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น	<ul style="list-style-type: none"> • เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เนื่องจากเชื้อเพลิงซากมากขึ้น จึงมีการใช้พลังงาน

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>ทดแทนมากขึ้น เช่น พลังงาน แสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานคลื่น พลังงานความ ร้อนใต้พิภพ พลังงานไฮโดรเจน ซึ่งพลังงานทดแทนแต่ละชนิด มีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน</p>
	<p>4. สร้างแบบจำลองที่อธิบาย โครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบ ทางเคมีจากข้อมูลที่รวบรวมได้</p>	<ul style="list-style-type: none"> • โครงสร้างภายในโลกแบ่ง ออกเป็นชั้นตาม องค์ประกอบ ทางเคมี ได้แก่ เปลือกโลกซึ่งอยู่ นอกสุด ประกอบด้วย สารประกอบของซิลิกอน และอะลูมิเนียมเป็นหลัก เนื้อโลกคือส่วนที่อยู่ ใต้เปลือกโลกลงไปจนถึงแก่น โลกมีองค์ประกอบหลักเป็น สารประกอบของซิลิกอน แมกนีเซียมและเหล็ก และแก่น โลกคือส่วนที่อยู่ใจกลางของโลก มีองค์ประกอบหลักเป็นเหล็ก และนิกเกิลซึ่งแต่ละชั้นมีลักษณะ แตกต่างกัน

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>5. อธิบายกระบวนการผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนจากแบบจำลอง รวมทั้งยกตัวอย่างผลของกระบวนการดังกล่าว ที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การผุพังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัว ของตะกอน เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็น ภูมิลักษณะแบบต่าง ๆ โดยมีปัจจัยสำคัญ คือ น้ำ ลม ธารน้ำแข็ง แรงโน้มถ่วงของโลก สิ่งมีชีวิตสภาพอากาศ และปฏิกิริยาเคมี • การผุพังอยู่กับที่ คือ การที่หิน ผุพังทำลายลง ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ ลมฟ้าอากาศ กับน้ำฝน และรวมทั้งการกระทำของต้นไม้กับ แบคทีเรีย ตลอดจนการแตกตัวทาง กลศาสตร์ ซึ่งมีการเพิ่ม และลดอุณหภูมิสลับกัน เป็นต้น • การกร่อน คือ กระบวนการหนึ่งหรือหลาย กระบวนการที่ทำให้สารเปลือกโลกหลุดไป ละลายไปหรือกร่อนไปโดยมีตัวนำพาธรรมชาติ คือ ลม น้ำ และธารน้ำแข็ง

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<p>สารละลาย การครุฑ การนำพา ทั้งนี้ไม่รวมถึงการ พังทลายเป็นกลุ่มก้อน เช่น แผ่นดินถล่ม ภูเขาไฟระเบิด</p> <ul style="list-style-type: none"> • การสะสมตัวของตะกอน คือ การสะสมตัวของ วัตถุจากการนำพาของน้ำ ลม หรือธารน้ำแข็ง
	<p>6. อธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดิน และกระบวนการ เกิดดิน จากแบบ จำลอง รวมทั้งระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมี ลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ดินเกิดจากหินที่ผุพังตาม ธรรมชาติผสมคลุกเคล้ากับ อินทรีย์วัตถุที่ได้จากการ เน่าเปื่อยของซากพืชซากสัตว์ทับ ถมเป็นชั้น ๆ บนผิวโลกชั้นดินแบ่ง ออกเป็นหลายชั้น ชนนานหรือเกือบ ชนาน ไปกับผิวหน้าดิน แต่ละชั้น มีลักษณะแตกต่างกันเนื่องจาก สมบัติทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ และลักษณะอื่น ๆ เช่น สี โครงสร้างเนื้อดินการยึดตัว ความเป็นกรด-เบส สามารถ สังเกตได้จากการสำรวจ ภาคสนามการเรียกชื่อชั้นดินหลัก จะใช้อักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ ได้แก่ O, A, E, B, C และ R

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<ul style="list-style-type: none"> • ชั้นหน้าตัดดิน เป็นชั้นดินที่มีลักษณะปรากฏให้เห็น เรียงลำดับเป็นชั้นจากชั้นบนสุดถึงชั้นล่างสุด • ปัจจัยที่ทำให้ดินแต่ละท้องถิ่นมีลักษณะ และสมบัติแตกต่างกัน ได้แก่ วัตถุต้นกำเนิดดิน ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิตในดิน สภาพภูมิประเทศ และระยะเวลาในการเกิดดิน
	<p>7. ตรวจสอบสมบัติบางประการของดิน โดยใช้เครื่องมือ ที่เหมาะสม และนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน</p>	<ul style="list-style-type: none"> • สมบัติบางประการของดิน เช่น เนื้อดิน ความชื้นดิน ค่าความเป็น กรด-เบส ธาตุอาหารในดิน สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจถึงแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยอาจนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร หรืออื่น ๆ ซึ่งดินที่ไม่เหมาะสมต่อการทำการเกษตร เช่น ดินจืด ดินเปรี้ยว ดินเค็ม และดินดาน อาจเกิดจากสภาพดินตามธรรมชาติ หรือการใช้ประโยชน์ จะต้องปรับปรุงให้มีสภาพเหมาะสม เพื่อนำไปใช้ประโยชน์

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	8. อธิบายปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินจากแบบจำลอง	<ul style="list-style-type: none"> • แหล่งน้ำผิวดินเกิดจากน้ำฝนที่ตกลงบนพื้นโลกไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำด้วยแรงโน้มถ่วง การไหลของน้ำทำให้พื้นโลกเกิดการกัดเซาะเป็นร่องน้ำ เช่น ลำธาร คลอง และแม่น้ำ ซึ่งร่องน้ำจะมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน ระยะเวลาในการกัดเซาะชนิดดิน และหิน และลักษณะภูมิประเทศ เช่น ความลาดชัน ความสูงต่ำของพื้นที่ เมื่อน้ำไหลไปยังบริเวณที่เป็นแอ่ง จะเกิดการสะสมตัวเป็นแหล่งน้ำ เช่น บึง ทะเลสาบ ทะเล และมหาสมุทร • แหล่งน้ำใต้ดินเกิดจากการซึมของน้ำผิวดินลงไป สะสมตัวใต้พื้นโลก ซึ่งแบ่งเป็นน้ำในดินและน้ำบาดาล น้ำในดินเป็นน้ำที่อยู่ร่วมกับอากาศตามช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ส่วนน้ำบาดาลเป็นน้ำที่ไหลซึมลึกลงไปและถูกกักเก็บไว้ ในชั้นหินหรือชั้นดินจนซึมตัวไปด้วยน้ำ

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	9. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการใช้ น้ำ และนำเสนอแนวทางการใช้น้ำ อย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง	<ul style="list-style-type: none"> แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินถูกนำมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ส่งผลต่อการจัดการการใช้ประโยชน์น้ำและคุณภาพของแหล่งน้ำ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรการใช้ประโยชน์พื้นที่ในด้านต่าง ๆ เช่น ภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำ และแหล่งน้ำผิวดินไม่เพียงพอสำหรับกิจกรรมของมนุษย์ น้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินจึงถูกนำมาใช้มากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำใต้ดินลดลงมาก จึงต้องมีการจัดการใช้น้ำอย่างเหมาะสมและยั่งยืนซึ่งอาจทำได้โดยการจัดหาแหล่งน้ำเพื่อให้มีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิต การจัดสรรและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>10. สร้างแบบจำลองที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด</p>	<ul style="list-style-type: none"> • น้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด มีกระบวนการเกิดและผลกระทบที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจสร้างความเสียหายร้ายแรงแก่ชีวิต และทรัพย์สิน • น้ำท่วม เกิดจากพื้นที่หนึ่งได้รับปริมาณน้ำเกินกว่าที่จะกักเก็บได้ ทำให้แผ่นดินจมอยู่ใต้น้ำโดยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและสภาพทางธรณีวิทยาของพื้นที่ • การกัดเซาะชายฝั่ง เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลที่เกิดขึ้นตลอดเวลา จากการกัดเซาะของคลื่นหรือลม ทำให้ตะกอนจากที่หนึ่งไปตกทับถมในอีกบริเวณหนึ่ง แนวของชายฝั่งเดิมจึงเปลี่ยนแปลงไป บริเวณที่มีตะกอนเคลื่อนเข้ามา น้อยกว่าปริมาณที่ตะกอนเคลื่อนออกไปถือว่าเป็นบริเวณที่มีการกัดเซาะชายฝั่ง

ตาราง 1 (ต่อ)

สาระ/ มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		<ul style="list-style-type: none"> • ดินถล่ม เป็นการเคลื่อนที่ของมวลดินหรือหินจำนวนมากลงตามลาดเขา เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นหลัก ซึ่งเกิดจากปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ สภาพธรณีวิทยา ปริมาณน้ำฝน พืชปกคลุมดิน และการใช้ประโยชน์พื้นที่ • หลุมยุบ คือ หลุมบนแผ่นดินขนาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดจากการถล่มของโพรงถ้ำหินปูน เกลือหินใต้ดิน หรือเกิดจากน้ำพัดพาตะกอน ลงไปในโพรงถ้ำหรือธารน้ำใต้ดิน • แผ่นดินทรุดเกิดจากการยุบตัวของชั้นดิน หรือ หินร่วน เมื่อมวลของแข็งหรือของเหลวปริมาณมากที่รองรับอยู่ที่ชั้นดินบริเวณนั้นถูกเคลื่อนย้ายออกไปโดยธรรมชาติ

6. คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2564

คำอธิบายรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังนี้

คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์รายวิชา ว 22102 วิทยาศาสตร์ 2
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

เวลาเรียน 60 ชั่วโมง

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

วิเคราะห์สถานการณ์และคำนวณเกี่ยวกับงาน กำลังที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยใช้สมการ $W = Fs$ และ $P = \frac{W}{t}$ หลักการทำงานของเครื่องกลอย่างง่าย ประโยชน์ของเครื่องกลอย่างง่าย และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ปัจจัยที่มีผลต่อพลังงานจลน์ และพลังงานศักย์โน้มถ่วง การเปลี่ยนพลังงานระหว่างพลังงานศักย์โน้มถ่วง และพลังงานจลน์ของวัตถุโดยพลังงานกลของวัตถุ การเปลี่ยนและการถ่ายโอนพลังงาน โดยกฎการอนุรักษ์พลังงาน การแยกสารผสมโดยการระเหยแห้ง การตกผลึก การกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วยตัวทำละลาย แยกสารโดยการระเหยแห้ง การตกผลึกการกลั่นอย่างง่าย โครมาโทกราฟีแบบกระดาษ การสกัดด้วย ตัวทำละลาย การแยกสารในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ แบบจำลองโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบ ทางเคมี กระบวนการพุพองอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอน กระบวนการที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง ลักษณะของชั้นหน้าตัดดินและกระบวนการเกิดดิน ปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน สมบัติบางประการของดิน และแนวทางการใช้ประโยชน์จากสมบัติของดิน ปัจจัยและกระบวนการเกิดแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน แบบจำลองการใช้ น้ำ และแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่น แบบจำลองกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด กระบวนการเกิด สมบัติ และประโยชน์ ผลกระทบจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ข้อดี และข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภท แนวทางการใช้พลังงานทดแทนในท้องถิ่น

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและ
 ลงข้อสรุป และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะในการคิดวิเคราะห์ การคิด
 อย่างมีวิจารณญาณ และแก้ไขปัญหาได้ ความร่วมมือการทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ
 เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีพื้นฐานการดำเนินชีวิตโดยมีการใช้กระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์เป็นฐาน สามารถนำความรู้จากบทเรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.2/1 ม.2/2 ม.2/3

ว 2.3 ม.2/1 ม.2/2 ม.2/3 ม.2/4 ม.2/5

ม.2/6

ว 3.2 ม.2/1 ม.2/2 ม.2/3 ม.2/4 ม.2/5

ม.2/6 ม.2/7 ม.2/8 ม.2/9 ม.2/10

รวมทั้งหมด 19 ตัวชี้วัด

ตาราง 2 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
5	งานและพลังงาน	15
6	การแยกสาร	15
7	โลกและการเปลี่ยนแปลง	23
8	ทรัพยากรพลังงาน	7
รวมทั้งสิ้น		60

หมายเหตุ: ผู้วิจัยนำหน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มาใช้ในการวิจัย
 ครั้งนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

1. ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผู้เรียกชื่อแตกต่างกันไป เช่น การสืบเสาะหาความรู้ วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า การสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 123) ได้ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนหรือนักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนหรือนักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ พร้อมทั้งศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหาโดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และผู้เรียนหรือนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการวางแผนการเรียน ผู้เรียนหรือนักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้ โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการเป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้ และการใช้ความรู้

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2542, หน้า 56-57) ได้ให้ความหมายว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการหนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยเน้นการปฏิบัติจริงมากที่สุดการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนการสอน โดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุ เป้าหมาย วิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นกลวิธีการสอนที่สำคัญ ต่อการเรียนการสอนโดยวิธีนี้อยู่บนพื้นฐานของแนวคิด Constructivism ซึ่งเป็นแนวคิด ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวร อยู่ในความทรงจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างความรู้ได้แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดประสบการณ์ การเรียนรู้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2555, หน้า 331) ได้ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อนจนสามารถออกแบบการทดลองและทดสอบสมมติฐานได้

ทิตินา แชมมณี (2556, หน้า 141) ได้ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษา ข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงาน ร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

สุรางค์ ไควตระกูล (2556, หน้า 212–213) ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การเรียนรู้โดยการค้นพบด้วยตนเองของผู้เรียน ครูผู้สอน คอยอำนวยความสะดวก จัดสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ กำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียนพร้อมทั้งตั้งคำถาม โดยคาดหวังว่าผู้เรียนจะค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ส่วนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต้องการฝึกให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาจากข้อมูลที่มีอยู่ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยที่ครูหรือผู้สอนมีหน้าที่อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง ได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 32–33) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้

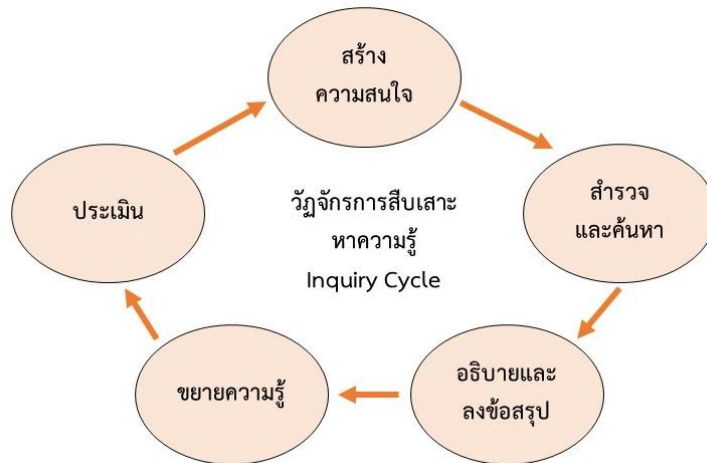
ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจารย์รวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อมีความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้อีกกว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือ ประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดเป็น ประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการ ที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎีตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ ซึ่งจะเป็พื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

ที่มา: สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์ (2549, หน้า 124)

สกล มูลแสงดง (2554, หน้า 112–116) ได้ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค 5Es ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และจากกลุ่มที่ทำงานร่วมกัน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และช่วยให้มีพัฒนาการด้านกระบวนการการคิดที่หลากหลาย 5Es ประกอบไปด้วยขั้นต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน หรือเรื่องที่สนใจ อาจจะเกิดขึ้นเองหรือเกิดจากความสงสัย เรื่องที่สนใจอาจมาจาก เหตุการณ์ปัจจุบันหรือ เป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้น ให้นักเรียนสร้างคำถามขึ้นมากำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา เมื่อประเด็นที่จะศึกษามีความชัดเจนแล้ว จะมีการวางแผนเพื่อกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ปฏิบัติการเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูล สารสนเทศ หรือข้อมูลปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทดลอง ทำกิจกรรม ภาคสนามใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) ศึกษาจากเอกสารอ้างอิง หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวบรวมข้อมูลให้มากเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อมีข้อมูล อย่างเพียงพอแล้วนำ ข้อมูล ข้อมูลสารสนเทศ มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล พร้อมทั้ง จัดทำข้อมูล สรุปผลและอธิบายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักฐานที่ชัดเจนและนำเสนอผลงานซึ่งแสดงถึงการสร้างองค์ความรู้ใหม่ของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นของการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้สึกซึ่งยิ่งขึ้น ขยายกรอบความคิดให้กว้างยิ่งขึ้น มีการเชื่อมโยงความรู้อื่น ๆ สู่ความรู้ใหม่ เพื่อให้เกิดการนำไปสู่การค้นคว้าทดลองเพิ่มขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็น เพื่อให้เกิดการอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความกระจ่างชัดยิ่งขึ้น ชักถามนักเรียนให้เกิดความชัดเจนในความรู้ อาจมีการให้ ค้นคว้าเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนสนใจ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นการประเมินผลการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมในขั้นที่ 1-4 เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นการประเมินผล โดยการใช้แบบทดสอบ ชุดฝึก การทำกิจกรรม การทดลอง การจัดป้ายนิเทศ เป็นการประเมินผลรายบุคคล รายกลุ่ม โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ เพื่อประเมินว่าผู้เรียน มีความรู้ อะไร อย่างไร มากน้อยเพียงใด

3. ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลหาทไพบูลย์ (2552, หน้า 156-157) ได้กล่าว ถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาด้วยตนเอง จึงมีความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา
2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด และฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทนและ ถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย
3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

1. ในการสอนแต่ละครั้งต้องใช้เวลาในการสอนมาก

2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้นักเรียนสนใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้มุ่งควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3. ในกรณีที่นักเรียนมีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4. นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหาและนักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอตอบคำถามได้ แต่นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

5. การใช้สอนแบบนี้อยู่เสมอ อาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

การบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี TPACK

1. ความหมายของการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

กิตติพันธ์ อุดมเศรษฐ์ (2558, หน้า 17) ได้ให้ความหมายว่า กรอบแนวคิด TPACK หมายถึง แนวคิดในการกำหนดความรู้ในการจัดการเรียนการสอน ที่บูรณาการเอาเนื้อหาวิชา วิธีสอน และเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน โดยจำแนกความรู้ ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนออกเป็น 3 ส่วน คือ ความรู้เนื้อหาวิชา (CK) ความรู้เนื้อหาวิธีการสอน (PK) และ ความรู้เนื้อหาที่เป็นเทคโนโลยี (TK) ซึ่งเมื่อนำมาบูรณาการเข้าด้วยกันจะได้ความรู้บูรณาการ 3 แบบ คือ ความรู้ในการสอนเนื้อหา (PCK) ความรู้ในการสอนเนื้อหาที่เป็นเทคโนโลยี (TCK) และความรู้ที่ใช้เทคโนโลยีในการสอน (TPK) และเมื่อบูรณาการเอาความรู้ทั้งหมดรวมกันจะได้ความรู้ที่ผสมผสานเนื้อหาวิชาและวิธีการสอนกับเทคโนโลยีเข้าด้วยกันอย่างลงตัว

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559, หน้า 167) ได้ให้ความหมายว่า Technological Pedagogical Content Knowledge หรือ TPACK หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการสอนเนื้อหาสาระด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ และผู้เรียน โดยสามารถปรับหรือประยุกต์เทคโนโลยีที่มีอยู่ให้สามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับบริบทและวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

นันทวัน พัวพันธ์ (2562, หน้า 9) ได้ให้ความหมายว่า ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีของนักศึกษาที่จะนำมาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับเนื้อหาวิชาเฉพาะได้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยประยุกต์จากกรอบแนวคิดของ Koehler and Mishra (2009) ซึ่งมีทั้งหมด 7 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ความรู้ด้านเนื้อหา Content Knowledge 2) ความรู้ด้านวิธีสอน Pedagogical Knowledge 3) ความรู้ด้านเทคโนโลยี Technological Knowledge 4) ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน Pedagogical Content Knowledge 5) ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี Technological Content Knowledge 6) ความรู้ด้านวิธีสอนผนวกเทคโนโลยี Technological Pedagogical Knowledge และ 7) ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี Technological Pedagogical Content Knowledge ซึ่งการวัดความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีสามารถดำเนินการตรวจสอบได้จากเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสำรวจความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Self-Reported TPACK Survey) แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เป็นต้น

สรุปได้ว่า การบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) หมายถึง กรอบแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการความรู้ 3 ด้าน เข้าด้วยกัน ได้แก่ ด้านเนื้อหาวิชา ด้านวิธีการสอน และด้านเทคโนโลยี เพื่อการจัดการเรียนรู้ที่เข้ากับบริบทสังคมในปัจจุบันที่เทคโนโลยี เข้ามามีบทบาทในจัดการเรียนรู้ โดยความสามารถในการประยุกต์เทคโนโลยีให้เข้ากับเนื้อหาและเทคนิคการสอนจะส่งเสริมประสิทธิภาพการสอนหรือแก้ปัญหาผู้เรียนให้สูงขึ้น

2. แนวคิดและที่มาของการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี

นันทวัน พัวพันธ์ (2562, หน้า 35-37) ได้ศึกษาแนวคิดที่มาของการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ซึ่งพื้นฐานมาจากความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนหรือ PCK ซึ่งมาจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหาผนวกกับวิธีสอน ของ Shulman (1986) ที่ให้ความสำคัญกับการบูรณาการความรู้ของครูในด้านเนื้อหาที่สอนและวิธีการสอนที่เน้นความสำคัญไปที่ครูผู้สอนนั้นสามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาวิชาที่ตนเองสอนได้ โดยมีวิธีที่ทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่ได้การศึกษาเรื่อง PCK นั้นมีนักการศึกษาท่านอื่น ๆ ได้ปรับและขยายแนวคิดเกี่ยวกับ

PCK ในฐานะแนวคิดของ Shulman ในปี 1999 Magnusson et al. ได้ขยายแนวคิดของ Shulman (1986) เกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนนี้เพื่อให้เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยคณะของ Magnusson ได้นิยามว่า PCK ควรประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน และการเรียนรู้ของผู้เรียน ความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนและความรู้เกี่ยวกับการวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นต้น

Mishra & Koehler (2006) ได้พัฒนากรอบความรู้ใหม่ที่พัฒนามาจากกรอบความรู้ของ Shulman (1986) โดยให้ความสำคัญกับการนำเทคโนโลยีมาบูรณาการกับความรู้ด้านวิธีสอนและความรู้ด้านเนื้อหา โดยเรียกกรอบแนวคิดนี้ว่า TPCK แต่เพื่อให้เรียกให้ง่ายขึ้น Koehler และ Mishra (2009) ได้ปรับเปลี่ยนอักษรย่อ TPCK เป็น TPACK เรียกว่า กรอบความรู้ TPACK เป็นการรวมทั้งสามด้านเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) ความรู้ด้านวิธีสอน (Pedagogical Knowledge) และความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge) ซึ่งการบูรณาการความรู้ทั้งสามด้าน ได้แก่ เนื้อหา วิธีสอน และเทคโนโลยีที่สอนเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของครูมืออาชีพในยุคปัจจุบันโดยที่ครูต้องเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหา เลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับวิธีสอน และเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับการบูรณาการวิธีสอนและเนื้อหา

ดังนั้นที่มาของ TPACK ได้สร้างขึ้นตามแนวคิดของ Shulman อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วนี้ ทำให้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่มีอิทธิพลในการจัดการเรียนการสอน การกล่าวถึงความรู้ด้านเทคโนโลยีจึงมีความจำเป็นในการเพิ่มศักยภาพของครูต่อไป การให้ความรู้แก่ครูเพื่อการบูรณาการเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ โดยที่ครูจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหา วิธีสอน และความรู้ด้านเทคโนโลยีที่ปฏิสัมพันธ์กันเพื่อประสิทธิผลของการสอนในรายวิชาโดยใช้เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่สนับสนุน

3. องค์ประกอบของการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

นันทวัน พัวพัน (2562, หน้า 37-40 อ้างอิงใน Mishra and Koehler 2006, pp. 1017-1054) โดยระบุว่ากรอบการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี ประกอบด้วย 7 ชนิดของความรู้ ซึ่งประเภทความรู้เหล่านี้ ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา Content Knowledge ความรู้ด้านวิธีสอน Pedagogical Knowledge ความรู้ด้านเทคโนโลยี

Technological Knowledge ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน Pedagogical Content Knowledge ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี Technological Content Knowledge ความรู้ด้านวิธีสอนผนวกเทคโนโลยี Technological Pedagogical Knowledge และความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี Mishra & Koehler (2006) กล่าวถึงองค์ประกอบของความรู้อาจารย์ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีเบื้องต้นประกอบด้วยความรู้ 3 เรื่องหลัก ได้แก่

3.1 ความรู้ด้านเนื้อหา (Content) เป็นความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาอย่างแท้จริงที่ถูกเรียนรู้หรือถูกสอน ซึ่งครูจะต้องรู้และเข้าใจวิชาที่พวกเขาสอน ทั้งความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงแนวคิดทฤษฎีและกระบวนการในสาขาวิชานั้น

3.2 ความรู้ด้านวิธีสอน (Pedagogy) เป็นความรู้เชิงลึกในเรื่องกระบวนการและการปฏิบัติหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายการศึกษา ความรู้ที่เกี่ยวข้องในทุกประเด็นของการเรียนรู้ของผู้เรียน การจัดการห้องเรียน การพัฒนาและนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้และการประเมินผลผู้เรียน ครูกับความรู้ด้านการสอนเชิงลึกเข้าใจวิธีการที่ผู้เรียนสร้างความรู้และได้มาซึ่งทักษะ ความรู้เรื่องการจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องเข้าใจเรื่องการเรียนรู้คิดสังเคราะห์และพัฒนาการของการเรียนรู้และวิธีประยุกต์ใช้กับผู้เรียนในห้องเรียน

3.3 ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology) เป็นความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีพื้นฐาน เช่น อินเทอร์เน็ต วิดีโอดิจิทัลเป็นความรู้ที่เกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นใน การดำเนินการใช้เทคโนโลยีนั้น ๆ ในกรณีนี้จะรวมความรู้เกี่ยวกับระบบการดำเนินการคอมพิวเตอร์และการใช้ซอฟต์แวร์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบดิจิทัล (Digital System) รวมถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศหรือไอที (Information Technology – IT) เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ แต่เนื่องจากความรู้ด้านเทคโนโลยีกำลังอยู่ในสถานะของการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างรวดเร็วความรู้ทั้งหลายจึงอาจล้าสมัยได้ในเวลาอันรวดเร็วดังนั้นกรอบความคิดของการใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีจึงไม่ได้หมายถึงความรู้ทั่วไปด้านเทคโนโลยี (Computer Literacy) เท่านั้นแต่หมายรวมถึงความยืดหยุ่นและความคล่องตัวของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ กล่าวคือผู้สอนจำเป็นต้องมีความเข้าใจเทคโนโลยีในระดับที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันได้ซึ่ง Mishra & Koehler (2006) ได้ให้ความสำคัญกับความรู้ใหม่ที่เกิดจากการซ้อนทับของความรู้แต่ละเรื่องซึ่งปรากฏเป็นความรู้ใหม่ใน 4 ลักษณะ ได้แก่

3.1.1 ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge) ความรู้ในส่วนนี้ให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ของความรู้ในรายวิชาของครู

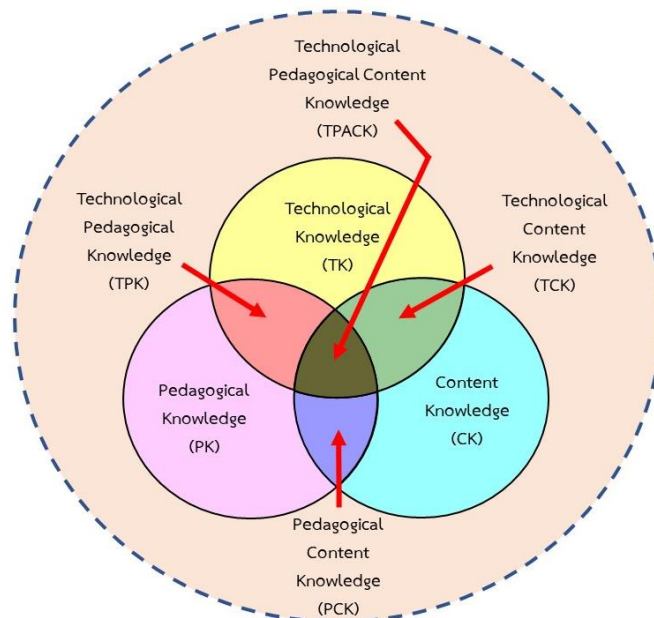
และวิธีการสอนซึ่ง คือประเภทของความรู้ที่จำเพาะ และเป็นองค์ความรู้ที่นอกเหนือจาก ความรู้ด้านเนื้อหา องค์ความรู้คือการบูรณาการมิติของความรู้ด้านต่าง ๆ เพื่อเพิ่ม คักยภาพของการสอนในเนื้อหานั้นโดยมุ่งเน้นถึงความรู้ที่เอื้อให้ครูสามารถเข้าใจ ถึง แนวคิดเดิมที่ผู้เรียนมีมาก่อนเกี่ยวกับเนื้อหานั้นและความยากในการเรียนรู้โดย องค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนตามแนวคิดนี้แต่ละมิติของความรู้มีความ สอดคล้องและเอื้ออำนวยต่อกันในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนนั้นครูต้องมีความรู้แต่ละ ด้านที่เหมาะสมด้านวิธีการสอน วิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อการ ถ่ายทอดเนื้อหาความรู้นั้นไปสู่ตัวผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างของตัวผู้เรียน เข้าใจถึง วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนบูรณาการความรู้แต่ละด้านได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งเสริมการ เรียนรู้ของผู้เรียน เมื่อครูเข้าใจถึงแนวคิดเดิมที่ผู้เรียนมีและความยากในการเรียนรู้ที่ผู้เรียน ประสบปัญหาข้อม ส่งเสริมให้ครูเข้าใจถึงรูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอน ใน ด้านวิธีการสอน สื่อและกิจกรรม รวมทั้งวิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นั้น แสดงว่าครูมีความสามารถในการปรับใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.2 ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี (Technological Content Knowledge) ความรู้ในส่วนนี้เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการหรือลักษณะความสัมพันธ์ของ ความรู้เรื่องเทคโนโลยี และความรู้เรื่องเนื้อหา มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันครูจำเป็นต้องรู้ ไม่เพียงแต่เรื่องที่พวกเขาสอน แต่ต้องรู้วิธีการหรือลักษณะที่เนื้อหาสาระสามารถถูก เปลี่ยนแปลงจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ตัวอย่างเช่น Stellarium เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้เป็น ห้องฟ้าจำลองสำหรับคอมพิวเตอร์สามารถแสดงท้องฟ้าเหมือนจริงแบบ 3 มิติใกล้เคียง กับที่เห็นด้วยตาเปล่าหรือกล้องโทรทรรศน์ PhET เป็น Website ที่จัดทำโปรแกรมจำลอง การเรียนการสอนเป็นสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้นมาสามารถ ช่วยเหลือให้ผู้เรียนสามารถสร้างการเชื่อมต่อระหว่างความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์ และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างมี ความหมายและมีความตระหนักรู้ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก

3.1.3 ความรู้ด้านวิธีสอนผนวกเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge) ความรู้ในส่วนนี้เป็นความรู้เกี่ยวกับความสามารถของเทคโนโลยีที่หลากหลาย ในขณะที่ถูกนำไปใช้ในการจัดเตรียมการเรียนการสอน รวมถึงรู้ว่าการสอนอาจจะ เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรจากการใช้เทคโนโลยีชนิดนั้นรวมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับขอบเขต ของอุปกรณ์ที่มีไว้สำหรับภาระงานบางอย่างความสามารถในการเลือกอุปกรณ์บนพื้นฐาน

ของความเหมาะสมกับกิจกรรม และความรู้เรื่องการสอนและความสามารถในการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับวิธีสอน รวมถึงความรู้เรื่องการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และการวัดประเมินผล ความรู้ในเรื่องความคิดในการใช้เทคโนโลยีเป็นพื้นฐานโดยทั่วไป เช่นการสนทนาอภิปรายโต้ตอบผ่านระบบอินเทอร์เน็ตการใช้ Kahoot, Quizizz และ Poll everywhere ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นและเร้าความสนใจ

3.1.4 ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge) ส่วนนี้เป็นการบูรณาการเทคโนโลยีอย่างแท้จริงซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องทำความเข้าใจและจัดการความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความรู้ทั้งสามส่วน โดยเป็นความรู้ความเข้าใจและความสามารถของครูในการบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมและหลากหลายให้เข้ากับกระบวนการและวิธีการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาที่ตนเองสอน ทำให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ในเนื้อหาวิชาที่สอนได้ด้วยการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ครูที่มีความสามารถในการจัดการความสัมพันธ์เหล่านี้อาจแสดงออกในรูปแบบที่แตกต่างกันตามความชำนาญ ซึ่งการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนตามเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ได้ อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องไวต่อการรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความรู้ทั้ง 3 ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี

ที่มา : นันทวัน พัวพัน (2562, หน้า 39)

4. การวัดและประเมินผลการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

กิตติพันธ์ อุดมเศรษฐ์ (2558, หน้า 68–69) เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวัดและประเมินผลความเข้าใจเกี่ยวกับการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีมีหลายชนิด ซึ่งสามารถจำแนกเครื่องมือต่าง ๆ ที่พบได้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีได้ 5 ประเภท ดังนี้

4.1 รายงานการประเมินตนเอง (Self-Report) ส่วนใหญ่เป็นการขอให้ผู้เข้าร่วมให้คะแนนหรือลำดับของการใช้เทคโนโลยีในการสอน เช่น การสำรวจความรู้เกี่ยวกับวิชาที่สอนและเทคโนโลยีของครู โดยมีรายการให้ครูประเมินตนเองแบ่งเป็นระดับในการวัดความรู้ TPACK ตามองค์ประกอบ 7 ส่วน

4.2 แบบสอบถามปลายเปิด (Open-Ended Questionnaire) แบบสอบถามจะขอให้ครูเขียนเกี่ยวกับประสบการณ์ในภาพรวมในรายวิชาที่จัดการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยี หรือในการพัฒนาหลักสูตรที่ออกแบบมาเพื่อพัฒนาครูประจำการและนักศึกษาคู เช่น ใช้คำถามเช่น อะไรที่คิดว่าเป็นจุดแข็งและจุดอ่อนที่สำคัญของการบูรณาการเครื่องมือ ICT ลงในบทเรียน

4.3 ประเมินการปฏิบัติงาน (Performance Assessment) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการปฏิบัติของผู้เข้าร่วมโดยตรงและใช้ประเมินทั้งครูผู้สอน และนักศึกษาคู การประเมินมีหลายรูปแบบ เช่น การประเมินการปฏิบัติงาน ประเมินผลงาน ประเมินแผนการสอน แฟ้มสะสมงาน หรือการสะท้อนความคิดเห็น บางชนิดเป็นการขอให้ผู้เข้าร่วมแสดงออกเพื่อ ตอบสนองต่อสถานการณ์การเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

4.4 การสัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์มักจะเป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง คือมีการกำหนดหัวข้อไว้ล่วงหน้าและมีการบันทึกไว้ เพื่อนำไปถอดความและวิเคราะห์ต่อไป และส่วนใหญ่ดำเนินการสัมภาษณ์กับครูประจำการ

4.5 การสังเกต (Observation) การสังเกตเป็นศึกษาโดยตรงกับผู้เข้าร่วมในสถานที่และเวลาที่กำหนด โดยดำเนินการทั้งในห้องเรียนและในระหว่างการทำงาน การสังเกตคล้ายกับการสัมภาษณ์โดยที่อาจมีการบันทึกวิดีโอไว้เพื่อไปทำการวิเคราะห์ในภายหลัง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถหรือความชำนาญของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการและนักศึกษาหลายท่านที่กล่าวถึงความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537, หน้า 14) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางปัญญา เป็นความสามารถของนักวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน โดยต้องฝึกฝนทั้งในด้านปฏิบัติและด้านความคิดอย่างมีระบบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542, หน้า 12) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ และความชำนาญในการคิด เพื่อค้นหาความรู้ และการแก้ไขปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การคำนวณ การจำแนก การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยาม การกำหนดตัวแปร การทดลอง การวิเคราะห์และแปรผลข้อมูล การสรุปผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

ชินันันท์ พฤษภประมุข (2555, หน้า 66) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ นำไปใช้แก้ปัญหา

กิตติศักดิ์ ซาไมล์ (2562, หน้า 64) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ เป็นกระบวนการทางปัญญา โดยใช้ความสามารถความชำนาญ ในการเลือกใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาคำตอบหรือแก้ปัญหา

ณัฐธิดา นาคเสน (2563, หน้า 46) ได้ให้ความหมายว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง พฤติกรรมของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่
เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝน และความชำนาญในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ในการค้นคว้าหาความรู้ หรือเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา

2. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เยาวยพา สีธรรม (2562, หน้า 55-59) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
แบ่งออกเป็น 13 ทักษะ โดยยึดตามแนวทางของสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
(The America Association for the Advancement of Science; AAAS) ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 13 ทักษะ ดังนี้

2.1 การสังเกต (Observation) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใด
อย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้ แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวหนังเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับ
วัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นโดยไม่ใส่ความเห็น
ของผู้สังเกตลงไปด้วยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับรูปร่างลักษณะ
และสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกต เห็นจาก
วัตถุ หรือเหตุการณ์นั้น

2.2 การวัด (Measurement) หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้
เครื่องมือในการวัดอย่างเหมาะสม และใช้เครื่องมือนั้นหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมา
เป็นตัวเลขได้ถูกต้องและรวดเร็ว โดยมีหน่วยกำกับตลอดจนสามารถอ่านค่าที่วัดได้
ถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริง

2.3 การจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง การจัดแบ่งหรือ
เรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นพวก ๆ โดยมีเกณฑ์ในการ
จัดแบ่งเกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใด
อย่างหนึ่งก็ได้

2.4 การหาความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
(Space/Space Relationships and Space/Time Relationships) สเปสของวัตถุหมายถึงที่ว่าง
ที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุ
จะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส
ของวัตถุได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง
ที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

2.5 การคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณการวัดการทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยนับและนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยยกกำลังสองหรือถอดราก เพื่อใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจนและเหมาะสม

2.6 การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

การจัดกระทำข้อมูล (Organizing Data) หมายถึง การนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกตการวัด การทดลองหรือจากตำแหน่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การเรียงลำดับ การจัดแยกประเภทการคำนวณหาค่าใหม่

การสื่อความหมายข้อมูล (Communication) หมายถึง การนำข้อมูลที่จัดกระทำนั้นมานำเสนอหรือแสดงให้บุคคลอื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้นอาจนำเสนอในรูปแบบของตารางแผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจรกราฟ สมการเขียนบรรยายหรือย่อความพอสังเขป

2.7 การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยข้อมูลที่มืออยู่อาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง คำอธิบายนั้นได้มาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนที่เป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

2.8 การพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตข้อมูล (Interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolating)

2.9 การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเนซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานนี้สร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานการ

คาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลอง และแก้ไขเมื่อมีความรู้ใหม่ได้

2.10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของตัวแปรที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดสอบให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ นิยามเชิงปฏิบัติการมีสาระสำคัญ คือ ระบุสิ่งที่สังเกตระบุการกระทำซึ่งอาจได้จากการวัดทดสอบหรือจากการทดลอง

สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการให้นิยามเชิงปฏิบัติการมี ดังนี้

2.10.1 ควรใช้ภาษาที่ชัดเจนไม่กำกวม

2.10.2 อธิบายถึงสิ่งที่สังเกตได้และระบุการกระทำไว้ด้วย

2.10.3 อาจมีนิยามเชิงปฏิบัติการมากกว่า 1 นิยามก็ได้ขึ้นอยู่กับ

สถานการณ์สิ่งแวดล้อมและเนื้อหาในบทเรียน

2.11 การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) การกำหนดตัวแปร (Identifying) หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้นตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ได้ แบ่งตัวแปรออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

2.11.1 ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

2.11.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็สาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็ผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

2.11.3 ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) คือ สิ่งอื่นนอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งควบคุมเหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร (Controlling) หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ซึ่งจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

2.12 การทดลอง (Experimenting) หมายถึง การลงมือปฏิบัติทดลองจริงและใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสมและถูกต้องเพื่อหาคำตอบเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

2.12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดสอบก่อนการลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนดวิธีการทดลองซึ่งเกี่ยวข้องกับการควบคุม ตัวแปร อุปกรณ์หรือสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

2.12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ และใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสมและถูกต้อง

4.2.12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นผลจากการสังเกตการณ์วัดและอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญและถูกต้อง

2.13 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data Conclusion) การตีความหมายข้อมูล (Interpreting Data) หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป (Conclusion) หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ ตารางรูปภาพ หรือกราฟ ที่รวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ ของข้อมูลไว้อย่างครบถ้วนและกะทัดรัดสะดวกต่อการนำไปใช้ และการนำข้อมูลไปใช้จำเป็นต้องมีความหมายข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปของภาษาเขียนที่สื่อความหมายกันกับคนทั่ว ๆ ไปได้โดยเป็นที่เข้าใจตรงกัน การตีความหมายข้อมูลแบ่งได้ ดังนี้

2.13.1 การตีความข้อมูลจากกราฟมีรายละเอียด คือ ควรให้รายละเอียดที่ชัดเจนหรือเพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์

2.13.2 การตีความหมายข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

2.13.3 การตีความหมายจากแผนภาพหรือรูปภาพ

สรุปได้ว่า ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ทักษะขั้นพื้นฐานเป็นทักษะที่ใช้ในการศึกษาหรือเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นต้น มี 8 ทักษะได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับวัตถุ และสเปกกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็น ทักษะการพยากรณ์ และทักษะ

ชั้นบูรณาการ เป็นทักษะกระบวนการขั้นสูงที่ใช้ทักษะขั้นพื้นฐานเป็นพื้นฐานมี 5 ทักษะได้แก่ ทักษะการตั้งสมมุติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อมูล

3. การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคา (2544, หน้า 166) กล่าวถึงเรื่องรูปแบบการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 2 แบบ คือการประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice Paper and Pencil Tests) และการประเมินจากพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment) การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบเป็นวิธีเก่าดั้งเดิม ในขณะที่การประเมินพฤติกรรมเป็นแนวทางเลือกใหม่ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นวัตถุประสงค์สำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบ เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ การบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี

การเปรียบเทียบการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับ TPACK

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น TPACK เป็นการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น มาบูรณาการร่วมกับ TPACK ซึ่งผู้วิจัยได้เปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้และขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังตาราง 3

ตาราง 3 ตารางการเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK
1. ขั้นสร้างความสนใจ ครูกระตุ้นสร้างความสนใจในเรื่องที่จะเรียน จากเหตุการณ์ปัจจุบัน เรื่องเล่า สิ่งรอบตัว หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามขึ้นมา และกำหนดประเด็นที่จะศึกษา	1. ขั้นสร้างความสนใจ ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ โดยใส่เทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น โน้ตบุ๊ก หรือแท็บเล็ต หรือใช้แอปพลิเคชันต่าง ๆ เข้ามาช่วย เพื่อทำให้เรื่องที่จะศึกษาเกิดความสนใจ มีความแปลกใหม่ และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาต่อจากสิ่งเหล่านั้น
2. ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนทำการสืบค้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ ใบความรู้ หรือข้อมูลปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การปฏิบัติกิจกรรม และการทดลอง	2. ขั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนทำการสืบค้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้เทคโนโลยี เช่น โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต หรือสมาร์ตโฟน เพื่อเข้าถึงข้อมูลอย่างรวดเร็ว จากเสิร์ชเอนจิน (search engine) ต่าง ๆ เช่น Google
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนนำข้อมูลที่สืบค้น มาวิเคราะห์ แปลผลสรุปผล พร้อมทั้งจัดทำข้อมูล เพื่ออธิบายผลการทดลอง หรือผลการสืบค้น	3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนนำข้อมูลที่สืบค้น มาวิเคราะห์ แปลผลสรุปผล พร้อมทั้งจัดทำข้อมูล โดยใช้แอปพลิเคชันต่าง ๆ เช่น Powerpoint หรือ Canva เพื่อให้การอธิบายผลการทดลอง หรือผลการสืบค้น เห็นภาพรวม และ เข้าใจง่ายมากขึ้น
4. ขั้นขยายความรู้ นักเรียนช่วยกันอภิปรายผล ตั้งข้อสงสัยหรือเสริมข้อมูลต่าง ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้องค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขวาง และลึกซึ้งยิ่งขึ้น หรือเกิดองค์ความรู้ใหม่	4. ขั้นขยายความรู้ ครูพานักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ หรือเล่นเกมส์ โดยใช้เว็บไซต์ต่าง ๆ เช่น Kahoot ,Quizizz เข้ามาให้นักเรียนเล่น และอธิบายข้อมูลเพิ่มเติมระหว่างทำกิจกรรม เพื่อให้องค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขวาง หรือเกิดองค์ความรู้ใหม่

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5 ขั้น	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK
5. ขั้นประเมิน ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบนักเรียนว่ามีความรู้ อะไรบ้างอย่างไร และมากน้อยเพียงใด หรือควรปรับปรุงส่วนใด โดยที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและประเมินเพื่อน	5. ขั้นประเมิน ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบความรู้ของนักเรียน โดยใช้เว็บไซต์ต่าง ๆ เช่น Google form, Inskru เพื่อให้ง่ายต่อการสรุปผล และเห็นข้อมูลภาพรวมของห้องที่สอน และให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและประเมินเพื่อน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีนักวิชาการและนักศึกษหลายท่านที่กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537, หน้า 265) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อย ก่อนที่จะมีการเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

วรรณิ โสมประยูร (2537, หน้า 262) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ซึ่งพัฒนาขึ้นหลังจากได้รับการอบรมสั่งสอนและฝึกฝนโดยตรง

บุญชม ศรีสะอาด (2541, หน้า 150) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทดสอบที่มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

กรมวิชาการ (2543, หน้า 13) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือมีฉะนั้นต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งเฉพาะ

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2545, หน้า 57) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความก้าวหน้าในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยการจัดกิจกรรมจริง การร่วมมือกันทำงาน การคิดการแก้ปัญหา รวมทั้งทักษะ และคุณลักษณะอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนา

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลรวมของความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งจะบ่งบอกถึงความสามารถของผู้เรียนและคุณภาพของการศึกษา

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุภกิจ โสทัต (2558, หน้า 64) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Test) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

2.1.2 แบบทดสอบแบบปรนัย หรือให้ตอบสั้น ๆ (Objective Test or Short Answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนแบบตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Response Type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ แสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบ ถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกคำตอบ

2.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐานกล่าว คือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนน และการแปลความหมายของคะแนน

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิจรุญ (2552, หน้า 97) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

3.1 วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด

3.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3.3 กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง

โดยการศึกษารายวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน และศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

3.4 เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

3.5 ตรวจสอบข้อสอบ

เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

3.6 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจสอบข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (Direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

3.7 ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะ

คล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพโดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

3.8 จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่พอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกลุ่มเป้าหมายต่อไป

4. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

สุทธิวรธร พิศัคคีโสภณ (2561, หน้า 1) กล่าวว่า แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด ดังนั้นในการวัดผลการศึกษาคุณภาพของเครื่องมือ ย่อมเป็นสิ่งที่จะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดีมีหลายประการดังนี้

4.1 ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง การวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้อง

4.2 ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง การวัดที่ให้ผลแน่นอน สม่ำเสมอ คงเส้นคงวา (Consistency) เป็นที่มั่นใจหรือเชื่อถือในผลที่วัดได้จริง ถึงแม้จะมีการวัดซ้ำอีกผลที่ได้ก็ย่อมแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

4.3 ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง ความแจ่มชัดของคำถามที่ทำให้ผู้ตอบเข้าใจความหมายได้ถูกต้องตรงกัน ข้อคำถามที่มีความเป็นปรนัยต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

4.3.1 ข้อคำถามมีความชัดเจนว่าต้องการถามอะไร

4.3.2 การตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าจะให้ใครตรวจก็ตาม

4.3.3 คะแนนที่ได้สามารถแปลความหมายได้ตรงกัน

4.4 อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นความสามารถในการแยกหรือจำแนกบุคคลที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้

4.5 ความยากพอเหมาะ (Difficulty) เป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่ไม่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป

4.6 วัตถุประสงค์ (Searching) หมายความว่า ลักษณะของคำถามวัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด และไม่เป็นคำถามที่วัดแต่เพียงความรู้ความจำอย่างเดียว

4.7 ยุติธรรม (Fair) เป็นลักษณะของคำถามที่ไม่ถามเพื่อเปิดโอกาสให้คนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้เปรียบในการตอบมากกว่าคนในกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลหนึ่ง

4.8 มีความจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามหลายแง่หลายมุมในข้อเดียวกัน ควรถามคำถามเดียวในแต่ละข้อ

5. การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รัฐพล ประดับเวทย์ (2560, หน้า 1052 อ้างถึงใน Bloom, et al., 1956) อนุกรมวิธานของบลูมกล่าวถึงการจำแนกการเรียนรู้ซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย Bloom ได้จำแนกระดับความรู้สามารถจากต่ำสุดไปถึงสูงสุด ซึ่งแบ่งเป็น 6 ระดับ เริ่มจาก

ความรู้ความจำ คือความสามารถในการเก็บรักษามวลประสบการณ์ต่าง ๆ จากการที่รับรู้ไว้และระลึกสิ่งนั้นได้

ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญ และสามารถแสดงออกมาในรูปของการแปลความ ตีความ คาดคะเน ขยายความ

การนำไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ประสบการณ์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งจะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจ จึงจะสามารถนำไปใช้ได้

การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการคิดหรือแยกแยะเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย เป็นองค์ประกอบที่สำคัญได้ และมองเห็นความสัมพันธ์ของส่วนที่เกี่ยวข้องกัน

การสังเคราะห์ เป็นความสามารถในการที่ผสมผสานส่วนย่อย ๆ เข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันอย่างมีระบบ เพื่อให้เกิดสิ่งใหม่ที่สมบูรณ์และดีกว่าเดิม อาจเป็นการถ่ายทอดความคิดออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

การประเมินค่า เป็นความสามารถในการตัดสิน ตีราคา หรือ สรุปเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ออกมาในรูปของคุณธรรมอย่างมีกฎเกณฑ์ที่เหมาะสม

ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

1. ความหมายของประสิทธิภาพ

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้คำนิยามความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) แตกต่างกันไปหลากหลาย เช่น

อารมณีย์ เทียนพิทักษ์ (2528, หน้า 5) ได้ให้ความหมายว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสอนที่จัดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมไปตามวัตถุประสงค์ ทั้งทางด้านวิชาการและบุคลิกลักษณะ

ราชบัณฑิตยสถาน (2546, หน้า 667) ได้ให้ความหมายว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการทำงาน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7) ได้ให้ความหมายว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานเกิดความสำเร็จบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตาม จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละ

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง คุณภาพในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ให้สำเร็จตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ หรือถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวัง โดยที่มีความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

2. การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

เผชญ์ กิจระการ (2544, หน้า 49-50) วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับ กลุ่มนักเรียนเป้าหมายการหาประสิทธิภาพของสื่อ ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณา จากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการเรียนระหว่างเรียน หรือแบบทดสอบ ย่อยโดยแสดงค่าเป็นตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 80/80$ เป็นต้น

1. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียน ทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพ ของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

2. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวน นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

3. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน โดยเทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียน

4. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึงนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าข้อไม่มีประสิทธิภาพและชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีข้อบกพร่อง)

การวิจัยในครั้งนี้ได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 80/80 โดยใช้ตามความหมายในลักษณะที่ 1 คือ ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบย่อยระหว่างเรียน ส่วน 80 ตัวหลัง (E_2) คือ ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคน

3. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 9) การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภทคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า กระบวนการ (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการหรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้ ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ $E_1/E_2 = \text{ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์}$

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80% การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Psychomotor Domain)

ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัยจะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนาไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลงนั่นคือ 80/80 75/75 แต่ไม่ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นผลของการแสดงออกด้านเจตคติรูปหนึ่ง เป็นความรู้สึกทางบวกของจิตใจที่มีต่อประสบการณ์ที่มนุษย์ได้รับมากหรือน้อยก็ได้ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้หลายท่าน ดังนี้

ไชยวัฒน์ ชาญปริชารัตน์ (2543, หน้า 52) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่องานที่ปฏิบัติในทางบวกคือรู้สึกชอบรักพอใจ หรือมี เจตคติที่ดีต่องาน ซึ่งเกิดจากการได้รับตอบสนองของความต้อการทั้งทางด้านวัตถุและด้านจิตใจเป็นความรู้สึกที่มีความสุขเมื่อได้รับความสำเร็จตามความต้อการหรือแรงจูงใจ

ปนัดดา ยอดระบำ (2544, หน้า 6) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดี ที่ชอบ ที่พอใจหรือที่ประทับใจของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับ โดยสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้อการทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ บุคคลทุกคนที่มีความต้อการหลายสิ่งหลายอย่างและมีความต้อการหลายระดับ ซึ่งหากได้รับการตอบสนอง ก็จะทำให้เกิดความพึงพอใจ

วรภรณ์ ช้วนนุกิจ (2544, หน้า 8) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึงความรู้สึกบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอันเนื่องมาจากความสำเร็จความประสงค์ที่ตนคาดหวังไว้ เป็นความรู้สึกที่ปรับเปลี่ยนได้เสมอ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ สภาพแวดล้อมช่วงเวลาในขณะนั้น ๆ ความพึงพอใจเป็นพลังแห่งการสร้างสรรค์สามารถกระตุ้นให้เกิดความภูมิใจมั่นใจ

วิไลลักษณ์ โภคาพานิชย (2559, หน้า 57) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่มีต่อการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งมีผลอย่างยิ่งต่อการปฏิบัติงานนั้น ๆ ให้สำเร็จลงได้ด้วยดีตามวัตถุประสงค์หรือตามเป้าหมาย สรุปได้ว่า ความหมายของความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกทางอารมณ์ในเชิงบวก ความชอบ ความรู้สึกดี ความรู้สึกที่พอใจที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ หรือต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ทำให้เกิดความสบายใจและความรู้สึกที่บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือทำตามเป้าหมายที่วางไว้ได้สำเร็จ

2. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจได้รับความนิยมนมากที่สุด มี 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีของ Abraham Harold Maslow และทฤษฎีของ Sigmund Freud

กิตติยา เกษลี (2559, หน้า 68-70 อ้างถึงใน กิตติมา ปรีดีดิลก, 2549, หน้า 219-221) ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow's Theory Motivation)

Abraham Harold Maslow ค้นหาริธีที่จะอธิบายว่าทำไมคนจึงถูกผลักดัน โดยความต้องการบางอย่าง ณ เวลาหนึ่ง ทำไมคนหนึ่งจึงทุ่มเทเวลาและพลังงานอย่างมาก เพื่อให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยของตนเองแต่อีกคนหนึ่งกลับทำสิ่งเหล่านั้น เพื่อให้ได้รับการยกย่องนับถือจากผู้อื่น คำตอบของมาสโลว์ คือ ความต้องการของมนุษย์จะถูกเรียงตามลำดับจากสิ่งที่กดดันมากที่สุดไปถึงน้อยที่สุด ทฤษฎีของมาสโลว์ได้จัดลำดับ

ความต้องการตามความสำคัญ คือ

1. ความต้องการทางกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการพื้นฐาน คือ อาหาร ที่พัก อากาศ และยารักษาโรค
2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) เป็นความต้องการที่เหนือกว่า ความต้องการเพื่อความอยู่รอด เป็นความต้องการในด้านความปลอดภัยจากอันตราย
3. ความต้องการทางสังคม (Social Needs) เป็นการต้องการการยอมรับจากเพื่อน
4. ความต้องการการยกย่อง (Esteem Needs) เป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัว ความนับถือและสถานะทางสังคม
5. ความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ (Self Actualization needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ความต้องการทำทุกอย่างได้สำเร็จ

บุคคลพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกก่อนเมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจ ความต้องการนั้นก็จะหมดลง และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดลำดับต่อไป ตัวอย่าง เช่น คนที่อดอยาก (ความต้องการทางกาย) จะไม่สนใจต่องานศิลปะชั้นล่าสุด (ความต้องการสูงสุด) หรือไม่ต้องการยกย่องจากผู้อื่น หรือไม่ต้องการแม้แต่อากาศที่บริสุทธิ์ (ความปลอดภัย) แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้ว ก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

ทฤษฎีแรงจูงใจของฟรอยด์ (Freud Theory Motivation)

Sigmund Freud ตั้งสมมติฐานว่าบุคคลมักไม่รู้ตัวมากนักว่าพลังทางจิตวิทยามีส่วนช่วยสร้างให้เกิดพฤติกรรม Freud พบว่า บุคคลเพิ่มและควบคุมสิ่งเร้าหลายอย่าง สิ่งเร้าเหล่านี้อยู่นอกเหนือการควบคุมอย่างสิ้นเชิง บุคคลจึงมีความฝันพูดคำที่ไม่ตั้งใจพูด มีอารมณ์อยู่เหนือเหตุผลและมีพฤติกรรมหลอกหลอนหรือเกิดอาการวิตกกังวลอย่างมากทฤษฎีการแสวงหาความพึงพอใจไว้ว่า บุคคลพอใจจะกระทำสิ่งใด ๆ ที่ให้มีความสุขและจะหลีกเลี่ยงไม่กระทำในสิ่งที่เขาจะได้รับความทุกข์หรือความยากลำบากโดยอาจแบ่งประเภทความพอใจกรณีนี้ได้ 3 ประเภท คือ

1. ความพอใจด้านจิตวิทยา (Psychological Hedonism) เป็นทัศนคติของความสุขที่มุ่งหาความสุขส่วนตัวหรือหลีกเลี่ยงจากความทุกข์ใด ๆ
2. ความพอใจเกี่ยวกับตนเอง (Egoistic Hedonism) เป็นทัศนคติของความพอใจว่ามนุษย์จะพยายามแสวงหาความสุขส่วนตัว แต่ไม่จำเป็นว่าการแสวงหาความสุขต้องเป็นธรรมชาติของมนุษย์เสมอไป
3. ความพอใจเกี่ยวกับจริยธรรม (Ethical Hedonism) ทัศนคตินี้ถือว่ามนุษย์แสวงหาความสุขเพื่อผลประโยชน์ของมวลมนุษย์หรือสังคมที่ตนเป็นสมาชิกอยู่และเป็นผู้ได้รับผลประโยชน์ผู้หนึ่งด้วย

จากทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ สรุปได้ว่า ความพึงพอใจของมนุษย์นั้นถูกผลักดันโดยความต้องการซึ่งจะถูกเรียงตามลำดับจากสิ่งที่จำเป็นแล้วสำคัญต่อชีวิตการอยู่รอดมากที่สุดไปถึงน้อยที่สุด และโดยธรรมชาตินั้นมนุษย์จะกระทำสิ่งต่าง ๆ ที่ให้มีความสุขและจะหลีกเลี่ยงไม่กระทำในสิ่งที่จะนำมาซึ่งความทุกข์หรือความยากลำบากแก่ตนเอง

3. การวัดระดับความพึงพอใจ

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 68–85) กล่าวว่า ความสัมพันธ์มาตรการการวัดอาจทำได้โดยวิธีการดังต่อไปนี้

3.1 ใช้แบบสอบถาม เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายโดยขอร้องให้ผู้ที่เราต้องการให้แสดงความคิดเห็นตอบลงในแบบฟอร์มที่กำหนดให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามจะถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ และสภาพอื่น ๆ เป็นต้น

3.2 การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการจัดความพึงพอใจทางตรงได้ทางหนึ่งเหมาะสำหรับกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่วัยเด็กจนถึงวัยชรา เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่อ่านหนังสือไม่ออก เขียนหนังสือไม่ได้หรือทำได้ช้า การสัมภาษณ์สามารถทำได้ทั้งการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง

3.3 การสังเกตการณ์ เป็นเทคนิคการวัดความพึงพอใจอีกอย่างหนึ่ง ผู้สังเกตการณ์ใช้สายตาเฝ้าดูหรือศึกษาเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของเหตุการณ์นั้น การสังเกตสามารถทำได้ทั้งแบบมีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง

จากแนวคิดและหลักการดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับแนวคิดการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้แบบสอบถามวัดความพึงพอใจชนิดปลายปิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ เพื่อวัดความรู้สึกชื่นชอบใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยวัดความพึงพอใจ 4 ด้าน ดังนี้ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ

1. งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องมีนักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษา ดำเนินการและทดลอง ดังนี้

กิตติพันธ์ อุดมเศรษฐ์, ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ และอรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง (2560, หน้า 24) ได้วิจัยพัฒนาและศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้กลับด้านตามกรอบแนวคิดที่แพคและทฤษฎีขยายความคิดสำหรับครู

มัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ผลการวิจัยพบว่า ได้รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้กลับด้านตามกรอบแนวคิดที่แพค และทฤษฎีขยายความคิดสำหรับครูมัธยมศึกษา ที่มี 8 องค์ประกอบ และขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอน 12 ขั้นตอน ผลการทดลองใช้รูปแบบฯ พบว่าครูกลุ่มทดลอง เห็นว่ารูปแบบฯ มีความเหมาะสม นักเรียนจำนวน 315 คน ซึ่งเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบกลับด้านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากและผู้ทรงคุณวุฒิให้การประเมินรับรองรูปแบบฯ อยู่ในระดับดีมาก

ธนัทพงษ์ วังทะพันธ์, พลอยทราย โอฮามา และวนิดา วอนสวัสดิ์ (2561, หน้า 195) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารชีวโมเลกุล ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นเรื่อง สารชีวโมเลกุลมีประสิทธิภาพ หรือ E_1/E_2 เท่ากับ 81.20/80.10 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลิลลา อุดุลยศาสตร์ (2561, หน้า 115) ได้พัฒนาความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิธีสอนและเนื้อหาที่สอน (TPACK) ของนักศึกษาครูสาขาวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า มีนักศึกษาครู จำนวน 2 คน ที่มีระดับ TPACK อยู่ในระดับที่ 4 การสำรวจ (Exploring) และอีก 1 คน มีระดับ TPACK อยู่ในระดับที่ 5 การพัฒนา (Advancing) ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในแต่ละเนื้อหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมในทุก ๆ เนื้อหา ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

ธีวารินทร์ เขี่ยมสุวรรณ, กิตติมา พันธุ์พุกษา และนพมณี เชื้อวัชรินทร์ (2562, หน้า 11) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสตอรีไลน์ร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น เรื่อง พันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสตอรีไลน์ร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .052) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสตอรีไลน์ร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อัปดุลเลาะ อุมาร์, ณัฐณี โมพันธ์, อาฟีฟี ลาเต๊ะ และอุสมาน สารี (2562, หน้า 182) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น เรื่องสมดุคเคมีที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลวิจัยพบว่าแบบจำลองทางความคิดเรื่องสมดุคเคมีครั้งที่ 1 ถึง 5 ของนักเรียนดีขึ้นตามลำดับ และพบว่า คะแนนเฉลี่ยแบบจำลองทางความคิดในแต่ละครั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นครั้งที่ 3 กับ 5 และครั้งที่ 4 กับ 5 ส่วนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนผู้วิจัย วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent t-test) ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความ พึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นอยู่ในระดับมากที่สุด

ชุติมา ธนาวัฒน์นกร (2563, หน้า 9-10) ได้พัฒนาการจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น โดยใช้สื่อประสม เรื่อง ซอฟต์แวร์ประมวลผลคำ (Microsoft Word 2013) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลวิจัยพบว่า 1) การจัดการกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E โดยใช้สื่อประสม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.80 /84.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ชั้น โดยใช้สื่อประสม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ชั้น โดยใช้สื่อประสม มีค่าเท่ากับ 0.7255 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 72.55 4) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มี

ต่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E โดยใช้สื่อประสมอยู่ในระดับ ฟังพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55

ศักดิ์ศรี สืบสิงห์ (2564, หน้า 117) ได้พัฒนาทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ สำหรับครูระดับประถมศึกษาในจังหวัดร้อยเอ็ด ผลวิจัยพบว่า 1) แบบฝึก ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับครูระดับประถมศึกษาในจังหวัดร้อยเอ็ดมี ประสิทธิภาพ 88.50/85.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 2) ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ภายหลังการฝึกอบรมโดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับครูระดับประถมศึกษาในจังหวัดร้อยเอ็ด โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลัง การจัดการ ฝึกอบรมสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกอบรมโดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ครูระดับประถมศึกษา มีความ ฟังพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40

อัจฉรา สีสูกอง และขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ (2564, หน้า 107) ได้พัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้การอ่านและการเขียนภาษาอังกฤษ: TPACK-KWL Plus Model ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK-KWL Plus ที่เกิดจากการบูรณา การความรู้ในเนื้อหาทฤษฎีการสอนและเทคโนโลยีกับการจัดการเรียนรู้แบบ KWL Plus จะ สามารถประยุกต์ ใช้เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านและการเขียนภาษาอังกฤษของผู้เรียนให้มี ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น หากผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แล้วจะส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Ansari (2019, p. 58) ได้พัฒนาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสอบถาม ตาม 5E และความรู้ด้านเนื้อหาเกี่ยวกับการสอนและเทคโนโลยี (TPACK) ของครูวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมแผนการสอนแบบบูรณาการ ICT แบบสอบถาม 5E โดยใช้ กรอบแนวคิด TPACK ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมแผนการสอนแบบบูรณาการ ICT แบบสอบถาม 5E มีประสิทธิภาพในการพัฒนา TPACK ของครูวิทยาศาสตร์ เช่น TK, PK, TCK, PCK และ TPACK ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการบูรณาการ ICT ที่มีประสิทธิภาพในการ สอนและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในห้องเรียน

Sukardiyono, Rosana & Dwandaru (2019, p. 467) ได้ศึกษาการวัดทักษะ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมต้นผ่านการ

ประเมินการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการ เพื่อผลิตเครื่องมือประเมินผลที่ถูกต้องและเชื่อถือได้สำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบบูรณาการของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการ ผลการศึกษา พบว่าการประเมินการเรียนการสอน โดยมีค่าความถูกต้องต่ำสุด 0.89 และ สูงสุด 0.98 ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของแผ่นที่หนึ่ง ที่สอง และสาม พบว่ามีค่า เท่ากับ 0.93, 0.94 และ 0.92 ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก หมายความว่าแผ่น เหล่านี้มีความเป็นไปได้สำหรับการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่าระดับ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านการทำนาย การทดลอง การสังเกต และการวัด ดีมากในขณะที่ ด้านการสรุปและการสื่อสารนั้นดี

Yildirim & Bakirci (2019, p. 134) ได้ศึกษาผลกระทบของการสอน การศึกษาวิทยาศาสตร์โดยใช้ Common Knowledge Construction Model (CKCM) ต่อทักษะ Entrepreneurship นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 8 ในการวิจัยครั้งนี้มีนักเรียน 50 คน ซึ่งแบ่งเป็น กลุ่มควบคุม มี 25 คน (เด็กหญิง 10 คน และเด็กชาย 15 คน) และกลุ่มทดลอง 25 คน มี (เด็กหญิง 9 คน และเด็กชาย 16 คน) วิธีการทดลอง ศึกษาจากการใช้แบบฟอร์ม สัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูล Entrepreneurship โดยใช้ t-test แบบ Dependent และ Independent ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการสอนในปัจจุบันที่ใช้กับกลุ่มควบคุมและสอน วิทยาศาสตร์ตาม CKCM (รูปแบบการเรียนรู้ 5Es) มีผลกับทักษะ Entrepreneurship ของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษา เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ในกลุ่ม ทดลอง การสอนวิทยาศาสตร์ตาม CKCM มีผลกับทักษะ Entrepreneurship ของนักศึกษา มากกว่า เมื่อเทียบกับการสอนวิทยาศาสตร์ตามแบบจำลอง 5E ที่ใช้กับนักเรียนกลุ่ม ควบคุม ผลของ CKCM ต่อทักษะ Entrepreneurship สามารถระบุได้ชัดเจนยิ่งขึ้นหากมีการ วิจัยมากขึ้นโดยใช้ระดับการสอนที่แตกต่างกัน

Cakiroglu, Guven & Saylan (2020, p. 3425) ได้พัฒนาทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนแบบห้องเรียนแบบกลับด้าน การเรียนแบบห้องเรียนแบบ กลับด้านถูกนำมาใช้เป็นชุดกิจกรรมการทดลองในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผู้สมัครเป็นครู สอนวิทยาศาสตร์ 38 คน ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพถูกนำมาใช้เพื่อให้เกิดความ เข้าใจที่มากขึ้น เกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้แบบห้องเรียนแบบกลับด้าน ในกระบวนการทดลอง ส่งอิทธิพลในเชิงบวก

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในขั้นตอนการระบุและการตั้งสมมติฐาน และการกำหนดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการปฏิบัติงาน

Fokides, Atsikpasi & Karageorgou (2020, p. 621) ได้ศึกษาว่าอุปกรณ์เคลื่อนที่ (เช่น แท็บเล็ต) และแอป เป็นเครื่องมือทางการศึกษาที่มีประสิทธิภาพ เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพีช โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียน 263 คน อายุ 11-12 ปี แบ่งออกเป็นห้ากลุ่ม สองกลุ่มสอนโดยใช้สื่อสิ่งพิมพ์ กลุ่มหนึ่งใช้แล็ปท็อปและเว็บ ขณะที่สองกลุ่มสุดท้ายสอนโดยใช้แท็บเล็ต ใช้ 5E ของ Bybee เป็นกรอบแนวการสอนสำหรับทุกกลุ่ม ยกเว้นกลุ่มแรกที่ใช้การบรรยาย มีการจัดการเรียนการสอนสองชั่วโมง หกครั้งในแต่ละกลุ่ม รวบรวมข้อมูลผ่านการประเมินผลและแบบสอบถาม ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มแท็บเล็ตมีความรู้ที่ชัดเจนเกี่ยวกับพีช ความเข้าใจผิดของพวกเขาอ่อนลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้สื่อสิ่งพิมพ์ นอกจากนี้เรายังสังเกตเห็นผลกระทบเชิงบวกต่อแรงจูงใจและความเพลิดเพลินในการค้นพบนี้ แนะนำให้ครูมีส่วนร่วมในการพัฒนาแอปและสื่อการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถได้รับข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับวิธีการนำการเรียนรู้ผ่านมือถือไปใช้

Phattaraporn, Patcharin & Niwat (2021, p. 1) ได้ศึกษาการสอนแบบบูรณาการเกมมือถือที่เกิดขึ้นใหม่ของครูวิทยาศาสตร์ การศึกษาในปัจจุบัน TPACK ได้รับความสนใจจากนักวิจัยด้านการศึกษาเพื่อเตรียมครูวิทยาศาสตร์ ในการศึกษานี้ ใช้ TPACK เพื่อปรับโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ด้วยเทคโนโลยีเกมมือถือ ซึ่งเปิดสอนในสองภาคเรียนที่ติดกัน โดยมีนักเรียนครู 115 คน ในกลุ่มแรก และนักเรียนครู 94 คน ในกลุ่มที่สองโมดูลการสอนของการเรียนรู้การสอบตามเกมบนมือถือ (MGILS) ผลการวิจัยพบว่า เมื่อพิจารณาทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณจากสองกลุ่มแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุง TPACK ของครูวิทยาศาสตร์ก่อนใช้งานโมดูลสนับสนุน TPACK แบบแยกกรณีและแบบบูรณาการตามปกติของ MGILS จากผลของ MGILS บอกระดับความสามารถที่สูงของการสนับสนุน TPACK และปัญหาแบบบูรณาการมากกว่าการสนับสนุน TPACK ที่แยกจากกันตามปกติ มีการระบุข้อบกพร่องในการใช้โมดูล MGILS และเสนอการปรับปรุงที่เป็นไปได้เพื่อปรับปรุง TPACK ในเกมมือถือ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นนั้นจะเน้นผู้เรียนเป็นหลักโดยที่ผู้สอนจะเป็น

คอยแนะนำหรือช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ และเมื่อร่วมกับแนวคิด การบูรณาการความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ผสมวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK) จะทำให้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความน่าสนใจขึ้น เทคโนโลยีจะเข้ามาช่วยในการขยาย มุมมองและการคิดของผู้เรียน และเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเอง ทำให้เกิดการคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ไขปัญหา และนักเรียนได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ในการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้ศึกษาจึงได้นำแนวทางนี้ไปใช้ในการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้าง และหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 104 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขต พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 จำนวนนักเรียน 32 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อน และหลังการทดลอง (One Group Pre-test and Post-test Design) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังตาราง 3 ตาราง 4 แบบแผนของการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่ม	การทดสอบก่อนการทดลอง	ตัวแปรทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
กลุ่มการทดลอง	T ₁	X	T ₂

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-Test)

X แทน การจัดการกระทำ (Treatment) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-Test)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 6 แผน 20 ชั่วโมง (ไม่รวมการทดสอบวัดความทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ ชิ้นงาน/ภาระงาน การวัดและการประเมินผลและเครื่องมือที่ใช้ประเมิน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยยึดเนื้อหา จุดประสงค์ การเรียนรู้ทั้งหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการ เรียนรู้ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตราวัดแบบ ลิเคิร์ท (Likert) จำนวน 20 ข้อ โดยวัดความพึงพอใจ 4 ด้าน ดังนี้ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งดำเนินการสร้าง เครื่องมือ และหาคุณภาพของเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขั้นตอนการสร้าง และ พัฒนา ดังนี้

1.1.1 การศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.1.2 ศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะสำคัญ/คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระงาน/ชิ้นงาน และการวัดการประเมินผล

ดังตาราง 5

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะที่สำคัญ/คุณลักษณะอันพึงประสงค์ วิธีสอน/กิจกรรม การบูรณาการจัดการเรียนรู้แบบ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือ/การวัดผลชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
ม.2/4 สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีจากข้อมูลที่รวบรวมได้	แบบจำลองโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี	1. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างภายในโลกได้ 2. นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองโครงสร้างโลกได้ 3. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็นและทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการจำแนกประเภท 3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 4. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	สมรรถนะที่สำคัญ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK	1. ใบงานเรื่องโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี 2. แบบจำลองโครงสร้างภายในโลก	1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินผลงานชิ้นงาน

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่ สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	กิจกรรม การเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
				คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ 1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการ ทำงาน			4. แบบสอบถาม ความพึงพอใจ ของนักเรียน

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
ม.2/5 อธิบายกระบวนการผู้ฟังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอน จากแบบจำลอง รวมทั้งยกตัวอย่างผลของกระบวนการกร่อนดังกล่าวที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง	กระบวนการผู้ฟังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอน กระบวนการที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง	1. นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการผู้ฟังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนได้ 2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างผลของกระบวนการผู้ฟังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอนได้ 3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมจำลองการ	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการจำแนกประเภท 4. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 5. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 6. ทักษะการพยากรณ์ 7. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	สมรรถนะที่สำคัญ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. มีวินัย รับผิดชอบ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK	1. ใบงาน กระบวนการผู้ฟังอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอน 2. ใบความรู้ กระบวนการที่ทำให้ผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลง 2. แบบจำลองการผู้ฟังอยู่กับที่ การกร่อน	1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินผลงานชิ้นงาน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่ สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	กิจกรรม การเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
		<p>ผู้ฟังทางกายภาพและทางเคมีของหินได้ อย่างถูกต้อง</p> <p>4. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมจำลองการกร่อน การพัดพา และการสะสมตัวของตะกอนได้อย่างถูกต้อง</p> <p>5. นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของโลกไปใช้ในชีวิตประจำวันได้</p>	<p>8. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร</p> <p>9. ทักษะการทดลอง</p> <p>10. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อมูล</p>	<p>2. ใฝ่เรียนรู้</p> <p>3. มุ่งมั่นในการทำงาน</p>		และการสะสมตัวของตะกอน	

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่ สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	กิจกรรม การเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
ม.2/6 อธิบาย ลักษณะของชั้น หน้าตัดดินและ กระบวนการเกิด ดิน จาก แบบจำลอง รวมทั้งระบุ ปัจจัยที่ทำให้ ดินมีลักษณะและ สมบัติแตกต่าง กัน	ลักษณะของ ชั้นหน้าตัด ดินและ กระบวนการ เกิดดิน ปัจจัยที่ทำให้ ดินมีลักษณะ และสมบัติ แตกต่างกัน	1. นักเรียนสามารถ อธิบายกระบวนการ เกิดดินได้ 2. นักเรียนระบุปัจจัย ที่ทำให้ดินมีลักษณะ และสมบัติแตกต่าง กันได้ 3. นักเรียนตระหนัก ถึงการใช้ประโยชน์ ของดิน 4. นักเรียนมีความใฝ่ เรียนรู้และมีความ มุ่งมั่นในการทำงาน	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการจำแนก ประเภท 3. ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมาย ข้อมูล 4. ทักษะการลง ความเห็นจากข้อมูล	สมรรถนะที่สำคัญ 1. ความสามารถ ในการสื่อสาร 2. ความสามารถ ในการคิด 3. ความสามารถ ในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถ ในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถ ในการใช้เทคโนโลยี คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ 1. มีวินัย รับผิดชอบ	การจัดการ เรียนรู้แบบสืบ เสาะหา ความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK	1. ใบงานเรื่อง กระบวนการ เกิดดิน 2. แผ่นพับ ปัจจัยที่ทำให้ ดินมีลักษณะ ดินประเภท ต่าง ๆ	1. แบบทดสอบ วัดทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 3. แบบ ประเมินผลงาน ชิ้นงาน 4. แบบสอบถาม ความพึงพอใจ ของนักเรียน

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่ สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	กิจกรรม การเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
				2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการ ทำงาน			

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
ม.2/7 ตรวจวัดสมบัติบางประการของดินโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมและนำเสนอแนวทาง การใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน	ตรวจวัดสมบัติของดินโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม แนวทาง การใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน	1. นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติของดินได้ 2. นักเรียนตรวจวัดสมบัติบางประการของดินโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมได้ 3. นักเรียนตระหนักถึงการ ใช้ประโยชน์ของดินจากข้อมูลสมบัติของดินได้	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการวัด 3. ทักษะการจดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 4. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	สมรรถนะที่สำคัญ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. มีวินัย รับผิดชอบ	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK	1. ใบงานสมบัติของดิน 2. ใบตรวจวัดสมบัติของดิน 3. ใบความรู้ การใช้ประโยชน์จากข้อมูลสมบัติของดิน	1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินผลงานชิ้นงาน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่ สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	กิจกรรม การเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
		4. นักเรียนนำความรู้ เกี่ยวกับสมบัติของ ดินไปใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวัน		2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน			

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
ม.2/8 อธิบาย ปัจจัยและ กระบวนการ เกิดแหล่งน้ำ ผิวดินและ แหล่งน้ำ ใต้ดินจาก แบบจำลอง	กระบวนการ เกิดแหล่งน้ำ ผิวดินและ แหล่งน้ำ ใต้ดิน	1. นักเรียนอธิบาย การเกิดน้ำผิวดินได้ 2. นักเรียนอธิบาย การเกิดน้ำใต้ดิน และการกักเก็บของ น้ำบาดาลได้ 3. นักเรียนอธิบาย ปัจจัยและ กระบวนการเกิด แหล่งน้ำผิวดินได้ 4. ปฏิบัติกิจกรรม จำลองการเกิดและ ปัจจัยในการเกิดน้ำ	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการจำแนก ประเภท 3. ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมาย ข้อมูล 4. ทักษะการลง ความเห็นจากข้อมูล 5. ทักษะการพยากรณ์ 6. ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน 7. ทักษะการทดลอง	สมรรถนะที่สำคัญ 1. ความสามารถ ในการสื่อสาร 2. ความสามารถ ในการคิด 3. ความสามารถ ในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถ ในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถ ในการใช้เทคโนโลยี คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ 1. มีวินัย รับผิดชอบ	การจัดการ เรียนรู้แบบสืบ เสาะหา ความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK	1. ใบความรู้ กระบวนการ เกิดน้ำผิวดิน และการเกิดน้ำ ใต้ดิน 2. ใบกิจกรรม จำลองการเกิด น้ำผิวดินและ การเกิดน้ำใต้	1. แบบทดสอบ วัดทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 3. แบบ ประเมินผลงาน ชิ้นงาน 4. แบบสอบถาม ความพึงพอใจ ของนักเรียน

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่ สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	กิจกรรม การเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
		<p>ผิวดินและการเกิดน้ำ ใต้ดินได้อย่างถูกต้อง และเป็นลำดับ ขั้นตอน</p> <p>5. นักเรียนสามารถ นำความรู้เกี่ยวกับ แหล่งน้ำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้</p>	<p>8. ทักษะการ ตีความหมายข้อมูล และการลงข้อมูล</p>	<p>2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการ ทำงาน</p>			

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
ม.2/9 สร้างแบบจำลองการใช้น้ำ และนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง	แบบจำลองการใช้น้ำ แนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง	1. นักเรียนสามารถอธิบายการใช้ประโยชน์จากน้ำได้ 2. สืบค้นข้อมูลและเสนอแนะแนวทางการใช้น้ำอย่างยั่งยืนในท้องถิ่นได้ 3. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ และการอนุรักษ์แหล่งน้ำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล	สมรรถนะที่สำคัญ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับ TPACK	1. แผ่นพับแนวทางการใช้น้ำในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน	1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินผลงานชิ้นงาน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่ สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	กิจกรรม การเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
				คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ 1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการ ทำงาน			

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึงประสงค์	กิจกรรมการเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
ม.2/10 สร้างแบบจำลองที่อธิบายกระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด	กระบวนการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด	1. นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการเกิด และผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด ได้ 2. ปฏิบัติกิจกรรมจำลองการกัดเซาะชายฝั่งได้อย่างถูกต้อง 3. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับ	1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 3. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 4. ทักษะการพยากรณ์ 5. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 6. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 7. ทักษะการทดลอง	สมรรถนะที่สำคัญ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2. ความสามารถในการคิด 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK	1. ใบงานการเกิดและผลกระทบของน้ำท่วม การกัดเซาะชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด 2. ใบบันทึกผลกิจกรรมจำลองการกัดเซาะชายฝั่ง 3. แบบจำลองการเกิดน้ำท่วม	1. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. แบบประเมินผลงานชิ้นงาน 4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ตาราง 5 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	สมรรถนะที่ สำคัญ/ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	กิจกรรม การเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัดผล การประเมินผล
		การป้องกันภัยพิบัติ จากน้ำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	8. ทักษะการ ตีความหมายข้อมูล และการลงข้อมูล	คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ 1. มีวินัย รับผิดชอบ 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการ ทำงาน		การกัดเซาะ ชายฝั่ง ดินถล่ม หลุมยุบ แผ่นดินทรุด	

1.1.3 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

1.1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK สำหรับนักเรียนชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 6 แผน แต่ละแผนประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจ แผนทั้งหมดจำนวนการสอน 20 ชั่วโมง และทำการทดสอบก่อน และหลังเรียน 2 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดเรื่องของแผนการจัดการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 5

ตาราง 6 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลา (ชั่วโมง)
	ทดสอบก่อนเรียน	1
1	โครงสร้างภายในโลก	2
2	กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก	6
3	ดิน ชั้นดิน และหน้าตัดดิน	3
4	แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน	3
5	ภัยธรรมชาติจากน้ำท่วม แผ่นดินถล่มและการกัดเซาะชายฝั่ง	3
6	ภัยธรรมชาติจากหลุมยุบและแผ่นดินทรุด	3
	ทดสอบหลังเรียน	1
	รวม	22

1.1.5 จัดหาและผลิตสื่อการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความน่าสนใจ ความชัดเจนของสิ่งที่จะนำเสนอ และครอบคลุมเนื้อหา

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา ภาษา และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ว่าสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK หรือไม่เพียงใด จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เป็นผู้เชี่ยวชาญ ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการสอน และการวัดผลประเมินผล เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ที่เที่ยงตรง เหมาะสม และความสอดคล้อง กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item – Objective Congruence: IOC) กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK สื่อ แหล่งเรียนรู้ เนื้อหา และการวัดและประเมินผล การวัดและประเมินผล จำนวน 3 คน ได้แก่

1. นางพชรพรรณ มีหนองหว้า ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล
2. นางเกตุวดี ยะสะกะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล
3. ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 64–65)

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่เหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

นำผลคะแนนมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50–1.00 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการ เรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลเฉลี่ย เท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข)

1.1.8 ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญใน ด้านความชัดเจนของข้อความถาม และเวลาที่กำหนดให้นักเรียนทำกิจกรรมในแต่ละชั่วโมง

1.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมิน และ ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา

2564 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยสุ่มแผนจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ไปทดลองใช้สอน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ การเรียนรู้ จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

1.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ปีการศึกษา 2565 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 32 คน

2. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นจะใช้ประเมินนักเรียนทั้งก่อนเรียน และหลังเรียน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาหลักสูตร เอกสาร วารสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบและทักษะการใช้คำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1.2 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้มีเนื้อหาครอบคลุมจุดมุ่งหมายของแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 13 ทักษะ จำนวน 40 ข้อ

2.1.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิม วิเคราะห์ข้อมูลความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับเนื้อหา ความเหมาะสมของตัวเลือกและภาษาที่ใช้โดยใช้แบบตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับวัตถุประสงค์ (IOC) เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่เหมาะสมสอดคล้อง

2.1.4 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

2.1.5 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อมาวิเคราะห์คะแนนความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แล้วพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50–1.00 มาจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบ

2.1.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยแต่มีลักษณะใกล้เคียง จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพ ของแบบทดสอบ

2.1.7 นำผลการสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เลือกข้อสอบที่มีค่า (p) ตั้งแต่ 0.23–0.77 และ (r) ตั้งแต่ 0.23 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน พบว่า มีค่าความยากรายข้อ (p) อยู่ระหว่าง 0.37–0.74 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) อยู่ระหว่าง 0.35–0.53

2.1.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้ว มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, หน้า 103) โดยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

2.1.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ข้อ นำไปใช้ในการศึกษาการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบ คู่มือการวัด และประเมินผล วิทยาศาสตร์ ศึกษาขอบข่าย เนื้อหา วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

2.2.2 กำหนดสัดส่วนเนื้อหา และสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยเลือกตอบ 4 เลือก ให้มีเนื้อหาครอบคลุมจุดมุ่งหมาย จำนวน 40 ข้อ

2.2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิม วิเคราะห์ข้อมูลความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเนื้อหา

ความเหมาะสมของตัวเลือก และภาษาที่ใช้ โดยใช้แบบตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ การหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและ การเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่เหมาะสมสอดคล้อง

2.2.4 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของ

ผู้เชี่ยวชาญ เรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

2.2.5 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อมา

วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แล้วพิจารณาคัดเลือกคะแนนความ สอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50–1.00 มาจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบ

2.2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out)

กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยแต่มีลักษณะใกล้เคียง จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพ ของแบบทดสอบ

2.2.7 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p)

และค่าอำนาจจำแนก (r) เลือกข้อสอบที่มีค่า (p) ตั้งแต่ 0.20–0.80 และ (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป นำข้อสอบที่คัดเลือก 30 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบ โดยใช้ สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชชาร์ดสัน พบว่ามีค่าความยากรายข้อ (p) อยู่ระหว่าง 0.34–0.74 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) อยู่ระหว่าง 0.35–0.59

2.2.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้ว มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น

(KR-20) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

2.2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ข้อนำไปใช้

ในการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

2.3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ และ

สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า ตามแบบของลิเคิร์ทเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง ฟังพอใจมากที่สุด
- ระดับ 4 หมายถึง ฟังพอใจมาก
- ระดับ 3 หมายถึง ฟังพอใจปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง ฟังพอใจน้อย
- ระดับ 1 หมายถึง ฟังพอใจน้อยที่สุด

โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล ตรวจสอบ คุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของภาษา และความสอดคล้องระหว่างข้อความกับเนื้อหา

2.3.2 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อ คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อ ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์ความ สอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ ความเหมาะสมของตัวเลือก และภาษาที่ใช้

2.3.4 นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ความสอดคล้อง โดยค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมกับสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

2.3.5 คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ตั้งแต่ 0.50–1.00 จากพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 คน

2.3.6 วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์คัดเลือกข้อที่มีค่า 0.50–1.00 จำนวน 20 ข้อ

2.3.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่วิเคราะห์หาคุณภาพแล้วจัดพิมพ์ เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2565 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล จำนวนนักเรียน 32 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ 148/2565
2. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล เป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง
3. ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้นักเรียนเข้าใจ
4. ให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะดำเนินการสอน
5. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยเป็นคนสอน
6. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงให้นักเรียนทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน
7. ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
8. รวบรวมข้อมูลจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน
9. ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E_2 ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้
3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้การทดสอบค่าที
4. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนโดยใช้ การทดสอบค่าที
5. การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีสถิติที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 105)

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) หาได้จากการเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการกับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) หรือตัวกลางเลขคณิตหรือคะแนนเฉลี่ยจากสูตร

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรง พิจารณาจากดัชนีความสอดคล้องระหว่าง
วัตถุประสงค์ กับเนื้อหา หรือระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ ของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ
แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
ร่วมกับ TPACK โดยพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) โดยใช้สูตร
ดังนี้ (สมชาย วรภิเษมสกุล, 2555, หน้า 257)

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

เมื่อ IOC แทน ความสอดคล้องความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าระดับความยาก (Difficulty) หาได้โดย โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด,
2560, หน้า 96-97)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของคำถามแต่ละข้อ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร
(บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 84)

$$r = \frac{R_u - R_l}{F}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบ

R_u แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

R_i แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

F แทน จำนวนคนกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำที่เท่ากัน

2.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 89) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

p แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ทำถูก

q แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ผิด

S^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum x}{N} \right)}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน
ของนักเรียนทุกคน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

N คือ จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียนทุกคน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนนักเรียน

3.2 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3

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

เมื่อ t คือ ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต
เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D คือ ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.3 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบน

มาตรฐานของแบบสอบถามความพึงพอใจ

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและเสนอผลการวิเคราะห์ที่ได้ถูกต้องของผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N แทน จำนวนนักเรียน

\bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

E_1 แทน ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

D แทน ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

$\sum D$ แทน ผลรวมของความต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

t แทน สถิติทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤต t-distribution

** แทน ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขั้นตอนในการการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ตามเกณฑ์ 80/80
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพระหว่างเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน และรายกลุ่มของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 80/80
 - 1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ผู้วิจัยได้พัฒนากับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E₁)

โดยหาค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำกิจกรรม การนำเสนอ ข้อมูล ชิ้นงาน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประจำแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน และหาค่าประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ (E₂) ได้จากการหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน ดังตาราง 7

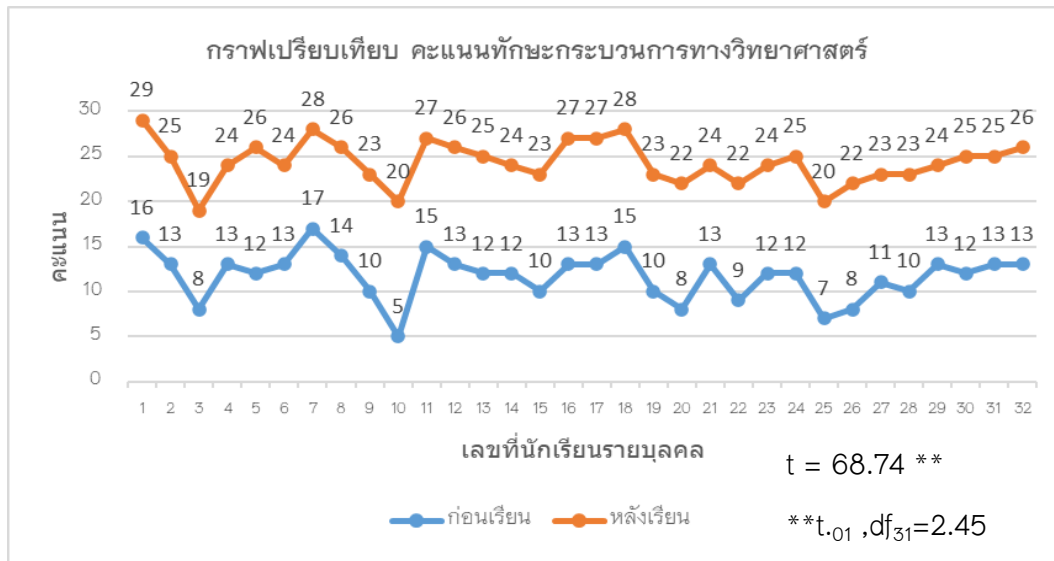
ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

กระบวนการ/ผลลัพธ์	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของ กระบวนการ (E ₁)	32	300	245.73	16.31	81.91
ประสิทธิภาพของ ผลลัพธ์ (E ₂)	32	60	48.62	4.39	81.04

ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ E₁/E₂ เท่ากับ 81.91/81.04

จากตาราง 7 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E₁) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 245.84 คิดเป็นร้อยละ 81.91 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 16.31 และมีคะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) จากการทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เท่ากับ 48.62 คิดเป็นร้อยละ 81.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.39 แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.91/81.04 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 กราฟเปรียบเทียบคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

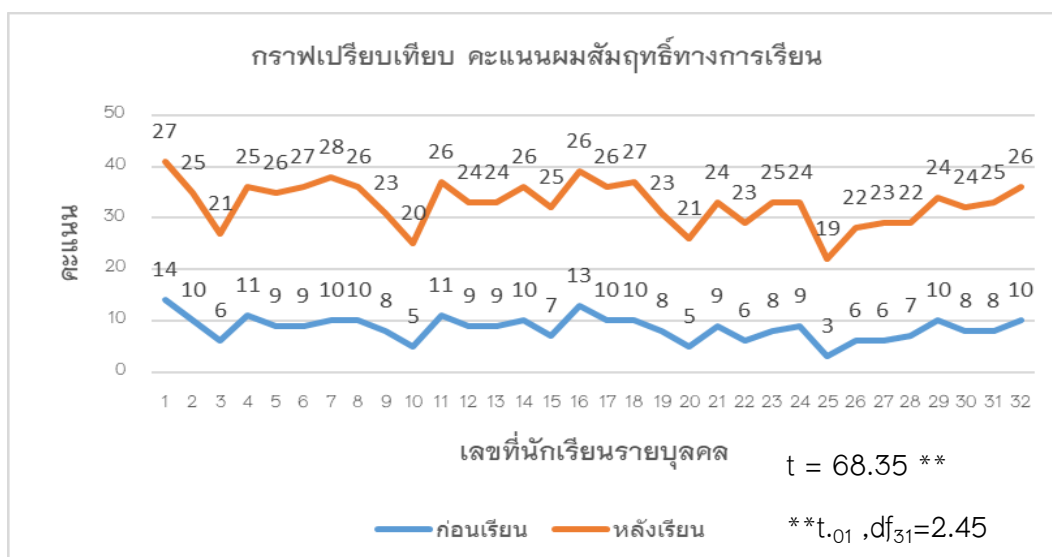
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	t
ก่อนเรียน	32	30	11.72	2.65	66.74**
หลังเรียน	32	30	24.34	2.37	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df_{31} = 2.45$)

จากตาราง 8 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.72 คะแนน ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน 2.65 และ

คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ย 24.34 คะแนน ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน 2.37 ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 66.74 เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง (df เท่ากับ 31) มีค่า t เท่ากับ 2.45 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 กราฟเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา
ความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t
ก่อนเรียน	32	30	8.56	2.32	68.35
หลังเรียน	32	30	24.28	2.15	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df 31 = 2.45)

จากตาราง 9 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 8.56 คะแนน ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน 2.32 และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เฉลี่ย 24.28 คะแนน ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน 2.15 ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 68.35 เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง (df เท่ากับ 31) มีค่า t เท่ากับ 2.45 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลของความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้			
1. เนื้อหาที่ใช้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์	4.59	0.56	มากที่สุด
2. เนื้อหาที่มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.56	0.56	มากที่สุด
3. เนื้อหาถูกต้องครบตามวัตถุประสงค์	4.44	0.50	มาก
4. เนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	4.16	0.57	มาก
5. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.41	0.50	มาก
เฉลี่ย	4.43	0.56	มาก
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
6. กิจกรรมมีสอดคล้องกับเนื้อหา	4.69	0.47	มากที่สุด
7. กิจกรรมมีความน่าสนใจ สนุก กระตุ้นการเรียนรู้	4.53	0.62	มากที่สุด
8. กิจกรรมเน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	4.56	0.62	มากที่สุด
9. กิจกรรมส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.47	0.51	มาก
10. กิจกรรมมีการใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม	4.53	0.57	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.56	0.56	มากที่สุด
ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้			
11. สื่อและอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.69	0.47	มากที่สุด
12. สื่อและอุปกรณ์ส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	4.53	0.57	มากที่สุด

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
13. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้	4.53	0.62	มากที่สุด
14. ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหาและ กิจกรรม	4.53	0.51	มากที่สุด
15. ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับค้นคว้าอย่างเหมาะสมและเพียงพอ	4.28	0.63	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.51	0.57	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล			
16. การวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ ครอบคลุมทุกด้าน	4.63	0.49	มากที่สุด
17. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้	4.75	0.44	มากที่สุด
18. เปิดเผยคะแนนที่ได้จากการวัดผล	4.75	0.44	มากที่สุด
19. การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและ ยุติธรรม	4.69	0.47	มากที่สุด
20. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	4.41	0.61	มาก
เฉลี่ย	4.64	0.51	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.54	0.55	มากที่สุด

จากตาราง 10 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.54 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยออกเป็นแต่ละด้าน โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย พบว่า ด้านการวัดและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ถัดมาคือด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 และด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกต พฤติกรรมการทำกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนต่าง การทดลอง การนำเสนอผลงาน ตรวจผลงาน ชิ้นงาน ชักถามและสัมภาษณ์นักเรียนทั้งในระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยที่ผู้สอนมีหน้าที่กระตุ้นความสนใจ ด้วยคำถามหรือการตั้งปัญหาชวนคิด ตั้งสมมติฐาน จากนั้นให้นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อแก้ปัญหาและหาคำตอบ ซึ่งเป็นพัฒนาความสามารถในการสืบค้นหาข้อมูลของนักเรียนผ่านการทำกิจกรรมการทดลองต่าง ๆ ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการการออกแบบขั้นตอนการทดลอง อภิปรายผล และสรุปผล ครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงอำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน และเมื่อได้ข้อมูลมาแล้วนักเรียนจะต้องนำเสนอข้อมูล หรือผลการทดลองมาอธิบาย สรุปตีความแล้วนำมาตอบคำถามนั้นด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ทำให้ให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการทดลอง มีการปฏิบัติมากขึ้น โดยมีการสะท้อนผลการเรียนจากผู้เรียน ดังภาพประกอบ 6-13



ภาพประกอบ 6 นักเรียนช่วยกันทำแบบจำลองโครงสร้างโลก
ตามองค์ประกอบเคมีแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1



ภาพประกอบ 7 กิจกรรมการทดลองการพื้พาและการสะสมตัว
ของตะกอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2



ภาพประกอบ 8 กิจกรรมการทดลองตรวจวัดค่า pH ของดิน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3



ภาพประกอบ 9 กิจกรรมการทดลองการเกิดน้ำบาดาล
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4



ภาพประกอบ 10 กิจกรรมการทดลองการพังทลายของชั้นดิน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5



ภาพประกอบ 11 กิจกรรมการทดลองการแผ่นดินไหว
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5



ภาพประกอบ 12 กิจกรรมการทดลองการเกิดหลุมยุบ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6



ภาพประกอบ 13 นักเรียนนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล และตอบคำถามหน้าชั้นเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการสังเกต พบว่า การใช้เทคโนโลยีเข้ามาเสริมในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการเรียน มุ่งมั่นในการเรียน นักเรียนสามารถสืบค้นหาความรู้มาเสริมเพิ่มเติมจากที่ครูนำเสนอ ข้อมูลเบื้องต้น เพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันของกลุ่มในการหาข้อมูลเพื่อมา พุดคุยถกเถียง อธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นมาทำให้เกิดการคิดวิเคราะห์ และสรุปข้อมูลที่ได้มานำเสนอ หน้าชั้น อีกทั้งเทคโนโลยียังเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในการทำสรุปข้อมูลให้นักเรียน สามารถใส่ความคิดสร้างสรรค์ลงไป โดยมีการสะท้อนผลการเรียน จากผู้เรียน ดังภาพประกอบ 14-18



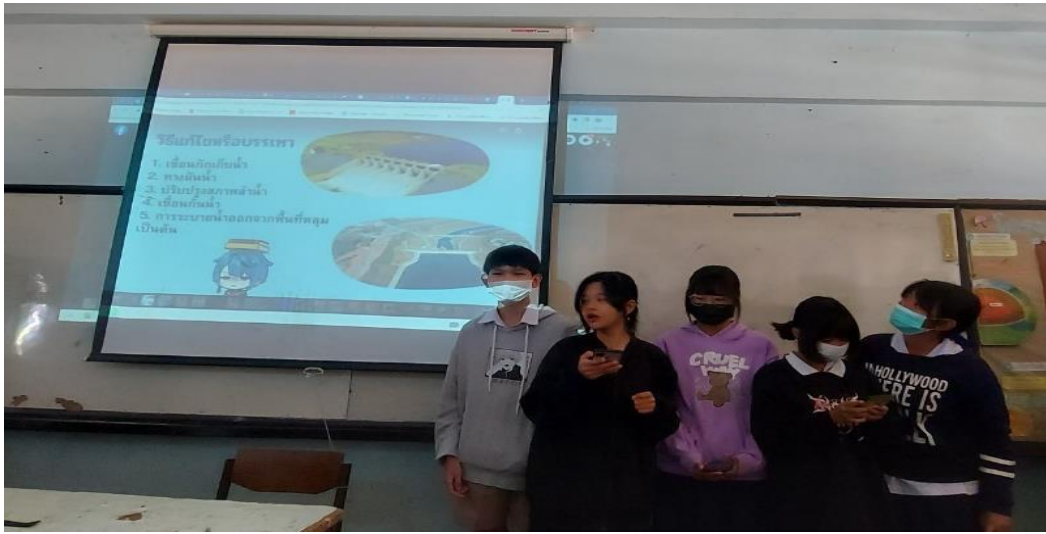
ภาพประกอบ 14 การใช้เทคโนโลยีแอปพลิเคชันช่วยในการจัดการเรียนรู้



ภาพประกอบ 15 นักเรียนสืบค้นข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยี สมาร์ทโฟน



ภาพประกอบ 16 นักเรียนช่วยกันทำสรุปข้อมูลเป็นอินโฟกราฟิกเพื่อนำเสนอหน้าชั้นเรียน



ภาพประกอบ 17 นักเรียนกลุ่มที่นำเสนอข้อมูลช่วยกันตอบคำถามเพื่อนในห้อง



ภาพประกอบ 18 การสรุปข้อมูลโดยใช้รูปแบบอินโฟกราฟิกในการนำเสนอข้อมูล

3. ความพึงพอใจของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง หรือได้ลงมือปฏิบัติทดลองด้วยตนเอง ครูผู้สอนจะคอยให้คำแนะนำและเสนอแนะเมื่อเกิดปัญหาในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ การกระตุ้นให้นักเรียนลงมือสืบเสาะแสวงหาความรู้ เมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจะเกิดข้อสงสัย และร่วมกันแก้ปัญหาในกลุ่ม และนำข้อมูลที่ได้มาสรุปนำเสนอแก่คนในห้อง จะเกิดการถกเถียงเกี่ยวกับข้อมูลจากการสืบค้นที่หลากหลาย หรือผลการทดลองที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นพัฒนาความสามารถในการสืบค้นหาข้อมูล การคิดวิเคราะห์ และฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านกิจกรรมการทดลองต่าง ๆ นอกจากนั้นการใช้เทคโนโลยีเข้ามาเสริมในการจัดการเรียนรู้ จากการสังเกตพฤติกรรม พบว่า นักเรียนเกิดความตื่นเต้น กระตุ้นความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้บรรยากาศการจัดการเรียนรู้มีความสนุกสนาน มีความสุข ดังภาพประกอบ 19 นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตัวเองเพิ่มขึ้น กล้าคิดกล้าแสดงออก อยากนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเอง นักเรียนมีความภูมิใจในผลงาน เนื่องจากเทคโนโลยีนั้นเป็นสิ่งที่นักเรียนในสมัยนี้ถนัดและอยู่ใกล้ชิดกับมัน ซึ่งเทคโนโลยีสามารถช่วยในการอำนวยความสะดวกหลาย ๆ อย่างทั้งใช้ในการช่วยออกแบบ ใส่ความคิดสร้างสรรค์ หรือต่อยอดจากเดิม ดังภาพประกอบ 20-22



ภาพประกอบ 19 นักเรียนมีความสุขกับกิจกรรมสืบค้นข้อมูล



ภาพประกอบ 20 นักเรียนช่วยกันทำกิจกรรมการทดลองอย่างตั้งใจ



ภาพประกอบ 21 ฝึกการนำเสนอข้อมูลการค้นคว้าหน้าห้อง



ภาพประกอบ 22 นักเรียนมีความภูมิใจกับผลการกลุ่มตนเอง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปผลการวิจัยตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุปผลการวิจัย
8. อภิปรายผล
9. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง อยู่ในระดับมาก

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6

จำนวน 32 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 จำนวน 35 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/8 จำนวน 37 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 104 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 32 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองของการวิจัย ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 6 แผน 20 ชั่วโมง Pre-test และ Post-test 2 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2565 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล จำนวนนักเรียน 32 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ 148/2565

2. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล จากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล เป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง

3. ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้นักเรียนเข้าใจ
4. ให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะดำเนินการสอน
5. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยเป็นคนสอน
6. เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงให้นักเรียนทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกับกับการวัดผลก่อนเรียน
7. ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
8. รวบรวมข้อมูลจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน
9. ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E_2 ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

4. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

5. การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.91/81.04 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจนักเรียนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ความพึงพอใจ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.54 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.91/81.04 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างขึ้นได้ผ่านกระบวนการสร้างตามขั้นตอนอย่างมีระบบ โดยเริ่มจากศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรตัวชี้วัด เนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ผ่านกระบวนการตรวจสอบและแก้ไข จากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านจุดประสงค์ เนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลก่อนนำไปใช้กับผู้เรียนเพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนจะได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองจริง สามารถเข้าใจและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ อย่างเป็นระบบ จัดลำดับขั้นตอนการทดลอง อภิปรายผลการทดลอง และสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการทดลองให้ออกมาในรูปแบบอินโฟกราฟฟิก ผ่านการใช้เทคโนโลยีหรือแอปพลิเคชัน และมีการใช้กรอบแนวคิดของ TPACK เข้ามาเสริมในการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้แผนการจัดการ

เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ นรรัตน์ชนก โสภา, ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิติธาร ชูทรัพย์ (2561, หน้า 111) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่อง พลังงานแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานแสง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัย ของ ทรายแพรว ไชยมีชчим, พจมาน ชำนาญกิจ และอุษา ปราบหงษ์ (2561, หน้า 11) ที่ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้สมองเป็นฐาน ร่วมกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นำเพื่อชีวิตและอากาศรอบตัวเรา กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้สมองเป็นฐานร่วมกับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิตและอากาศรอบตัวเรา สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัย ของ ณัฐกานต์ เทพบำรุง และจรินทร์ อุ้มไกร (2559, หน้า 29) ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความ เป็นจริงเสริมสามมิติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

2. ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียน 11.72 และคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 24.34 แสดงว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้งนี้เป็นการ เพราะ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK เป็นการจัดการเรียนรู้

ที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ การสืบค้นข้อมูลอย่างอิสระผ่านการใช้เทคโนโลยีใกล้ตัวต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลในอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่าง รวดเร็ว นอกจากนี้การทดลองจากปัญหาที่กำหนดให้ ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มาซึ่งความรู้ ประกอบด้วยการตั้งสมมติฐาน การทดลอง การคาดคะเนผลการทดลอง ทำการ ทดลอง แลกเปลี่ยนความรู้และแก้ปัญหาาร่วมกัน สรุปและอภิปรายกับสมาชิกในกลุ่ม โดยมีครูคอยช่วยเหลือดูแลในระหว่างที่นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม การที่ผู้เรียนได้ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง กระตุ้นให้ผู้เรียนนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ออกมาใช้ได้จริง ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุพร ทิพย์สิงห์, ถาดทอง ปานศุภวัชร และอุบลวัฒน์ โพธิกนิษฐ์ (2559, หน้า 162) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การ จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคหมวก 6 ใบ ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังสอดคล้องกับ งานวิจัยของ ฤทธิญา นามเกต, ถาดทอง ปานศุภวัชร และอนันต์ ปานศุภวัชร (2561, หน้า 162) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับแผนผังความคิด เรื่องวัสดุ รอบตัว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลวิจัยพบว่า ความสามารถด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับแผนผังความคิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการ เปลี่ยนแปลง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 8.56 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.28 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลัง

เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เป็นการจัดการกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการกรรมการเรียนรู้ เช่น ขั้นตอนการสร้างความสนใจของนักเรียน ครูจะตั้งประเด็นปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียน หรือข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ และนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อสร้างความสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ มีความอยากรู้อยากเห็น ทำให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและความรู้เดิมของนักเรียนมีอยู่ออกมา โดยที่ครูจะยังไม่เฉลยคำตอบในทันทีแต่จะให้นักเรียนเป็นผู้สืบค้นหาข้อมูลคำตอบด้วยตนเอง เป็นการเข้าสู่เนื้อหาที่น่าสนใจ ซึ่งเกิดจากความสงสัยและสนใจของนักเรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ไม่เครียด เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้รับความรู้อย่างเต็มที่จากนั้นให้นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลแบบเปิดกว้างไม่เพียงแต่ให้ศึกษาในแค่หนังสือแต่ให้สามารถใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสืบค้นได้ ครูผู้สอนอาจจะกำหนดหัวข้อหลักให้เป็นกลุ่มเพื่อไม่ให้เกิดการกระจายของข้อมูลมากเกินไป ซึ่งเป็นการฝึกทำงานร่วมกันการเสนอความคิดเห็น การมีเหตุมีผล และตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาทำการวิเคราะห์ สรุป นำเสนอ และอภิปรายร่วมกัน เกี่ยวกับเนื้อหาเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ทำให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นการพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยของ Bloom ที่เกี่ยวกับ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ จากการลงมือค้นคว้าหาข้อมูลตัวตนเอง และกานำเสนอข้อมูลที่สืบค้นผ่านการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาช่วย เช่น การใช้แอปพลิเคชัน Canva ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถออกแบบใส่ความคิดสร้างสรรค์ลงไป การจัดระเบียบความคิด เห็นภาพรวมของความสัมพันธ์ของความรู้ได้ชัดเจน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ได้ดีกว่าการจดบันทึกเป็นตัวอักษรลงในสมุด จากข้อมูลข้างต้นส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ เยาวพา สีธรรม, อนันต์ ปานศุภวัชร และกุลวดี สุวรรณไตรย์ (2562, หน้า 75) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง หิน และการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญของสถิติ

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.54 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านเรียงค่าเฉลี่ยจากมากไปหาน้อยตามลำดับได้ดังนี้ ด้านการวัดและประเมินผล ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 เนื่องจากการวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีความชัดเจนและยุติธรรมโดยครูผู้สอนได้มีการแจ้งคะแนนของชิ้นงาน ใบกิจกรรมต่าง ๆ ไว้อย่างชัดเจน และเปิดเผยคะแนนที่ได้จากการวัดผลให้ผู้เรียนได้ทราบตลอดทั้งแผนการเรียนรู้ มีการให้เห็นข้อมูลในจุดที่โดนหักคะแนน เพื่อให้นักเรียนย้อนกลับปรับปรุงพัฒนาตนเอง ถัดมาเป็นด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทั้งการสืบค้นหาข้อมูล การจัดกิจกรรมเกมการแข่งขันเพื่อนให้นักเรียนมีแรงกระตุ้น สนุกไปกับการเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ การทดลองต่าง ๆ เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสื่อสารและการทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียน ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ในกิจกรรมการเรียนรู้มีการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนรู้ ทำให้การจัดการเรียนรู้ดูแปลกใหม่สนุก มีสื่อและกิจกรรมที่หลากหลาย ผู้เรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ ไม่จำกัดการเรียนรู้เพียงแคในหนังสือเรียน เทคโนโลยีสามารถช่วยในการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ทั้งช่วยในการออกแบบ การตกแต่ง ทำให้นักเรียนได้คิดอย่างอิสระ สามารถใส่ความคิดสร้างสรรค์ลงไปในงาน กล้าแสดงออก และด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 อาจเป็นเพราะในการเข้าเนื้อหาหรือเกริ่นนำหากครูผู้สอน ให้หัวข้อในการเรียนรู้ที่กว้างหรือออกจากเนื้อหาหลักมากเกินไปข้อมูลในการสืบค้นของนักเรียนก็จะกว้างตามไปด้วยเพราะไม่มีการจำกัดในการค้นหาข้อมูล เมื่อนำข้อมูลที่สืบค้นมานำเสนอพูดคุยกันในชั้นเรียนพอสิ่งที่นำมาไม่ตรงกับหัวข้ออาจเกิดการถกเถียงเรื่องข้อมูลเนื้อหา ซึ่งจะกินเวลาในช่วงอภิปรายผลมากเกินไปและทำให้ช่วยกิจกรรมอื่นเลื่อนออกไป ไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ ทั้งนี้การจัดการแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK นั้นครูผู้สอนได้เปลี่ยนบทบาทจาก

ผู้ให้ความรู้ไปเป็นพี่เลี้ยงคอยจัดการดูแลอำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาแนะนำ แก่ผู้เรียน ทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนมีความอบอุ่น ไม่เครียด มีความสุขกับการเรียนรู้ และส่งผลให้มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ งานวิจัยของ ญัฐวดี ศิริระชา, ภัทรภร ชัยประเสริฐ และเชษฐ ศิริสวัสดิ์ (2564, หน้า 1) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลาย ผลวิจัยพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อยู่ในระดับระดับมากที่สุด

จากเหตุผลดังกล่าว จึงสนับสนุนได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีความ พึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ในการจัดการเรียน การสอนมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาที่ กำหนดไว้ เช่น หากเป็นกิจกรรมการทดลอง หรือกิจกรรมที่มีการทำแบบจำลอง รวบรวมความคิด ควรให้เวลานักเรียนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถยืดหยุ่น เวลาให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ ควรใช้ช่วงคาบสอนที่ติดต่อกันเพื่อไม่ให้เกิด การจัดการเรียนรู้ขาดช่วง

1.2 ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ โดยการ จัดเตรียมสภาพแวดล้อมของห้องเรียน สื่อการสอน และอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้อ การทดลองต่าง ๆ ให้พร้อม เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เป็นกิจกรรมที่ควรนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจัง ครูต้องคอยเดินตรวจดูว่านักเรียนมีปัญหาในการทำกิจกรรมหรือไม่ ค่อยให้คำแนะนำ จึงควรชี้แจงขั้นตอนการปฏิบัติเบื้องต้นให้เข้าใจตรงกัน

1.4 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เนื่องจากกรอบแนวคิดของ TPACK จะเป็นการนำเทคโนโลยีเข้ามาเสริมในการจัดการเรียนรู้ อาจจะใช้เทคโนโลยีใกล้ตัว เช่น สมาร์ทโฟน แอปพลิเคชัน หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ครูผู้สอนควรคำนึงถึงความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีที่นำมาใช้กับผู้เรียน ความแตกต่างของอุปกรณ์ที่ใช้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ สามารถเรียนรู้ได้อย่างราบรื่น และไม่เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์เหล่านั้น เช่น การสอนใช้งานเบื้องต้น การแก้ปัญหาพื้นฐานที่เจอ

1.5 ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรมีการออกข้อสอบแบบต่าง ๆ นอกจากแบบอัตนัยและแบบปรนัยด้วย เช่น ข้อสอบแบบจับคู่ ข้อสอบแบบเติมคำ หรือเขียนแผนผังมโนทัศน์ เพื่อให้ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น สามารถให้เหตุผลสรุปความคิดรวบยอดเป็นของตนเองได้ ไม่เป็นข้อสอบปลายปิด

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลผลการวิจัย

2.2 ควรมีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK กับหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ นอกจากหน่วยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น หน่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ศิลปะ

2.3 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK กับการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เช่น การใช้ความคิดรวบยอด ปัญหาเป็นฐาน หรือสะเต็มศึกษา เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอ้อม, ชัยวัฒน์ นามนาค, วารินทร์ แก้วอุไร และวิเชียร อ่างรังไสตติสกุล.
(2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 16(2), 129-139.
- กรมวิชาการ. (2543). *การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาคสมนา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กิตติพันธ์ อุดมเศรษฐ์. (2558). *การพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้กลับด้านตามกรอบแนวคิดที่แพคและทฤษฎีขยายความคิดสำหรับครูมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน*. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติพันธ์ อุดมเศรษฐ์, ปราวินญา สุวรรณณัฐโชติ และอรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง. (2560). *การพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้กลับด้านตามกรอบแนวคิดที่แพคและทฤษฎีขยายความคิดสำหรับครูมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 19(4), 24-38.
- กิตติศักดิ์ ซาไมล์. (2562). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิตโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับผังมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- กิติมา ปรีดีติติก. (2549). *ทฤษฎีบริหารองค์การ*. กรุงเทพฯ: ธารการพิมพ์.

- กิตติยา เกษลี. (2559). *การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่อง ระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร.
- กฤษพรีย์ เพ็ชรทวีพรเดช. (2550). *สื่อยอดวิธีสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่*. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- กุลธิดาจุ่มอั้งวะ, พิทักษ์ วงษ์ชาติ และกุลวดี สุวรรณไตรย์. (2562). การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด*, 14(1), 15-26.
- จิตรแก้ว พงษ์ไชย และเพ็ญวรา ชูประวัติ. (2562). *กรอบแนวคิดกระบวนการพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพด้านสะเต็มศึกษา*. เข้าถึงได้จาก *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*: <https://so01.tcithaijo.org/index.php/OJED/article/view/192467/152576> 13 มิถุนายน 2560.
- ฉันทนาพร แสงสุทธิเศรษฐ์, ศุภชัย ทวี และจิรพรรณ เทียนทอง. (2562). การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะไอออนิก ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังแนวคิด. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 14(3), 107-120.
- ชนินันท์ พฤกษ์ประมุล. (2555). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชา วช 652 การประเมินเพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิทยาศาสตร์การศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยยงค์ พรหมวงษ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-20.
- ชัยฤทธิ์ ศิลาดเดช. (2545). *คู่มือการเขียนแผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญระดับประถมศึกษา (ฉบับปรับปรุงใหม่)*. กรุงเทพฯ: แม็ค.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2555). *80 นวัตกรรม การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตเซอร์โพรเซสซิ่ง.

- ชุตติมา ธนาวัฒน์นกร. (2563). การพัฒนาการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E โดยใช้สื่อประสม เรื่อง ซอฟต์แวร์ประมวลผลคำ (Microsoft word 2013) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 3(7), 9-23.
- ไชยย์ณห์ ชาญปริชาร์ตน์. (2543). *ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีผลต่อการวัดการเรียนการสอนของโรงเรียนเทคโนโลยีภาคตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัดขอนแก่น*. รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ณัฐกานต์ เทพบำรุง และจรินทร์ อุ่มไกร. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสริมสามมิติ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านตรอกสะเดา. *วารสารโครงการวิทยการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 2(1), 29-35.
- ณัฐธิดา นาคเสน, ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิติธาร ชูทรัพย์. (2563). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง พลังงานในชีวิตประจำวัน สำหรับชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 43(2), 31-42.
- ณัฐวุฒิ ศิริระชา, ภัทรภร ชัยประเสริฐ และเชษฐ ศิริสวัสดิ์. (2564). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ชั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 49(4), 1-13.
- ทรายแพรว ไชยมีชชิม, พจมาน ชำนาญกิจ และอุษา ปราบหงษ์. (2563). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการใช้สมองเป็นฐาน ร่วมกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) นำเพื่อชีวิตและอากาศรอบตัวเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 12(34), 11.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2559). ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ Professional Science Teachers. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์การเรียนรู้ทางไกลเชิงนวัตกรรม (e-JODIL)*, 6(1), 159-173.
- ทิศนา แคมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 17). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ธนัทพงษ์ วังทะพันธ์, พลอยทราย โอสยาม่า และวนิดา วอนสวัสดิ์. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารชีวโมเลกุล. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 17(3), 195–202.
- ธารทิพย์ ช้วนา และขวัญชัย ช้วนา. (2562). สะเต็มศึกษาเพื่อการจัดการเรียนรู้สู่ทักษะการทำงานในศตวรรษที่ 21. *วารสารบัณฑิตศึกษา*, 16(73), 1–12.
- ธีวารินทร์ เขี่ยมสุวรรณ, กิตติมา พันธุ์พุกษา และนพมณี เชื้อวัชรินทร์. (2562). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสตอรี่ไลน์ร่วมกับวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง พันธุกรรมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต. *ศึกษาศาสตร์สารมหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 3(2), 11–23.
- นรินทร์ชนก โสภา, ถาดทอง ปานศุภวัชร และนิติธาร ชูทรัพย์. (2561). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่อง พลังงานแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 10(29), 111–119.
- นันทวัน พัวพันธ์. (2562). การพัฒนารายวิชาการสอนแนวใหม่ที่ส่งเสริมความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ : การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์แบบมีส่วนร่วม. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นาถนรินทร์ เพทายเทียมทอง, บัญญัติ ชำนาญกิจ และนवलศรีชำนาญกิจ. (2556). การพัฒนาหลักสูตรเสริมสมรรถนะการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 8(24), 73–88.
- นิชกานต์ สฤณีไพศาล, ภัทรภร ชัยประเสริฐ และปริญญา ทองสอน. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับสูง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(3), 113–126.

- บรรณรักษ์ คุ่มรักษา และเพชรลัดดา รักษากิจ. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ด้วยการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐาน เรื่อง สมบัติของดินสำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเทศบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดสุราษฎร์ธานี.
วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 10(1),
14-29.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน* (พิมพ์ครั้งที่2). กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
_____. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
_____. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปฐมรัฐ คุหา, กิตติมา พันธุ์พุกษา, เชษฐ ศิริสวัสดิ์ และสมศิริ สิงห์ลพ. (2562). ผลของ
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการจัดการเรียนการสอน
แบบเน้นมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยาและ
ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 21(4), 198-211.
- ปณิธาน มั่นคง และเดชา ศุภพิทยาภรณ์. (2018). การคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชา
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการเรียนโดยใช้แผนผัง
เชิงโต้แย้ง. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(4), 129-143.
- ปนัดดา ยอดระบำ. (2544). *ความพึงพอใจในวิชาการสอนงานเกษตรของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด
ตรัง*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ: สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.
- ปาลิตา สุขสำราญ และวาริรัตน์ แก้วอุไร. (2560). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมจิตวิทยาศาสตร์และทักษะการ
แก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัย
นเรศวร*, 21(3), 153-166.
- เพชฌู กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
(E₁/E₂). *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 7(12), 44-52.
- พิชิต ฤทธิจรรณ. (2552). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5), กรุงเทพฯ:
แฮร์สออฟ เคอร์ มีสท์.

- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). *การสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- _____. (2552). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มนตรี จุฬาวัดทนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม. *นิตยสาร สสวท*, 42(185), 16.
- ยุพา สำเลิศรัมย์ และกมลทิพย์ ศรีหาเศษ. (2560). การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวข้อสอบในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA). *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, 19(2), 21–34.
- เยาวพา สีธรรม, อนันต์ ปานศุภวัชร และกุลวดี สุวรรณไตรย์. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง หิน และการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 11(30), 75.
- เยาวเรศ ปรีวันตา, อรัญ ชูยกระเดื่อง และเนตรชนก จันทร์สว่าง. (2555). การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *ว.มรม. มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 6(3), 117–126.
- รสสุคนธ์ อินทฤาการ สวัสดิ์วงศ์ชัย. (2562). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่องแรงและความดันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*.
- รัฐพล ประดับเวทย์. (2560). แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีตามแนวคิดอนุกรมวิธานของบลูม. *วารสารวิชาการ Veridian E – Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์*, 10(3), 1051–1065.

- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่น.
- ฤทธิญา นามเกต, ถาดทอง ปานศุภวัชร และอนันต์ ปานศุภวัชร. (2561). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแผนผังความคิด เรื่องวัสดูรอบตัวกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 10(28), 137-150.
- ลีลลา อุดุลยศาสน์. (2561). ผลของการพัฒนาความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิธีสอนและเนื้อหาที่สอน (TPACK) ของนักศึกษาครุสาขาวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 13(1), 115-128.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2544). *การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วรรณิ โสมประยูร. (2537). *การสอนภาษาไทยระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- วรารภรณ์ ช้วนนุกิจ. (2544). *ความพึงพอใจต่อการเสนอข่าวการเมืองของสถานีโทรทัศน์ไอทีวีของผู้ชมในกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิรัชชณา จิตรรักศิลป์. (2560). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรง การเคลื่อนที่และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- วิไลลักษณ์ โภคาพานิชย์. (2559). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงการเคลื่อนที่ และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- วีระพันธ์ เจริญลิขิตกวิน และนิพัทธา ชัยกิจ. (2563). ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 20(2), 154-165.

- วีระยุทธ พรพจน์ธนาต. (2558). ปัญหาการศึกษาไทย : การสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 15(2), 48-55.
- ศักดิ์ศรี สืบสิงห์. (2564). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครูระดับประถมศึกษาในจังหวัดร้อยเอ็ด. *วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 21(1), 117-188.
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สกล มุลแสดง. (2554). *สัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์ Seminar in Science Teaching*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2542). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การคำครุสภา.
- _____. (2555). *ครูวิทยาศาสตร์ มืออาชีพ แนวทางสู่การเรียนรู้การสอนที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ต ดูเคชั่น ซัพพลายส์.
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาต. (2551). การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ. *ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์*, 8(2), 28-38.
- สมชาย วรภิเษมสกล. (2555). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). อุดรธานี: โรงพิมพ์อักษรศิลป์.
- สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์. (2549). *เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง*. กรุงเทพฯ: อักษร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิริพร อินทสนธิ. (2563). โควิด - 19 : กับการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษา รายวิชา การเขียนโปรแกรมเว็บ. *วารสารวิทยาการจัดการปริทัศน์*, 22(2), 203-214.
- สุทธิวรรณ พิรศักดิ์โสภณ. (2561). *การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. เข้าถึงได้จาก <http://www.mathayom9.go.th/nitad/analyze/achiev-1.pdf>. 14 เมษายน 2564.

- สุภกิจ ไสท์ท. (2558). *การวัดและประเมินผลการศึกษา*. นนทบุรี: ปัญญา ปัญญา
พรีนติ้งกรุ๊ป.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2556). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- อนุพร ทิพย์สิงห์, ถาดทอง ปานศุภวัชร และอุปถัมภ โปธิกนิษฐ. (2559). การพัฒนาการ
คิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา กลุ่ม
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะ
หาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคหมวกหกใบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 8(22),
161-172.
- อัจฉรา สีสุทอง และขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. (2564). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้การ
อ่านและการเขียนภาษาอังกฤษ : TPACK-KWL Plus Model. *วารสารศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 44(1), 107-122.
- อับดุลเลาะ อุมาร์, ณัฐินี โมพันธ์, อาฟีฟี ลาเต๊ะ และอุสมาน สารี. (2562). ผลของการ
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เรื่อง สมดุลเคมี ที่มีต่อแบบจำลองทาง
ความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี*, 30(1),
181-194.
- อารมณั เทียนพิทักษ์. (2528). *องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการสอนของนิสิต
ฝึกประสบการณ์วิชาชีพ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Ansari, I. (2019). The 5Es inquiry-based Lesson plan activities and the Preservice
Science Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)
Development. *Journal of Research & Method in Education*, 9(5), 58-64.
- Cakiroglu, U., Guven, O. & Saylan, E. (2020). Flipping the experimentation process:
influences on science process skills. *Educational Technology Research and
Development*, (68), 3425-3448.
- Fokides, E., Atsikpasi, P. & Karageorgou, D. (2020). Tablets, Plants, and Primary
School Students: A Study. *Technology, Knowledge and Learning*, 25,
621-649.

- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). *Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching*. New York: KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge : A Framework for Teacher Knowledge. *Teacher College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Mishra, P., Koehler, M. J., & Kereluik, K. (2009). Looking back to the future of educational technology. *TechTrends*, 53(5), 48–53.
- Phattaraporn, P., Patcharin, P., & Niwat, S. (2021). Preservice science teachers' emerging pedagogy of mobile game integration: a tale of two cohorts improvement study. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 16(16), 1–27.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4–14.
- Sukardiyono, Rosana, D., & Dwandaru, W. S. B. (2019). Measuring Junior High School Students' Science Learning and Science Process Skills through an Integrated Science Instructional Assessment. *Journal of Turkish Science Education*, 16(4), 467–477.
- Yildirim, I., & Bakirci, H. (2019). The Effect of Common Knowledge Construction Model Based Science Education on Entrepreneurship Skills of Secondary School Students. *International Journal of Progressive Education*, 15(6), 134–150.
- Zorlu, F., & Zorlu, Y. (2017). Comparison of Science Process Skills with Stem Career. *Universal Journal of Educational Research*, 5(12), 2117–2124.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
2. หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
3. หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
4. หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย
5. หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิจัย
6. รายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. นางเพชรพรรณ มีหนองหว่า
ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล
2. นางเกตุวดี ยะสะกะ
ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล
3. ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๖๓๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๘ กรกฎาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางพชรวรรณ มีหนองหว้า

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายเจษฎากร บุญแสน รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๘ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานคูแก้ว เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อให้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วโร เพ็งสวัสดิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายเจษฎากร บุญแสน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๐๘๔๓ ๙๙๒๙

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๖๓๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๘ กรกฎาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางเกตุดี ยะสะกะ

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายเจษฎากร บุญแสน รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๘ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วโร เพ็งสวัสดิ์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายเจษฎากร บุญแสน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๐๘๔๓ ๙๙๒๙

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๖๓๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๘ กรกฎาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายเจษฎากร บุญแสน รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๘ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วโร เพ็งสวัสดิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๕๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๕๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายเจษฎากร บุญแสน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๐๘๔๓ ๙๙๒๙

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



COA NO. ๑๔๘/๒๕๖๕

IEC NO. HE ๖๕-๑๑๗

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK (Development of Science Process Skills and Learning Achievement of Mathayomsuksa ๒ Students on the Topic of Earth and Change by using Inquiry Model (๕Es) with TPACK)

หัวหน้าโครงการวิจัย : นายเจษฎากร บุญแสน

ผู้ร่วมโครงการวิจัย : ๑. รองศาสตราจารย์ อนันต์ ปานศุภวัชร
๒. อาจารย์ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง

๑. แบบขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
๒. แบบฟอร์มโครงการวิจัย
๓. ประวัติผู้วิจัย/ผู้ร่วมวิจัย
๔. เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (สำหรับตอบแบบสอบถาม-เด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๕. เอกสารชี้แจงผู้ปกครองของอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (สำหรับตอบแบบสอบถาม-เด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๖. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๗. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับผู้ปกครองเด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๘. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - ๘.๑ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - ๘.๒ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - ๘.๓ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK

ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption Review) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

รับรอง ณ ๑๖ พฤศจิกายน ๒๕๖๕
วันหมดอายุ ๑๖ พฤศจิกายน ๒๕๖๖
รายงานความก้าวหน้า -

สุพัสณี คุปตะบุตร
(นางสาวสุพัสณี คุปตะบุตร)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๑๑๐๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนโยธาตุงเมือง
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๒ พฤศจิกายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายเจษฎากร บุญแสน รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๘ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย เพื่อหาความเชื่อมั่นในการศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ใบรับรอง ๑๔๘/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๑๖ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๕ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์ท่านอนุญาตให้นักศึกษาทำการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายเจษฎากร บุญแสน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๐๘๔๓ ๙๙๒๙



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๕๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๔ มกราคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายเจษฎากร บุญแสน รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๘ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้น ร่วมกับ TPACK” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption Review) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากลเลขที่รับรับรอง ๑๔๘/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๑๖ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๕ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนวิสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายเจษฎากร บุญแสน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๐๘๔๓ ๙๙๒๙

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย

1. ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
2. ผลการประเมินความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
3. ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
4. ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
5. ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. ผลการประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

ตาราง 11 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ด้านองค์ประกอบของแผน						
1. กำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง ครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. เขียนสาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และบ่งบอกถึงสิ่งสำคัญของเรื่องที่จะสอนได้ชัดเจน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผนสอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4. มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ครบ ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						
5. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ของหลักสูตร	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6. เนื้อหามีความน่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำความรู้ไปใช้ได้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการศึกษา	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
9. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11. กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้						
13. มีสื่อประกอบที่หลากหลายน่าสนใจทันสมัย และเตรียมได้ง่าย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15. สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16. สื่อและอุปกรณ์การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถนำวิธีการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	ค่า IOC	สรุป
	1	2	3			
ด้านการวัดผลและประเมินผล						
17. วิธีการวัดผล ประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
19. มีการวัดและการประเมินผลด้วยรูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล ประเมินผลมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ตรงตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
เฉลี่ยรวม					1	ใช้ได้

ตาราง 12 ผลการประเมินความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แผนการจัดการ เรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1. ระบุโครงสร้างภายใน ของโลกได้	แผนที่ 1 โครงสร้างภายใน โลก	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. อธิบายลักษณะและ โครงสร้างของโลก							
3. สามารถสร้าง แบบจำลองโครงสร้าง โลกได้							
4. อธิบายกระบวนการ การ ผูกพันอยู่กับที่ การกร่อน และการสะสมตัวของ ตะกอนได้	แผนที่ 2 กระบวนการ เปลี่ยนแปลงทาง ธรณีวิทยาบนผิว โลก	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5. อธิบายผลของ กระบวนการผูกพันอยู่กับ ที่ การกร่อน และการ สะสมตัวของตะกอนได้							
6. อธิบายความแตกต่าง ของการผูกพันทาง กายภาพและทางเคมี ของหินได้อย่างถูกต้อง							
7. อธิบายกระบวนการ การ เกิดดินได้	แผนที่ 3 ดิน ชั้นดิน และหน้า ตัดดิน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8. อธิบายลักษณะชั้นหน้า ตัดดินได้							

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แผนการจัดการ เรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
9. ระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมี ลักษณะและสมบัติ แตกต่างกันได้	แผนที่ 3 ดิน ชั้นดิน และหน้า ตัดดิน						
10. อธิบายปัจจัยและ กระบวนการเกิดแหล่งน้ำ ผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน	แผนที่ 4 แหล่งน้ำผิวดินและ แหล่งน้ำใต้ดิน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11. อธิบายการใช้ ประโยชน์และการอนุรักษ์ แหล่งน้ำในท้องถิ่นได้							
12. อธิบายสาเหตุการเกิด น้ำท่วม แผ่นดินถล่ม การ กัดเซาะชายฝั่งได้	แผนที่ 5 ภัยธรรมชาติจากน้ำ ท่วม แผ่นดินถล่ม และการกัดเซาะ ชายฝั่ง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13. อธิบายผลกระทบที่ เกิดจากน้ำท่วม แผ่นดิน ถล่ม การกัดเซาะชายฝั่งได้							
14. สร้างแบบจำลองเพื่อ อธิบายกระบวนการ การเกิดน้ำท่วมแผ่นดิน ถล่มการกัดเซาะชายฝั่งได้							
15. อธิบายสาเหตุการเกิด หลุมยุบและแผ่นดินทรุด	แผนที่ 6 ภัยธรรมชาติจาก หลุมยุบและ แผ่นดินทรุด	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16. อธิบายผลกระทบที่ เกิดจากหลุมยุบและแผ่น ดินทรุด							

ตาราง 12 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แผนการจัดการ เรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
17. สร้างแบบจำลอง เพื่ออธิบายกระบวนการ การเกิดหลุมยุบและแผน ดินทรุด	แผนที่ 6 ภัยธรรมชาติจาก หลุมยุบและแผ่นดิน ทรุด						
เฉลี่ยรวม						1	ใช้ได้

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบวัด
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
จำนวน 40 ข้อ

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	1	3	1	ใช้ได้
4	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
7	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
19	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
25	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
37	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
38	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ
 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 40 ข้อ

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
15	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
24	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
34	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
35	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
40	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
1	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
2	0.57	ยากพอเหมาะ	0.35	พอใช้
3	0.37	ค่อนข้างยาก	0.53	ดี
4	0.54	ยากพอเหมาะ	0.53	ดี
5	0.57	ยากพอเหมาะ	0.47	ดี
6	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
7	0.54	ยากพอเหมาะ	0.41	ดี
8	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
9	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.35	พอใช้
10	0.51	ยากพอเหมาะ	0.47	ดี
11	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.53	ดี
12	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
13	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
14	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.35	พอใช้
15	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
16	0.37	ค่อนข้างยาก	0.41	ดี
17	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
18	0.57	ยากพอเหมาะ	0.35	พอใช้
19	0.54	ยากพอเหมาะ	0.41	ดี
20	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.35	พอใช้
21	0.37	ค่อนข้างยาก	0.41	ดี
22	0.54	ยากพอเหมาะ	0.41	ดี
23	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
24	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
25	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
26	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
27	0.57	ยากพอเหมาะ	0.35	พอใช้
28	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
29	0.51	ยากพอเหมาะ	0.47	ดี
30	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้
สูตร KR-20 เท่ากับ 0.85

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
1	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
2	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
3	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
4	0.57	ยากพอเหมาะ	0.47	ดี
5	0.37	ค่อนข้างยาก	0.41	ดี
6	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
7	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
8	0.34	ค่อนข้างยาก	0.47	ดี
9	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.35	พอใช้
10	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.35	พอใช้
11	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
12	0.57	ยากพอเหมาะ	0.47	ดี
13	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.35	พอใช้
14	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.35	พอใช้
15	0.57	ยากพอเหมาะ	0.41	ดี
16	0.34	ค่อนข้างยาก	0.59	ดี
17	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
18	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
19	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
20	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.35	พอใช้
21	0.51	ยากพอเหมาะ	0.47	ดี
22	0.37	ค่อนข้างยาก	0.47	ดี
23	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
24	0.37	ค่อนข้างยาก	0.47	ดี

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
25	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
26	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.41	ดี
27	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
28	0.57	ยากพอเหมาะ	0.47	ดี
29	0.34	ค่อนข้างยาก	0.47	ดี
30	0.57	ยากพอเหมาะ	0.47	ดี

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20
เท่ากับ 0.85

ตาราง 17 ผลการประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามความพึงพอใจ
ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลก
และการเปลี่ยนแปลง

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						
1. เนื้อหาที่ใช้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. เนื้อหามีความชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. เนื้อหาถูกต้องครบตามวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4. เนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาเรียน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
6. กิจกรรมมีสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7. กิจกรรมมีความน่าสนใจ สนุก กระตุ้นการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8. กิจกรรมเน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9. กิจกรรมส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10. กิจกรรมมีการใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม	+1	+1	1	3	1	ใช้ได้
ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้						
11. สื่อและอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้						
12. สื่อและอุปกรณ์ส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้						
14. ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหาและกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15. ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับค้นคว้าอย่างเหมาะสมและเพียงพอ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านการวัดและประเมินผล						
16. การวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมทุกด้าน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18. เปิดเผยคะแนนที่ได้จากการวัดผล	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
19. การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
เฉลี่ยรวม					1	ใช้ได้

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
4. ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน							คะแนน สอบหลัง เรียน (60) E ₂
	แผน 1 (50)	แผน 2 (50)	แผน 3 (50)	แผน 4 (50)	แผน 5 (50)	แผน 6 (50)	รวม (300) E ₁	
1	48	46	48	43	44	45	274	56
2	41	40.5	44	42	41.5	40	249	50
3	38	34	36	34	35	32	209	40
4	42	40	43.5	40	40	39	244.5	49
5	43.5	42	41.5	40	40.5	40	247.5	52
6	44	42	45	40	41.5	43	255.5	51
7	47.5	45	47	42	43	44	268.5	56
8	46.5	43	45	40	41.5	43	259	52
9	40	39	41	39	39	38	236	46
10	39.5	37.5	37	35	36	35	220	40
11	45	42.5	46	41	42.5	43	260	53
12	42	40.5	41.5	40	40.5	40	244.5	50
13	42.5	42	44	41.5	41	41.5	252.5	49
14	44	41	45	42.5	40	41.5	254	50
15	40	39	41	40	40	37	237	48
16	46	44	45.5	42	43.5	41	262	53
17	45	43.5	45	41	42.5	40	257	53
18	47.5	45	47.5	43	43	44	270	55
19	40	39	41	39	39	37	235	46
20	40	38.5	40	37	39	36	230.5	43
21	43	41.5	45.5	42	41.5	40	253.5	48

ตาราง 18 ต่อ

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน							คะแนน สอบ หลัง เรียน (60) E ₂
	แผน 1 (50)	แผน 2 (50)	แผน 3 (50)	แผน 4 (50)	แผน 5 (50)	แผน 6 (50)	รวม (300) E ₁	
22	40	39.5	41.5	40	39	38	238	45
23	42	40	44.5	40	40	41	247.5	49
24	41	40	44	40	41	40	246	49
25	38	34	36	34	35	33	210	39
26	40	38	39	36.5	35	35	223.5	44
27	40	39.5	41.5	39	39	39.5	238.5	46
28	40	38	39.5	36.5	36	36	226	45
29	42	40	43	40	41	39.5	245.5	48
30	42	40	44.5	40	41	40	247.5	49
31	45	42.5	45	41	42	43	258.5	50
32	46	44	45.5	42	43	43	263.5	52
รวม	1361	1301	1374	1273	1286.5	1268	7863.5	1556
เฉลี่ย	42.53	40.65	42.93	39.78	40.20	39.62	245.73	48.625
S.D.	2.84	2.81	3.15	2.41	2.51	3.24	16.31	4.39
ร้อยละ	85.06	81.31	85.87	79.56	80.40	79.25	81.91	81.04
$E_1/E_2 = 81.91/81.04$								

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ผลต่างของคะแนนระหว่างก่อน เรียนและหลังเรียน	
	คะแนนก่อนเรียน 30 คะแนน	คะแนนหลังเรียน 30 คะแนน	D	D ²
1	16	29	13	169
2	13	25	12	144
3	8	19	11	121
4	13	24	11	121
5	12	26	14	196
6	13	24	11	121
7	17	28	11	121
8	14	26	12	144
9	10	23	13	169
10	5	20	15	225
11	15	27	12	144
12	13	26	13	169
13	12	25	13	169
14	12	24	12	144
15	10	23	13	169
16	13	27	14	196
17	13	27	14	196
18	15	28	13	169
19	10	23	13	169
20	8	22	14	196
21	13	24	11	121

ตาราง 19 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์		ผลต่างของคะแนนระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียน	
	คะแนนก่อนเรียน 30 คะแนน	คะแนนหลังเรียน 30 คะแนน	D	D ²
22	9	22	13	169
23	12	24	12	144
24	12	25	13	169
25	7	20	13	169
26	8	22	14	196
27	11	23	12	144
28	10	23	13	169
29	13	24	11	121
30	12	25	13	169
31	13	25	12	144
32	13	26	13	169
รวม	375	779	404	5136
เฉลี่ย	11.72	24.34	t=66.74	
S.D.	2.70	2.37		
ร้อยละ	39.06	81.14		

** ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01, df 31 = 2.45

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ผลต่างของคะแนนระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียน	
	คะแนนก่อนเรียน 30 คะแนน	คะแนนหลังเรียน 30 คะแนน	D	D ²
1	14	27	13	169
2	10	25	15	225
3	6	21	15	225
4	11	25	14	196
5	9	26	17	289
6	9	27	18	324
7	10	28	18	324
8	10	26	16	256
9	8	23	15	225
10	5	20	15	225
11	11	26	15	225
12	9	24	15	225
13	9	24	15	225
14	10	26	16	256
15	7	25	18	324
16	13	26	13	169
17	10	26	16	256
18	10	27	17	289
19	8	23	15	225
20	5	21	16	256
21	9	24	15	225

ตาราง 20 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		ผลต่างของคะแนนระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียน	
	คะแนนก่อนเรียน 30 คะแนน	คะแนนหลังเรียน 30 คะแนน	D	D ²
22	6	23	17	289
23	8	25	17	289
24	9	24	15	225
25	3	19	16	256
26	6	22	16	256
27	6	23	17	289
28	7	22	15	225
29	10	24	14	196
30	8	24	16	256
31	8	25	17	289
32	10	26	16	256
รวม	274	777	503	7959
เฉลี่ย	8.56	24.28	t=68.35	
S.D.	2.32	2.15		
ร้อยละ	28.54	80.93		

** ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01, df 31 = 2.45

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและประเมินผล					\bar{X}	S.D.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.22
2	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	0.57
3	4	4	4	3	4	5	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	5	4	3	4	0.62	
4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	0.49
5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	0.51	
6	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	3	5	5	5	4	4	5	0.61	
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	0.37	
8	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	0.50	
9	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	0.50	
10	4	4	5	3	4	5	3	3	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	0.67	
11	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	0.44	
12	5	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	0.49	
13	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	0.51	

ตาราง 21 (ต่อ)

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและประเมินผล					\bar{X}	S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
14	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	0.51
15	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	0.51
16	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	3	5	0.57
17	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	0.47
18	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	0.49
19	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	5	4	4	4	0.55
20	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4	5	3	4	5	5	5	4	4	0.60
21	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	0.37
22	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	0.41
23	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	0.51
24	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	0.52
25	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	0.50
26	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	0.47
27	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	0.50
28	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	0.49
29	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	0.46

ตาราง 21 (ต่อ)

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและประเมินผล					\bar{X}	S.D.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
30	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	0.51
31	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	3	5	0.57
32	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	0.47
รวม	147	146	142	133	141	150	145	146	143	145	150	145	145	145	137	148	152	152	150	141		
เฉลี่ย	4.59	4.56	4.44	4.16	4.41	4.69	4.53	4.56	4.47	4.53	4.69	4.53	4.53	4.53	4.28	4.63	4.75	4.75	4.69	4.41		
S.D.	0.56	0.56	0.50	0.57	0.50	0.47	0.62	0.62	0.51	0.57	0.47	0.57	0.62	0.51	0.63	0.49	0.44	0.44	0.47	0.61		
เฉลี่ย รายด้าน	$\bar{X} = 4.43$ S.D. = 0.56					$\bar{X} = 4.56$ S.D. = 0.56					$\bar{X} = 4.51$ S.D. = 0.57					$\bar{X} = 4.64$ S.D. = 0.51						
เฉลี่ย รวม	$\bar{X} = 4.54$ S.D. = 0.55																					

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPAC เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 แผน
2. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ
4. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับ TPACK จำนวน 20 ข้อ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง

เวลา 18 ชั่วโมง

เรื่อง โครงสร้างภายในโลก

เวลา 2 ชั่วโมง

วัน เดือน พ.ศ.....

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

ผู้สอน นายเจษฎากร บุญแสน

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน

ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม.2/4 สร้างแบบจำลองที่อธิบายโครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมีจากข้อมูลที่รวบรวมได้

2. สาระการเรียนรู้

โครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี

3. สาระสำคัญ

โครงสร้างแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีได้ 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก ประกอบด้วยธาตุซิลิกอนและอะลูมิเนียม เนื้อโลก ประกอบด้วย ธาตุซิลิกอน แมกนีเซียม และเหล็ก และแก่นโลก ประกอบด้วยธาตุ เหล็ก และนิกเกิล

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ความสามารถ ดังนี้

4.1 ด้านความรู้

- 1) ระบุโครงสร้างภายในของโลกได้
- 2) อธิบายลักษณะและโครงสร้างของโลก
- 3) สามารถสร้างแบบจำลองโครงสร้างโลกได้

4.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 1) ทักษะการสังเกต

- 2) ทักษะการจำแนกประเภท
- 3) ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล
- 4) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1) มีวินัย
- 2) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 3) ใฝ่เรียนรู้

4.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร
- 2) ความสามารถในการคิด
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับ TPACK มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

กิจกรรมการเรียนรู้ (ชั่วโมงที่ 1)

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)

1. ทักทายกับนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง เรื่อง โครงสร้างภายในโลก เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กิจกรรม

2. ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับ ลักษณะของโลก องค์ประกอบของโลกกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โดยยกเอาสิ่งใกล้ตัวที่นักเรียนเคยเห็นหรือรู้จัก

- นักเรียนคิดว่า “โลกของเรามีลักษณะของโลกเป็นอย่างไร”

(แนวตอบ: โลกมีลักษณะเป็นทรงกลมและมีบรรยากาศปกคลุมผิวโลก เป็นชั้นบาง ๆ)

จากนั้นครูก็อธิบายต่อไปว่า โลกเรามีลักษณะดังที่นักเรียนตอบมาแล้ว เสริมต่อไปว่า ที่ผิวโลกก็มีลักษณะแตกต่างกันออกไป บางแห่งเป็นพื้นทวีป (พื้นดิน) บางแห่ง

เป็นมหาสมุทร (น้ำทะเล) ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้คือส่วนที่เป็นผิวโลก แต่ภายในโลกเป็นบริเวณที่เราไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรงต้องอาศัยการเจาะสำรวจ จากนั้นครูก็โยนเข้าสู่คำถามถัดไป

3. ครูถามกับนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่า “ภายในโลกของเรามีลักษณะเป็นอย่างไร”

(แนวตอบ: เป็นคำตอบปลายเปิด นักเรียนสามารถตอบได้หลายคำตอบภายในโลกแบ่งออกเป็นสามส่วนได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก แก่นโลก ภายในโลกมีหลากหลายสถานะใต้โลกมีความดันและความร้อนสูงเป็นแมกมา)

จากนั้นครูอธิบายต่อไปว่า มนุษย์ได้มีการศึกษาขุดเจาะโลกเพื่อสำรวจลักษณะภายในโลก โดยถามต่อไปว่านักเรียนคิดว่าประเทศใดที่มีการขุดเจาะโลกได้ลึกที่สุด

(แนวตอบ: ประเทศรัสเซีย)

4. ให้นักเรียนดูวิดีโอ การขุดเจาะหลุม Kola Superdeep Borehole (KSDB) (<https://www.youtube.com/watch?v=Ol774foAuf8>) 10.14 นาที (แล้วให้นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับคลิปวิดีโอที่ได้รับชม)

(แนวตอบ: Kola Superdeep Borehole (KSDB) เป็นหลุมเจาะที่มีระดับความลึกจากผิวโลกมากที่สุดประมาณ 12 กิโลเมตรจากระดับผิวโลก การขุดเจาะหลุมได้หยุดชะงักลง เนื่องจากประสบปัญหาเกี่ยวกับอุณหภูมิและความดันภายในโลกที่สูงมาก นักวิทยาศาสตร์ได้ข้อมูลจากการหลุมเจาะมากมาย เช่น มีการพบหินชนิดต่าง ๆ น้ำและแก๊สชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ภายในโลก ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ นี้เป็นหลักฐานสำคัญที่นำมาใช้สนับสนุนว่าสสารภายในโลกมีสถานะทั้งของแข็งของเหลว และแก๊สและภายในโลกมีอุณหภูมิและความดัน)

ครูสนับสนุนว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูงและสสารภายในโลกมีหลายสถานะ เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ

5. ครูถามกับนักเรียนว่า นักเรียนรู้จักหรือเคยเห็น “น้ำพุร้อน บ่อน้ำพุร้อนหรือที่ญี่ปุ่นเรียกว่า ออนเซ็น ไหม” เมื่อนักเรียนตอบก็นำเข้าสู่คำถามถัดไป คือ แล้วน้ำพุร้อนนี้เกิดจากอะไร

(แนวตอบ: น้ำพุร้อนเกิดจากน้ำผิวดินที่ไหลซึมลงไปใต้ผิวดิน เข้าไปในพื้นที่ใต้ผิวดินที่มีอุณหภูมิสูงจากนั้นเมื่อมีการสะสมความร้อนมากขึ้น ๆ ก็มีการปะทุพุ่งขึ้นมาสู่ผิวดินเป็นระยะ ๆ กลายเป็นน้ำพุร้อน)

6. จากนั้นครูถามคำถามว่า มีหลักฐานใดอีกบ้างที่แสดงว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูงและสสารภายในโลกมีหลายสถานะ

(แนวคำตอบ: วงแหวนแห่งไฟ) ให้นักเรียนดูวิดีโอเกี่ยวกับ วงแหวนแห่งไฟ (<https://www.youtube.com/watch?v=siHWnu6Saxw>) 3.39 นาที ให้นักเรียนอภิปรายเพื่อสรุปข้อมูลที่ได้จากการดูวิดีโอ วงแหวนไฟ

(แนวคำตอบ: วงแหวนไฟ คือ ตำแหน่งที่มีการระเบิดของภูเขาไฟและมีการเกิดแผ่นดินไหวอยู่บ่อยครั้งซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ตรงบริเวณขอบทวีปรอบมหาสมุทรแปซิฟิก)

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับ TPACK

1. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความสนใจนักเรียน โดยให้นักเรียนคนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด ดังนี้

นักเรียนคิดว่าสิ่งรอบตัวมีอะไรบ้างที่มีลักษณะหรือส่วนประกอบคล้ายโลก

(แนวตอบ: ไข่ไก่ มะพร้าว อะโวคาโด หรือสิ่งที่คล้าย ๆ กัน)

ไข่ไก่ประกอบด้วยอะไรบ้าง

(แนวตอบ: เปลือกไข่ ไข่ขาว และไข่แดง)

เปลือกไข่ ไข่ขาว ไข่แดง เทียบได้กับส่วนประกอบใดของโลกบ้าง

(แนวตอบ : เปลือกไข่เทียบได้กับเปลือกโลก ไข่ขาวเทียบได้กับเนื้อโลก ไข่แดงเทียบได้กับแก่นโลก)

2. แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5-6 คน จากนั้นให้นักเรียนที่มีสมาร์ตโฟนโหลดแอป Merge Explorer จาก Google Play หรือ App Store เมื่อโหลดเสร็จแล้วคุณครูจะแจก Template สำหรับ Scan เพื่อทำ “กิจกรรมโครงสร้างภายในโลกมีลักษณะอย่างไร” โดยให้แต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้า ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบต่าง ๆ ของโลกที่เจอจากการทำกิจกรรม โดยในกิจกรรมจะอนุญาตให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีเพื่อศึกษาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น เว็บไซต์ หรือวิดีโอต่าง ๆ เพื่อทำสไลด์นำเสนอการสืบค้นข้อมูลและใบงานเรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลง

- ใช้คำสำคัญในการสืบค้นข้อมูลเช่นคำว่า การศึกษาโครงสร้างของโลก องค์ประกอบทางเคมีที่พบใน โครงสร้างภายในโลก โครงสร้างโลกที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี การแบ่งโครงสร้างภายในโลก

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าหน้าชั้นเรียน โดยใช้ Google Slides จะแบ่งกลุ่มนำเสนอแต่ละส่วนของเนื้อหา ซึ่งครูเป็นผู้เลือกว่าจะให้กลุ่มไหนนำเสนอเนื้อหาอะไร
2. ในระหว่างที่นักเรียนนำเสนอ ครูเสนอแนะหรือแทรกข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องนั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น
3. ครูตั้งประเด็นคำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบ ดังนี้ เปลือกโลกมีธาตุใดเป็นองค์ประกอบหลัก

(แนวตอบ: ซิลิคอน (Si) และอะลูมิเนียม (Al))

ชั้นใดของโลกที่มีธาตุเหล็กและนิกเกิล เป็นองค์ประกอบหลัก

(แนวตอบ: แก่นโลกส่วนใน และแก่นโลกส่วนนอก)

เมื่อหินหนืดออกมาสู่ชั้นเปลือกโลก เรียกว่าอะไร

(แนวตอบ: ลาวา)

4. ครูให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและจากการอภิปรายหน้าชั้นเรียนของเพื่อนในห้องลงในสมุดประจำตัวนักเรียน (สรุปในสมุดประจำตัวเป็นการบ้าน)

กิจกรรมการเรียนรู้ (ชั่วโมงที่ 2)

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน เพื่อทำอินโฟกราฟิกแบบจำลองโครงสร้างของโลก
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาโครงสร้างของในหนังสือเรียน สไลด์นำเสนอของเพื่อนแต่ละกลุ่มที่ได้ศึกษาชั่วโมงก่อน สื่อออนไลน์ต่าง ๆ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสร้างแบบจำลองโครงสร้างโลก พร้อมทั้งอธิบายรูปร่างและลักษณะของโครงสร้างโลกได้

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้ในการใช้แอปพลิเคชันต่าง ๆ หรือองค์ความรู้ต่าง ๆ ที่กลุ่มตัวเองสอบค้นได้

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน ในระหว่างที่นักเรียนนำเสนอ ครูคอยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง

2. ครูถามคำถามท้ายกิจกรรม โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบ ดังนี้

โครงสร้างของโลกตามองค์ประกอบทางเคมีแบ่งได้เป็นกี่ชั้น อะไรบ้าง (แนวตอบ: 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก)

โครงสร้างของโลกแต่ละชั้นมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

(แนวตอบ: แตกต่างกัน เปลือกโลกมีธาตุซิลิคอนและอะลูมิเนียม เนื้อโลกมีธาตุซิลิคอน แมกนีเซียม และเหล็ก ส่วนแก่นโลกมีธาตุเหล็กและนิกเกิลเป็นองค์ประกอบ)

ประเมินแบบจำลองโครงสร้างของโลกของกลุ่มอื่นว่ามีความถูกต้องหรือไม่ อย่างไร

(แนวตอบ: ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูและนักเรียน)

3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของโลก ซึ่งได้ข้อสรุปร่วมกันว่า

“เปลือกโลกแบ่งเป็น 2 ประเภท คือเปลือกโลกทวีป และเปลือกโลกมหาสมุทร โครงสร้างภายในโลก พิจารณาตามองค์ประกอบทางเคมี สามารถแบ่งโครงสร้างโลกออกได้เป็น 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก แต่ละชั้นมีองค์ประกอบทางเคมีทั้งที่เหมือนกันและแตกต่างกันและแต่ละชั้นมีความหนาแตกต่างกัน เนื้อโลกมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นสารประกอบของธาตุซิลิคอน แมกนีเซียมและเหล็ก แก่นโลกแบ่งเป็น 2 ประเภท คือแก่นโลกชั้นนอกและแก่นโลกชั้นใน แก่นโลกทั้ง 2 ประเภทมีองค์ประกอบทางเคมีเหมือนกันคือเป็นโลหะผสมของธาตุเหล็กและนิกเกิล แก่นโลกชั้นนอกมีสถานะเป็นของเหลว และแก่นโลกชั้นในมีสถานะเป็นของแข็ง เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก มีความหนา อุณหภูมิความดันและความหนาแน่นแตกต่างกันโดยเรียงลำดับ

โครงสร้างโลกที่มีความหนา อุณหภูมิความดันและความหนาแน่นมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด
ได้แก่แก่นโลก เนื้อโลก และเปลือกโลก ตามลำดับ”

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

1. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเนื้อหาเกี่ยวกับ เรื่อง โครงสร้างของโลก และให้ความรู้เพิ่มเติมจากคำถาม ของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation)

1. ครูตรวจสอบผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 6
โลกและการเปลี่ยนแปลง เรื่อง โครงสร้างภายในโลก เพื่อตรวจสอบความเข้าใจก่อนเรียน
ของนักเรียน

2. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรม
การทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการปฏิบัติ
กิจกรรมหน้าชั้นเรียน

3. ครูตรวจสอบใบงานเรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลงและ สมุดประจำตัว
นักเรียนตามที่ได้ให้งานไว้

4. ครูประเมินชิ้นงาน อินโฟกราฟฟิกแบบจำลองโครงสร้างของโลก

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้	- ตรวจสอบแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน) - ตรวจสอบบันทึก กิจกรรม	- แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน (ก่อนเรียน-หลัง เรียน) - ใบบันทึกกิจกรรม	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2. ด้านทักษะ กระบวนการ	- ตรวจสอบแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	- แบบทดสอบวัด ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์- ใบกิจกรรม	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
3. ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์และ สมรรถนะของ ผู้เรียน	- ประเมินการ นำเสนอ ผลงาน/ผล การปฏิบัติกิจกรรม	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์และ สมรรถนะสำคัญ ของผู้เรียน	- ผ่านเกณฑ์ อยู่ในระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

7. ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. ใบงาน เรื่อง โครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี
2. แบบจำลองโครงสร้างภายในโลก
3. สมุดประจำตัวนักเรียน

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

1) หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 โลกและการเปลี่ยนแปลง

- 2) ใบกิจกรรมเรื่องโครงสร้างภายในของโลก
- 3) PowerPoint เรื่อง โครงสร้างภายในของโลก
- 4) แอป Merge Explorer
- 5) Template สำหรับ Scan ร่วมกับแอป Merge Explorer

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) อินเทอร์เน็ต

ใบความรู้เรื่อง โครงสร้างภายในโลก



โลกเป็นดาวเคราะห์ลำดับที่สามในระบบสุริยะที่เกิดขึ้นเมื่อประมาณ 4,600 ล้านปีมาแล้ว มีระยะห่างจากดวงอาทิตย์ ประมาณ 150 ล้านกิโลเมตร แกนโลกเอียงประมาณ 23.4 องศา โลกจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นตลอดเวลาตั้งแต่เริ่มต้น จนกระทั่งปัจจุบันและในอนาคต

ภาพประกอบที่ 1 โลกของเรา

ที่มา: <https://pxhere.com/th/photo/912001>

โลกของเรามีลักษณะเป็นทรงกลมรีและมีชั้นบรรยากาศปกคลุมผิวโลกอยู่เป็นชั้นบาง ๆ สามารถเห็นผิวโลกที่มีลักษณะแตกต่างกัน บางแห่งเป็นพื้นทวีป บางแห่งเป็นมหาสมุทร แต่ภายในยังเป็นบริเวณที่เราไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง ต้องอาศัยการเจาะสำรวจแต่เนื่องด้วยภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูงมาก ทำให้การขุดเจาะเพื่อทำการสำรวจในระดับลึกเป็นไปได้ด้วยความยากลำบาก

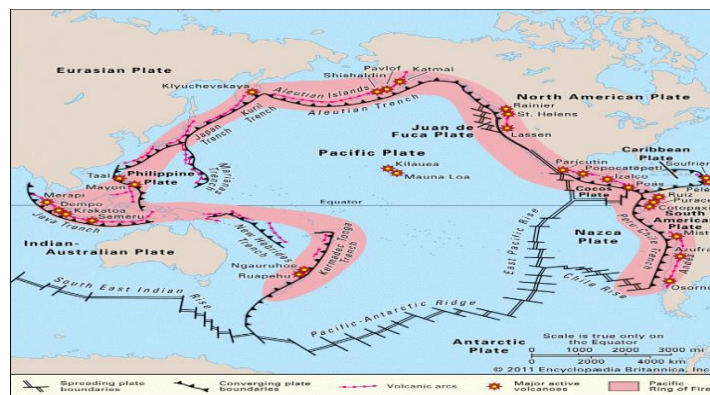


ภาพประกอบที่ 2 โครงการ Kola Superdeep Borehole

ที่มา: <https://www.catdumb.com/old/?p=906320>

ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ ในการศึกษาโครงสร้างลักษณะภายในโลกมนุษย์มีความพยายามในการขุดเจาะโลกเพื่อสำรวจลักษณะภายในโลก เช่น ประเทศรัสเซียได้มีโครงการขุดเจาะสำรวจลักษณะภายในโลก Kola Superdeep Borehole (KSDB) ซึ่งเป็นหลุมเจาะที่มีระดับความลึกจากผิวโลกมากที่สุดประมาณ

12 กิโลเมตรจากระดับผิวดิน การขุดเจาะหลุมได้หยุดชะงักลงเนื่องจากประสบปัญหาเกี่ยวกับอุณหภูมิและความดันภายในโลกที่มีค่าสูงและได้ยุติการขุดเจาะในปี ค.ศ. 1992 รวมเวลาขุดเจาะทั้งสิ้น 22 ปี ด้วยระดับความลึก 12,262 (12.26 กิโลเมตร) Kola Superdeep Borehole เป็นหลุมเจาะแนวตั้งที่ลึกที่สุดจากบนผิวโลก เพราะส่วนใหญ่การทำหลุมเจาะปิโตรเลียมจะเป็นในแนวทแยง จากการขุดเจาะหลุมนี้ นักวิทยาศาสตร์ได้ข้อมูลจากหลุมเจาะมากมาย เช่น มีการพบหิน น้ำ แก๊สชนิดต่าง ๆ อยู่ภายในโลก ซึ่งเป็นหลักฐานสำคัญที่นำมาสนับสนุนว่าสสารภายในโลกมีสถานะทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส



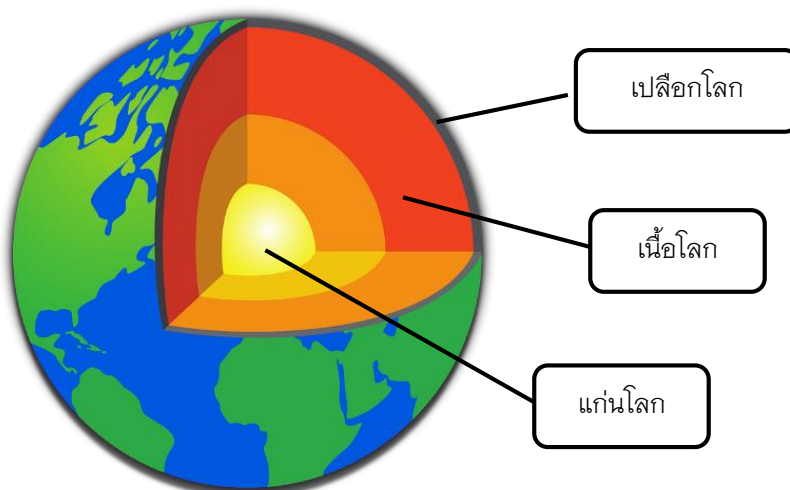
ภาพประกอบที่ 3 วงแหวนไฟ (Ring of Fire)

ที่มา: <https://ngthai.com/science/30670/ring-of-fire/>

หลักฐานที่สนับสนุนว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูงเช่น การระเบิดของภูเขาไฟที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งและเกิดขึ้นหลายบริเวณโดยเพราะบริเวณของทวีปรอบมหาสมุทรแปซิฟิกที่เรียก **วงแหวนไฟ** ภูเขาไฟที่เกิดขึ้นจากการปะทุของ **แมกมา** ซึ่งแมกมามีลักษณะเป็นสารเหลวร้อน อาจมีของแข็ง เช่น ผลึกแร่ เศษหิน และแก๊สรวมอยู่ด้วยการระเบิดของภูเขาไฟจึงเป็นหลักฐานสำคัญที่สนับสนุนว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูง และสสารภายในโลกมีหลายสถานะ

โครงสร้างของโลก

โลกกำเนิดจากการรวมตัวของอนุภาคจำนวนมากภายใต้แรงโน้มถ่วง มหาศาลจากอนุภาคเล็ก ๆ เป็นมวลขนาดใหญ่ขึ้นจนกลายเป็นดาวเคราะห์ในที่สุด โลกมีลักษณะเป็นทรงกลมรี โดยมีส่วนบนและส่วนล่างที่เป็นขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้แบนลงเล็กน้อย มีเส้นผ่านศูนย์กลางจากขั้วโลกเหนือถึงขั้วโลกใต้ยาวประมาณ 12,711 กิโลเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวเส้นศูนย์สูตรประมาณ 12,755 กิโลเมตร ขณะที่โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์นั้นแกนของโลกจะเอียงทำมุม 23 องศา นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการศึกษาโครงสร้างภายในของโลกจากคลื่นแผ่นดินไหว และทดลองปล่อยคลื่นความถี่ต่าง ๆ ลงไปใต้ผิวโลกและจับระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับ แล้วได้ข้อสรุปว่าโครงสร้างภายในของโลกตามองค์ประกอบทางเคมีออกเป็น 3 ส่วน คือ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก

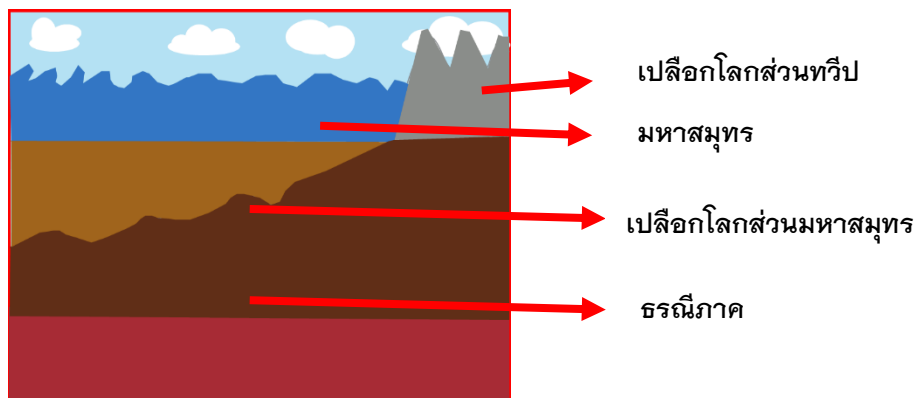


ภาพประกอบที่ 4 โครงสร้างภายในโลกตามองค์ประกอบทางเคมี

ที่มา: <https://pixabay.com/th/illustrations/โลก-ชั้น-ดิน-หิน-เปลือก-เสื้อคลุม-5660940/>

เปลือกโลก

เปลือกโลก (Crust) คือ พื้นผิวด้านนอกสุด มีความหนาราว 5 ถึง 70 กิโลเมตร ตามลักษณะภูมิประเทศ เช่น พื้นที่ราบ และเทือกเขาสูง เปลือกโลกเป็นชั้นที่บางที่สุดในชั้นโครงสร้างของโลก มีองค์ประกอบหลัก คือ ซิลิคอน (Si) และอะลูมิเนียม (Al) โดยเปลือกโลกนั้น ประกอบไปด้วย เปลือกโลกทวีป (Continental Crust) มีความหนา 35 ถึง 70 กิโลเมตร และเปลือกโลกมหาสมุทร (Oceanic Crust) หรือ ส่วนพื้นผิวโลกที่อยู่ใต้ท้องทะเล ซึ่งมีความหนาเพียง 5 ถึง 10 กิโลเมตร เนื่องจากเปลือกโลกมหาสมุทรมีความหนาแน่นน้อยกว่าเปลือกโลกทวีป ส่งผลให้เมื่อเปลือกโลกทั้ง 2 ชั้นกัน เปลือกโลกมหาสมุทรจะจมลง



ภาพประกอบที่ 5 โครงสร้างเปลือกโลกและส่วนประกอบ

ตารางที่ 1 ความหนาของเปลือกโลกและธาตุที่เป็นองค์ประกอบ

ประเภทเปลือกโลก	ความหนาของเปลือกโลก	ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก
เปลือกโลกทวีป	35 - 70 กิโลเมตร	ซิลิคอน, อะลูมิเนียม, ออกซิเจน
เปลือกโลกมหาสมุทร	5 - 10 กิโลเมตร	ซิลิคอน, แมกนีเซียม, ออกซิเจน

เนื้อโลก

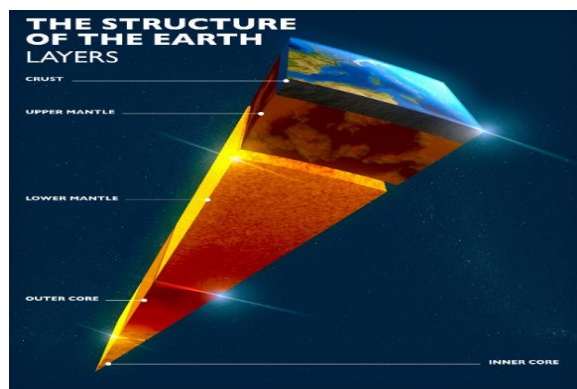
เนื้อโลก (Mantle) เป็นชั้นที่อยู่ถัดไปจากชั้นเปลือกโลกซึ่งลงไปด้านใน องค์ประกอบหลักเป็นสารประกอบของ ซิลิโคน แมกนีเซียม และเหล็กมีความหนา ประมาณ 2,900 กิโลเมตร บางส่วนเนื้อโลกที่ระดับความลึกจากผิวโลกประมาณ 100 กิโลเมตร มีแมกมาปนอยู่ เนื้อโลกบริเวณที่อยู่ใกล้กับเปลือกโลกมีอุณหภูมิประมาณ 870 องศาเซลเซียส ส่วนเนื้อโลกบริเวณที่อยู่ใกล้กับแกนโลกมีอุณหภูมิประมาณ 2,200 องศาเซลเซียส ซึ่งเนื้อโลกสามารถแบ่งได้สองชั้นได้แก่

เนื้อโลกชั้นบน (Upper Mantle) มีความหนาประมาณ 700 กิโลเมตร แบ่งเป็น เนื้อโลกชั้นบนตอนล่างและเนื้อโลกชั้นบนตอนบน

1) เนื้อโลกชั้นบนตอนบน มีลักษณะเป็นหินเนื้อแข็ง และเป็นฐานรองรับเปลือกโลกส่วนทวีป เรียกรวมกันว่า **ธรณีภาค (Lithosphere)**

2) เนื้อโลกชั้นบนตอนล่าง เรียกว่า **ฐานธรณีภาค (Asthenosphere)** มีลักษณะเป็นของแข็งเนื้ออ่อน จึงหล่นคล้ายดินน้ำมัน ในชั้นนี้มีความร้อนสูง ทำให้แร่บางส่วนหลอมละลายเป็นหินหนืด (Magma) ซึ่งจะมีการเคลื่อนที่ในลักษณะของกระแสหมุนวนด้วยการพาความร้อน

เนื้อโลกชั้นล่าง (Lower Mantle) มีความหนาประมาณ 2,200 กิโลเมตร มีสถานะเป็นของแข็ง



ภาพประกอบที่ 6 โครงสร้างเนื้อโลก

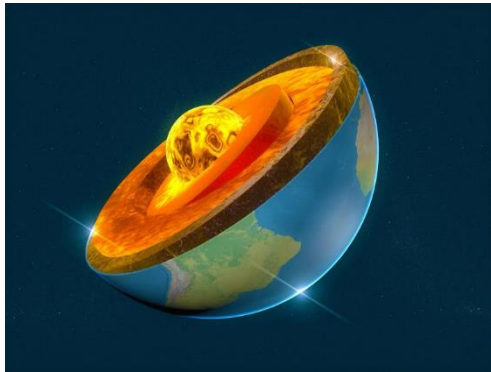
ที่มา: <https://scitechdaily.com/earths-mantle-not-its-core-may-have-generated-planets-early-magnetic-field/>

แก่นโลก

แก่นโลก (Core) เป็นชั้นในสุดของโลก ประกอบด้วยโลหะผสมของธาตุเหล็กและนิกเกิล แก่นโลกมีความหนาประมาณ 3,470 ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ

1) **แก่นโลกชั้นนอก (Outer Core)** มีความหนาประมาณ 2,250 กิโลเมตร มีสถานะเป็นของเหลวซึ่งมีอุณหภูมิตั้งแต่ 2,200 – 5,000 องศาเซลเซียส

2) **แก่นโลกชั้นใน (Inner Core)** แก่นโลกชั้นในมีขนาดรัศมีประมาณ 1,220 กิโลเมตร มีสถานะเป็นของแข็ง มีอุณหภูมิประมาณ 5,000 องศาเซลเซียส แก่นโลกเป็นบริเวณที่มีความดันสูงที่สุด

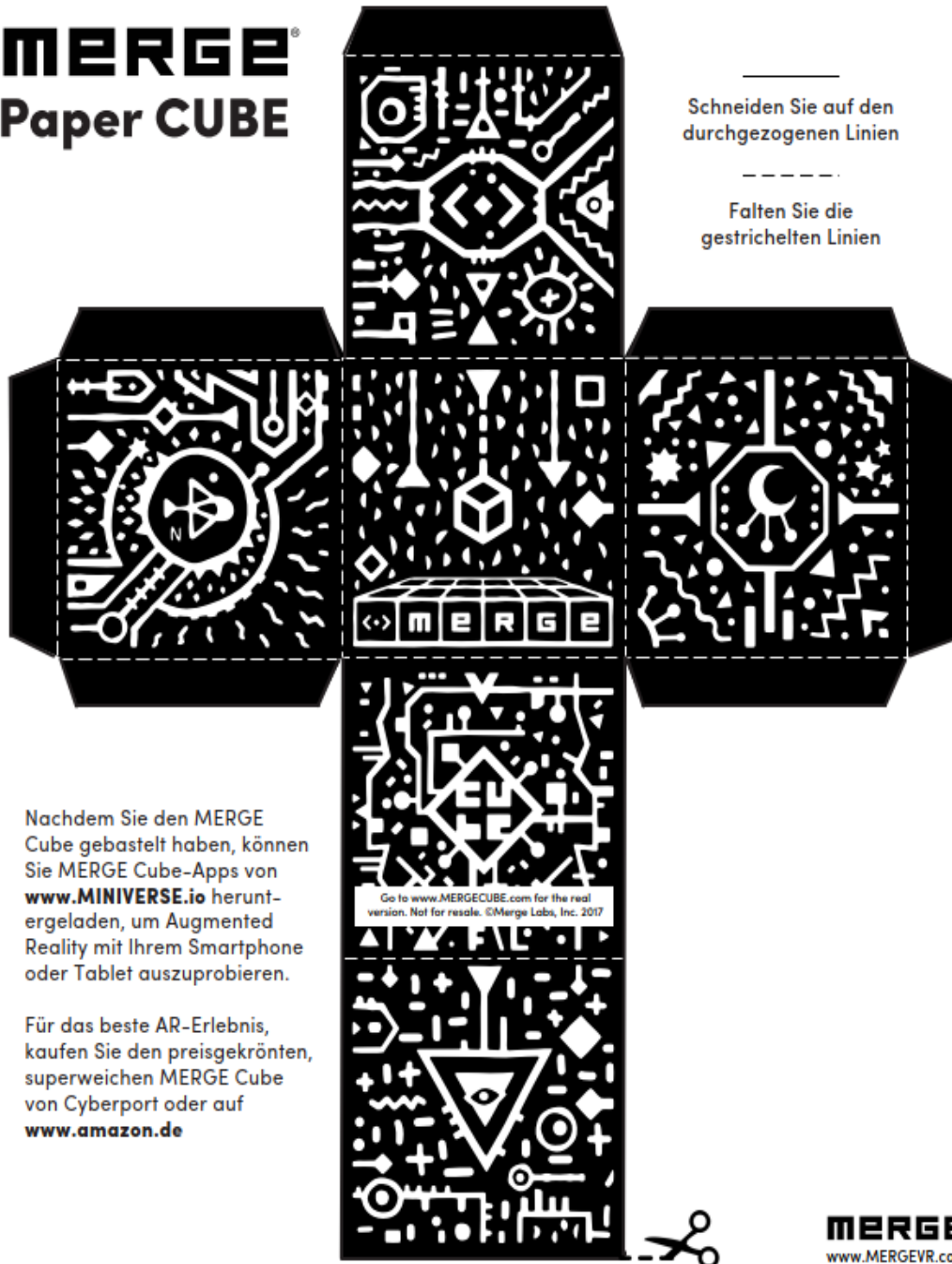


ภาพประกอบที่ 7 โครงสร้างภายในโลก

ที่มา: <https://scitechdaily.com/earths-mantle-not-its-core-may-have-generated-planets-early-magnetic-field/>

Template สำหรับ Scan ร่วมกับแอป Merge Explorer

MERGE[®] Paper CUBE



Schneiden Sie auf den
durchgezogenen Linien

Falten Sie die
gestrichelten Linien

Nachdem Sie den MERGE
Cube gebastelt haben, können
Sie MERGE Cube-Apps von
www.MINIVERSE.io herunter-
geladen, um Augmented
Reality mit Ihrem Smartphone
oder Tablet auszuprobieren.

Für das beste AR-Erlebnis,
kaufen Sie den preisgekrönten,
superweichen MERGE Cube
von Cyberport oder auf
www.amazon.de

Go to www.MERSECUBE.com for the real
version. Not for resale. ©Merge Labs, Inc. 2017

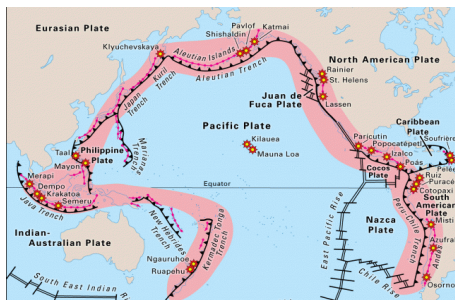
MERGE[®]
www.MERGEVR.com

ใบกิจกรรม เรื่อง โครงสร้างภายในโลก

วัตถุประสงค์: ให้นักเรียนสืบค้นเพื่ออธิบายโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตาม

องค์ประกอบทางเคมี

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเติมข้อมูลลงกรอบข้อความที่กำหนดให้

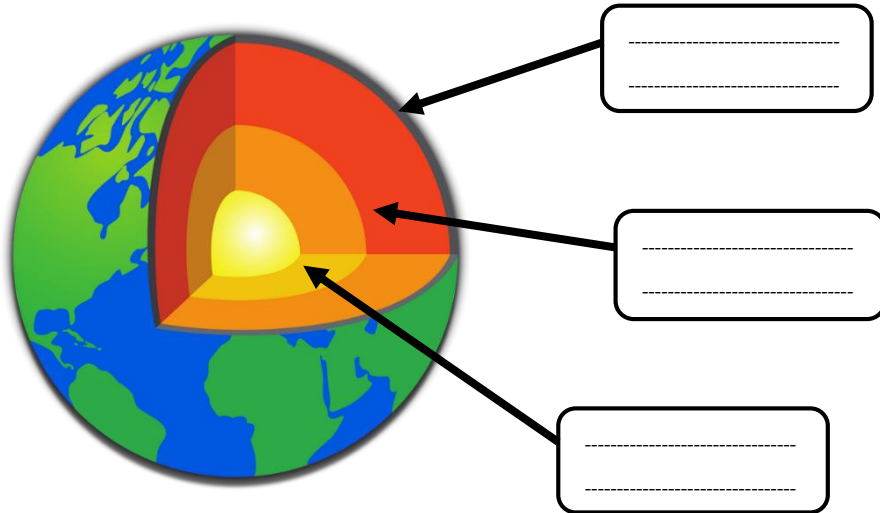


Blank writing area with horizontal dashed lines.

Blank writing area with horizontal dashed lines.

Blank writing area with horizontal dashed lines.

คำชี้แจง: ให้นักเรียนพิจารณารูปโครงสร้างภายในโลกและเติมข้อมูลลงกรอบข้อความที่กำหนดมาให้ พร้อมทั้งอธิบายข้อมูลส่วนประกอบของโครงสร้างแต่ละส่วนลงในตาราง



ชั้น	ลักษณะ	ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก		ความลึกจากผิวโลก (กิโลเมตร)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
		องค์ประกอบที่เหมือนกัน	องค์ประกอบที่ต่างกัน		
.....
.....
.....

ใบกิจกรรม แบบจำลองโครงสร้างของโลก

วัตถุประสงค์: สามารถอธิบายโครงสร้างของโลกตามองค์ประกอบทางเคมีได้

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเติมสร้างแบบจำลองและลงข้อมูลลงกรอบข้อความที่กำหนดให้



อภิปรายผลกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลย

ใบกิจกรรม เรื่อง โครงสร้างภายในโลก

วัตถุประสงค์: ให้นักเรียนสืบค้นเพื่ออธิบายโครงสร้างภายในโลกที่แบ่งตาม

องค์ประกอบทางเคมี

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเติมข้อมูลลงกรอบข้อความที่กำหนดให้



เปลือกโลก แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

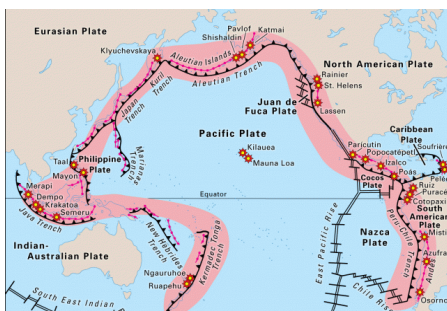
เปลือกโลกทวีป (Continental Crust) มีความหนาตั้งแต่ 35-70 กิโลเมตร มี ซิลิโคน อะลูมิเนียม เป็นหลัก

เปลือกโลกมหาสมุทร (Oceanic Crust) มีความหนา ตั้งแต่ 5-10 กิโลเมตร มี ซิลิโคน แมกนีเซียมเป็นหลัก



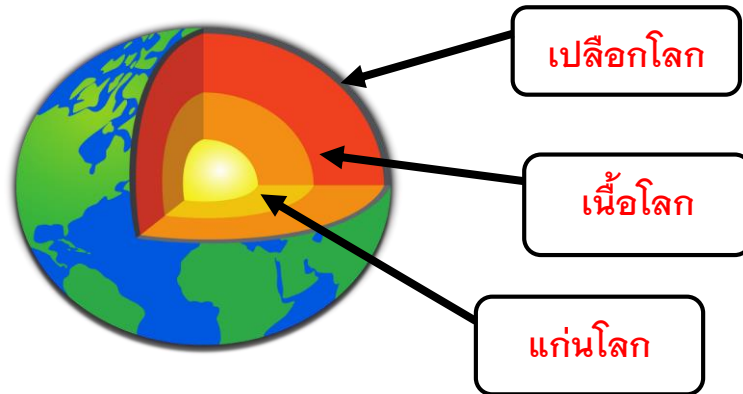
โครงการ Kola Superdeep Borehole (KSDB)

เป็นการขุดเจาะโลกเพื่อสำรวจลักษณะภายในโลก ตั้งอยู่ที่ประเทศรัสเซียเป็นหลุมขุดเจาะแนวตั้งที่ลึกที่สุดในโลก



วงแหวนไฟ (Ring of Fire) คือ จุดที่มีรอยเลื่อนขนาดใหญ่ชนกันอยู่บริเวณของทวีปรอบมหาสมุทรแปซิฟิก เป็นบริเวณพื้นที่เกิดแผ่นดินไหวและภูเขาไฟระเบิดบ่อยครั้ง หลักฐานที่สนับสนุนว่าภายในโลกมี อุณหภูมิและความดันสูง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนพิจารณารูปโครงสร้างภายในโลกและเติมข้อมูลลงในกรอบข้อความที่กำหนดมาให้ พร้อมทั้งอธิบายข้อมูลส่วนประกอบของโครงสร้างแต่ละส่วนลงในตาราง



ชั้น	ลักษณะ	ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก		ความลึกจากผิวโลก (กิโลเมตร)	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
		องค์ประกอบที่เหมือนกัน	องค์ประกอบที่ต่างกัน		
เปลือกโลก	เป็นชั้นนอกสุด และเป็นชั้นที่มีความหนาแน่นที่สุด แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ เปลือกโลกทวีป และเปลือกโลกมหาสมุทรซึ่งเปลือกโลกมหาสมุทรมันจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าเปลือกโลกทวีป	เหล็ก ซิลิคอน ออกซิเจน แมกนีเซียม	อะลูมิเนียม แคลเซียม โซเดียม โพแทสเซียม	5 - 70 กิโลเมตร	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการจำแนก - ทักษะประเภทการลงความเห็นจากข้อมูล
เนื้อโลก	เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากเปลือกโลกลงไป เนื้อโลกสามารถแบ่งได้สองชั้นได้แก่ เนื้อโลกชั้นบน มีลักษณะเป็นหินเนื้อแข็งเนื้อโลกชั้นบนตอนล่าง มีลักษณะเป็นของแข็งมีหินหลอมเหลวเรียกว่า แมกมา (Magma) เนื้อโลกชั้นล่าง มีสถานะเป็นของแข็ง	เหล็ก ซิลิคอน ออกซิเจน แมกนีเซียม	-	70 - 2,900 กิโลเมตร	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการจำแนก - ทักษะประเภทการลงความเห็นจากข้อมูล
แก่นโลก	เป็นชั้นในสุดของโลก แบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ แก่นโลกชั้นนอกมีลักษณะเป็นของเหลวอุณหภูมิสูงมาก และชั้นแก่นโลกชั้นในมีลักษณะเป็นของแข็งที่มีความดันและอุณหภูมิสูงมาก	เหล็ก	นิกเกิล	2,900 - 6,371 กิโลเมตร	- ทักษะการสังเกต - ทักษะการจำแนก - ทักษะประเภทการลงความเห็นจากข้อมูล

ใบกิจกรรม แบบจำลองโครงสร้างของโลก

วัตถุประสงค์: สามารถอธิบายโครงสร้างของโลกตามองค์ประกอบทางเคมีได้

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเติมสร้างแบบจำลองและลงข้อมูลลงกรอบข้อความที่กำหนดให้

ขึ้นอยู่กับการออกแบบของนักเรียน

อภิปรายผลกิจกรรม

โครงสร้างของโลกตามองค์ประกอบทางเคมี สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก แต่ละชั้นมีองค์ประกอบทางเคมีทั้งที่เหมือนกันและธาตุที่แตกต่างกัน เปลือกโลก นั้นแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เปลือกโลกทวีป และเปลือกโลกมหาสมุทร มี ซิลิคอน แมกนีเซียม และออกซิเจนเป็นหลัก เปลือกโลกทั้งสองมีความหนาแตกต่างกัน เนื้อโลกมี ซิลิคอน แมกนีเซียมเหล็กและออกซเป็นหลัก แก่นโลกแบ่งเป็น 2 ชั้น คือ แก่นโลกชั้นนอกและแก่นโลกชั้นใน แก่นโลกทั้ง 2 ประเภท มีองค์ประกอบทางเคมีเหมือนกันคือเป็นโลหะผสมของธาตุเหล็กและนิกเกิล แก่นโลกชั้นนอกมีสถานะเป็นของเหลว และแก่นโลกชั้นในมีสถานะเป็นของแข็ง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน

เรื่อง โครงสร้างภายในโลก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. โลกมีลักษณะเป็นอย่างไร (ความรู้ความจำ)
 - ก. โลกมีลักษณะแบน
 - ข. โลกมีลักษณะเป็นทรงรี
 - ค. โลกมีลักษณะเป็นทรงกลม
 - ง. ถูกทุกข้อ
2. โครงสร้างโลกแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีได้ชั้นใหญ่ ๆ 3 ชั้น อะไรบ้าง (ความรู้ความจำ)
 - ก. ชั้นเปลือกโลก เนื้อโลก หินหนืด
 - ข. ชั้นเปลือกโลก เนื้อโลก ธรณีภาค
 - ค. ชั้นเปลือกโลก เนื้อโลก แก่นโลก
 - ง. ชั้นเปลือกโลก ใต้เปลือกโลก แก่นโลก
3. โครงการขุดเจาะเพื่อสำรวจลักษณะภายในโลก Kola Superdeep Borehole (KSDB) ตั้งอยู่ที่ประเทศใด (ความรู้ความจำ)
 - ก. อังกฤษ
 - ข. รัสเซีย
 - ค. นอร์เวย์
 - ง. อเมริกา
4. หลุมขุดเจาะที่มนุษย์สามารถขุดได้มีความลึกเท่าใด (ความรู้ความจำ)
 - ก. ประมาณ 8 กิโลเมตร
 - ข. ประมาณ 10 กิโลเมตร
 - ค. ประมาณ 12 กิโลเมตร
 - ง. ประมาณ 20 กิโลเมตร

5. บริเวณที่เรียกว่า วงแหวนไฟ (Ring of Fire) ตั้งอยู่ส่วนใดของโลก (ความรู้ความจำ)
- บริเวณขอบทวีปรอบมหาสมุทรแปซิฟิก
 - บริเวณขอบทวีปรอบมหาสมุทรอินเดีย
 - บริเวณขอบมหาสมุทรแอตแลนติก
 - อุทยานแห่งชาติเยลโลว์สโตน
6. เหตุการณ์ใดที่สนับสนุนว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูง (การวิเคราะห์)
- คลื่นสึนามิ
 - การระเบิดของภูเขาไฟ
 - หลุมยุบใต้ทะเล
 - ดินถล่ม
7. ชั้นใดของโลกมีอุณหภูมิสูงที่สุด (ความเข้าใจ)
- แก่นโลก
 - เปลือกโลก
 - เนื้อโลก
 - เนื้อโลกชั้นบน
8. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้อง (การวิเคราะห์)
- ชั้นเปลือกโลกทวีปประกอบด้วย ชาติซิลิคอน แมกนีเซียม ออกซิเจนเป็นหลัก
 - ชั้นเปลือกโลกเป็นชั้นที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด
 - ชั้นเนื้อโลกเป็นชั้นที่มีความหนาแน่นมากที่สุด
 - แก่นโลกชั้นในมีสถานะเป็นของเหลว
9. ชั้น “ฐานธรณีภาค” อยู่ตรงส่วนใดของโครงสร้างโลก (การประเมินค่า)
- เปลือกโลกทวีป
 - ชั้นเนื้อโลกชั้นใน
 - แก่นโลก
 - ผิวดิน
10. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง (การวิเคราะห์)
- ชั้นเปลือกโลกเป็นโครงสร้างของโลกที่บางที่สุด
 - ชั้นเนื้อโลกมีลักษณะเป็นหินในสภาพหลอมละลาย
 - เนื้อโลกส่วนบนประกอบด้วยหินและแร่หลายชนิด เรียกว่า หินหนืด
 - แก่นโลกส่วนนอกประกอบด้วยเหล็กและนิกเกิลที่ถูกอัดแน่นจนเป็นของแข็ง

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง โครงสร้างภายในโลก

ข้อ	เฉลย
1	ค
2	ค
3	ข
4	ค
5	ก
6	ข
7	ก
8	ข
9	ข
10	ง

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน-หลังเรียน

เรื่อง โครงสร้างภายในโลก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. โลกมีลักษณะเป็นอย่างไร (ทักษะการสังเกต)
 - ก. โลกมีลักษณะแบน
 - ข. โลกมีลักษณะเป็นทรงรี
 - ค. โลกมีลักษณะเป็นทรงกลม
 - ง. ถูกทุกข้อ
2. พื้นผิวโลกประกอบด้วย พื้นดิน : พื้นน้ำ ในอัตราส่วนตามข้อใด (ทักษะการสังเกต)
 - ก. 1 : 2
 - ข. 1 : 4
 - ค. 1 : 3
 - ง. 2 : 2
3. การแบ่งโครงสร้างโลกเป็นชั้นใหญ่ ๆ 3 ชั้น ใช้หลักเกณฑ์อะไรในการจำแนก (ทักษะการจำแนกประเภท)
 - ก. องค์ประกอบทางเคมี
 - ข. องค์ประกอบทางกายภาพ
 - ค. ความลึกจากระดับผิวดิน
 - ง. แบ่งตามความหนาแน่นของโครงสร้าง
4. หากเรียงลำดับโครงสร้างของโลกจาก ชั้นเปลือกโลก ชั้นเนื้อโลก และชั้นแก่นโลก เป็นการเรียงลำดับโดยการใช้ข้อมูลใด (ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล)
 - ก. องค์ประกอบทางเคมี
 - ข. องค์ประกอบทางกายภาพ
 - ค. ความหนาแน่นของโครงสร้างโลกจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด
 - ง. ความดันของโครงสร้างโลกจากน้อยที่สุดไปมากที่สุด

5. ชั้นแก่นโลกมีธาตุใดเป็นองค์ประกอบหลัก
(ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล)
- เหล็ก ซิลิคอน
 - เหล็ก นิกเกิล
 - ออกซิเจน แมกนีเซียม
 - แมกนีเซียม ซิลิคอน
6. ข้อใดกล่าว **ไม่ถูกต้อง** เกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลกโลก
(ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)
- ชั้นแก่นโลกเป็นชั้นที่มีความหนาแน่นมากที่สุด
 - ชั้นเปลือกโลกเป็นชั้นที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด
 - ชั้นแก่นโลกมีความดันมากกว่าชั้นเปลือกโลก
 - ชั้นแก่นโลกมีลักษณะเป็นของแข็งอุณหภูมิสูง
7. ข้อใดกล่าว **ถูกต้อง** เกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลกโลก
(ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)
- ชั้นเปลือกโลกมีความดันต่ำที่สุด
 - ชั้นเนื้อโลกเป็นชั้นที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด
 - ชั้นเนื้อโลกมีความดันมากกว่าชั้นแก่นโลก
 - ชั้นแก่นโลกมีองค์ประกอบหลักเป็น เหล็กและแมกนีเซียม
8. ชั้นเปลือกโลกแบ่งออกเป็นกี่ประเภท (ทักษะการจำแนกประเภท)
- 2 ประเภท
 - 3 ประเภท
 - 5 ประเภท
 - ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง
9. ส่วนประกอบของชั้นเปลือกโลกประกอบไปด้วย
(ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล)
- แผ่นดิน และน้ำ
 - แผ่นดิน และน้ำ กับชั้นหินแข็ง
 - แผ่นดิน น้ำ และบรรยากาศ
 - แผ่นดิน น้ำ กับชั้นหินแข็ง และบรรยากาศ

10. แหล่งหินหนืดอยู่ในชั้นใดของโลก (ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)

- ก. ชั้นเปลือกโลก
- ข. ชั้นแก่นโลก
- ค. ชั้นเนื้อโลก
- ง. แก่นโลกชั้นนอก

เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง โครงสร้างภายในโลก

ข้อ	เฉลย
1	ค
2	ค
3	ก
4	ง
5	ข
6	ง
7	ก
8	ก
9	ข
10	ค

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ คน คิดเป็นร้อยละ.....

ไม่ผ่านจุดประสงค์ คน คิดเป็นร้อยละ.....

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายเจษฎากร บุญแสน)

ความเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ.....แล้ว
มีความคิดเห็น ดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ดีมาก
 ดี
 พอใช้
 ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม
 ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- นำไปใช้ได้จริง
 ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางสาวเนตรชนก มนุราช)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

5. ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้บริหารสถานศึกษา

(นางสาวสาวิตรี มาตรขาว)

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่.....

1. ชั้น
2. ชั้น
3. ชั้น
4. ชั้น

ลำดับ ที่	รายการประเมินการปฏิบัติกิจกรรม	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	การปฏิบัติการทำกิจกรรม				
2	ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติกิจกรรม				
3	การบันทึก สรุปและการนำเสนอผลการทำ กิจกรรม				
รวมคะแนน					
ระดับคุณภาพ					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายเจษฎากร บุญแสน)

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

เกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติกิจกรรม

ประเด็นที่ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การปฏิบัติ กิจกรรม	ทำกิจกรรม ตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ ได้อย่าง ถูกต้อง	ทำกิจกรรม ตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ ได้อย่างถูกต้อง แต่อาจต้อง ได้รับคำแนะนำ บ้าง	ต้องให้ความ ช่วยเหลือบ้างใน การทำกิจกรรม และการใช้ อุปกรณ์	ต้องให้ความ ช่วยเหลือ อย่างมากใน การทำ กิจกรรม และ การใช้ อุปกรณ์
2. ความ คล่องแคล่ว ในขณะปฏิบัติ กิจกรรม	มีความ คล่องแคล่ว ในขณะทำ กิจกรรมโดย ไม่ต้องได้รับ คำชี้แนะ และ ทำกิจกรรม เสร็จทันเวลา	มีความ คล่องแคล่ว ในขณะทำ กิจกรรมแต่ต้อง ได้รับคำแนะนำ บ้าง และทำ กิจกรรมเสร็จ ทันเวลา	ขาดความ คล่องแคล่ว ในขณะทำ กิจกรรมจึงทำ กิจกรรมเสร็จไม่ ทันเวลา	ทำกิจกรรม เสร็จไม่ ทันเวลา และ ทำอุปกรณ์ เสียหาย
3. การบันทึก สรุปและ นำเสนอผล การปฏิบัติ กิจกรรม	บันทึกและ สรุปผลการทำ กิจกรรมได้ ถูกต้อง รัดกุม นำเสนอผล การทำ กิจกรรมเป็น ขั้นตอนชัดเจน	บันทึกและ สรุปผลการทำ กิจกรรมได้ ถูกต้อง แต่การ นำเสนอผลการ ทำกิจกรรมยัง ไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำแนะนำ ในการบันทึก สรุป และ นำเสนอผลการ ทำกิจกรรม	ต้องให้ความ ช่วยเหลือ อย่างมากใน การบันทึก สรุป และ นำเสนอผล การทำ กิจกรรม

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10-12	ดีมาก
7-9	ดี
4-6	พอใช้
น้อยกว่า 4	ปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน
แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่อง

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่.....

1. ชั้น
2. ชั้น
3. ชั้น
4. ชั้น

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา			
2	ความคิดสร้างสรรค์			
3	วิธีการนำเสนอผลงาน			
4	การตรงต่อเวลา			
รวมคะแนน				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายเจษฎากร บุญแสน)

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน	ให้ 3 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่	ให้ 2 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11 – 12	ดีมาก
9 – 10	ดี
6 – 8	พอใช้
ต่ำกว่า 6	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่อง

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่.....

1. ชั้น
2. ชั้น
3. ชั้น
4. ชั้น

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น			
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น			
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
4	ความมีน้ำใจ			
5	การตรงต่อเวลา			
		รวมคะแนน		
		ระดับคุณภาพ		

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายเจษฎากร บุญแสน)

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญ

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน

แล้วทำเครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่อง

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์และ สมรรถนะ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย	1.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม			
	1.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
2. ใฝ่เรียนรู้	2.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	2.2 ตั้งใจ เอาใจใส่ และมีความพยายามในการเรียนรู้			
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	3.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	3.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
4. ความสามารถในการสื่อสาร	4.1 มีการใช้ภาษาในการถ่ายทอด ความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึกเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล			
	4.2 มีการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่ความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ			
5. ความสามารถในการคิด	5.1 มีการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ			
	5.2 คิดเป็นระบบและสามารถตัดสินใจได้			
6. ความสามารถในการแก้ไขปัญหา	6.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้			
	6.2 มีการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม			
7. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	7.1 สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ ในการดำเนินชีวิตประจำวัน			
	7.2 มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ด้วยความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล			
8. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	8.1 มีการเลือกใช้เทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ เช่น การพัฒนาตนเอง การเรียนรู้ การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม			
รวมคะแนน				
ระดับคุณภาพ				

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
38-48	ดีมาก
27-37	ดี
16-26	พอใช้
ต่ำกว่า 16	ปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง	เวลา 18 ชั่วโมง
เรื่อง ดิน ชั้นดิน และหน้าตัดดิน	เวลา 3 ชั่วโมง
วัน เดือน พ.ศ.....	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
ผู้สอน นายเจษฎากร บุญแสน	

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน

ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบน ผิวดิน ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม.2/6 อธิบายลักษณะของชั้นหน้าตัดดินและกระบวนการเกิดดิน จากแบบจำลอง รวมทั้งระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน

ว 3.2 ม.2/7 ตรวจสอบสมบัติบางประการของดิน โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม และนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์ดินจากข้อมูลสมบัติของดิน

2. สาระการเรียนรู้

กระบวนการเกิดดิน ชั้นดิน หน้าตัดชั้นดิน และสมบัติบางประการของดิน

3. สาระสำคัญ

ดินเกิดจากหินที่ผุพังอยู่กับที่ทั้งทางกายภาพและทางเคมี จนหินมีขนาดเล็กกลายเป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน แล้วผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์ กระบวนการเกิดดินอาศัยระยะเวลาที่ต่อเนื่องกัน และอาศัยตัวนำพาต่าง ๆ ในธรรมชาติ เช่น น้ำ สิ่งมีชีวิต ลม ในการหมุนเวียนสารหรือวัตถุต่าง ๆ รวมถึงอาศัยปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิอากาศ ปริมาณฝน ความชื้น และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ดินที่เกิดขึ้นในพื้นที่จะค่อย ๆ พัฒนาเกิดเป็นชั้นดิน ซึ่งมีลักษณะแบ่งออกเป็นชั้น ๆ ชนนานหรือเกือบชนนานไปกับผิวดิน แต่แต่ละชั้นมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน ชั้นดินที่มีลักษณะปรากฏให้เห็นเรียงตามลำดับเป็นชั้นจากชั้นบนสุดจนถึงชั้นล่างสุด เรียกว่า หน้าตัดข้างของดินหรือชั้นหน้าตัดดิน ชั้นหน้าตัดดินในแต่ละพื้นที่มีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน

ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิตในดิน ภูมิประเทศ และระยะเวลาในการเกิดดิน ชั้นดินที่มีการพัฒนาอย่างสมบูรณ์จะมีชั้นดินหลักจำนวน 6 ชั้น ได้แก่ ชั้นโอ ชั้นเอ ชั้นอี ชั้นบี ชั้นซี และชั้นอาร์

สมบัติบางประการของดิน ได้แก่ เนื้อดิน ความชื้นในดิน ความเย็นกรด-เบสของดิน ธาตุอาหารในดิน เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจถึงแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น ในทางการเกษตรหรืออื่น ๆ ได้ และในกรณีที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพดินเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ควรหาแนวทางการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยวิธีการที่เหมาะสม

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ความสามารถ ดังนี้

4.1 ด้านความรู้

- 1) อธิบายกระบวนการเกิดดินได้
- 2) อธิบายลักษณะชั้นหน้าตัดดินได้
- 3) ระบุปัจจัยที่ทำให้ดินมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกันได้

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- 1) ทักษะการสังเกต
- 2) ทักษะการวัด
- 3) ทักษะการจำแนกประเภท
- 4) ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา
- 5) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
- 6) ทักษะการตั้งสมมติฐาน
- 7) ทักษะการพยากรณ์
- 8) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 9) ทักษะการทดลอง
- 10) ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 1) มีวินัย รับผิดชอบ
- 2) ใฝ่เรียนรู้
- 3) มุ่งมั่นในการทำงาน

4.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร
- 2) ความสามารถในการคิด
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ร่วมกับ TPACK มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

กิจกรรมการเรียนรู้ (ชั่วโมงที่ 1)

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูให้นักเรียนสังเกตภาพ การใช้ประโยชน์จากดินเพื่อการเพาะปลูกในหนังสือเรียนหน้าที่ 146 และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นจากภาพโดยอาจถามนักเรียนว่า ดินมีความสำคัญอย่างไรบ้าง นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง) จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า

- ดินเป็นวัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ พบปกคลุมผิวโลกอยู่เป็นชั้นบาง ๆ

- ดินมีความสำคัญต่อมนุษย์โดยเฉพาะการนำมาใช้ในการเพาะปลูก โดยดินเป็นแหล่งธาตุอาหารเป็นแหล่งกักเก็บน้ำและความชื้นที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงรากพืชใช้ดินในการเกาะยึดต้นเพื่อไม่ให้ลำต้นล้มเอียง

2. ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเกี่ยวกับ กระบวนการเกิดของดิน องค์ประกอบของดิน และลักษณะต่าง ๆ ของดินที่พบ โดยยกเอาสิ่งใกล้ตัวที่นักเรียนเคยเห็นหรือรู้จัก

3. ครูถามคำถามกับนักเรียนว่า ดินเกิดขึ้นมาได้อย่างไร

(แนวตอบ: ดินเกิดขึ้นตามธรรมชาติโดยอาศัยการผุพังของหินจนมีขนาดเล็กรวมกับฮิวมัส)

4. จากนั้นครูตั้งคำถามต่อให้นักเรียนคิดว่าส่วนประกอบของดินมีอะไรบ้าง

(แนวตอบ: เศษหิน ซากพืช ซากสัตว์ อากาศ น้ำ)

ส่วนประกอบของดินแบ่งเป็นกี่ส่วน อะไรบ้าง
(แนวตอบ ดินประกอบด้วย 4 ส่วน คือ อินทรีย์วัตถุ อินทรีย์วัตถุ น้ำ และอากาศ)

ฮิวมัสคืออะไร

(แนวตอบ ฮิวมัส คือ อินทรีย์วัตถุที่สลายตัวปะปนอยู่ในดิน ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของซากพืชและซากสัตว์)

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับ TPACK

1. แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 – 6 คน จากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง กระบวนการเกิดดิน โดยให้ศึกษาค้นคว้าจาก หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง หรือแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต พร้อมทำใบกิจกรรมเรื่อง กระบวนการเกิดของดินที่ครูแจกให้และเตรียมนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนกลุ่มอื่นทำสรุปเป็นข้อเปรียบเทียบลงในสมุดประจำตัวนักเรียน

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1. ครูให้นักเรียนซักถามเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง กระบวนการเกิดดิน และให้ความรู้เพิ่มเติม จากคำถามของนักเรียน โดยครูใช้ PowerPoint เรื่อง กระบวนการเกิดดิน ในการอธิบายเพิ่มเติม

2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย กิจกรรมกระบวนการเกิดของดิน ซึ่งได้ข้อสรุปร่วมกันว่า กระบวนการเกิดดินนั้นเกิดจากการสลายตัวของหินชนิดต่าง ๆ แล้วผสมรวมกับซากพืชซากสัตว์ที่เกิดการย่อยสลาย โดยมีน้ำและอากาศทำให้เกิดกระบวนการสร้างเนื้อดิน ซึ่งส่วนประกอบของดินจะแตกต่างกันไปตามชนิดของดิน

กิจกรรมการเรียนรู้ (ชั่วโมงที่ 2)

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ ว่านักเรียนคิดว่า ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อลักษณะและสมบัติของดิน และยกตัวอย่างเช่นดินในแต่ละพื้นที่อาจมีสีต่างกัน เช่น สีส้ม สีดำ หรือลักษณะแตกต่างกันเป็นเพราะเหตุใด

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับ TPACK

1. แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 – 6 คน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อลักษณะและสมบัติของดิน โดยให้ศึกษาค้นคว้าจาก หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง หรือแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต

2. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะและสมบัติของดิน

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1. ครูใช้ PowerPoint เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะและสมบัติของดิน ในการอธิบายเนื้อหาในใบความรู้ที่นักเรียนทำ

2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย กิจกรรมกระบวนการเกิดของดิน ได้ข้อสรุปพร้อมกันว่า ดินแต่ละท้องถิ่นจะมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) วัตถุประสงค์กำเนิดดิน ส่วนใหญ่ดินมีต้นกำเนิดหลักมาจากการผุพังอยู่กับที่ของหิน ซึ่งมีกระบวนการผุพังที่แตกต่างกัน ทำให้ดินแต่ละบริเวณมีปริมาณแร่ธาตุ สีดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดิน และสมบัติทางเคมีของดินแตกต่างกัน

2) ลักษณะภูมิประเทศ มีผลต่อการชะล้าง พังทลายของหน้าดิน ตัวอย่างเช่น ดินที่เกิดบริเวณที่มีความลาดชันสูง ชั้นของดินจะบางเนื่องจากการไหลของน้ำอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดินส่วนดินที่เกิดในบริเวณที่ราบ ชั้นของดินจะหนาเนื่องจากน้ำจะไหลได้ค่อนข้างช้า ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน นอกจากนั้นในบริเวณที่เป็นแอ่งหรือที่ลุ่มต่ำชั้นดินจะหนาเนื่องจากน้ำจะพัดพาเอาตะกอนจากบริเวณที่สูงหรือบริเวณใกล้เคียงมาทับถมในที่ลุ่มต่ำ เช่น ดินในป่าพรุ

3) เวลา ดินที่มีอายุยาวนานกว่าจะมีหน้าตัดดินสมบูรณ์กว่าดินที่มีอายุน้อยกว่า ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสภาพอากาศร่วมด้วย เช่น หน้าดินที่อยู่ในเขตร้อนชื้นจะค่อนข้างสมบูรณ์ได้ในระยะเวลาที่น้อยกว่าปกติ

4) ภูมิอากาศ ลักษณะภูมิอากาศมีความสำคัญต่อการกำเนิดและพัฒนาของดินมากที่สุด โดยองค์ประกอบทางภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดิน มีดังนี้ ปริมาณฝน อุณหภูมิ ลม

5) สิ่งมีชีวิต พืชที่ขึ้นปกคลุมดินเมื่อตายไปจะช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน ในบริเวณที่มีความชื้น พืชจะเจริญได้ดี และจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินทำงานได้ดีขึ้น ส่งผลให้ดินที่เกิดจะลึกและมีชั้นของดินชัดเจน ส่วนในบริเวณแห้งแล้ง พืชจะเจริญไม่ดีและมีจำนวนน้อย ส่งผลให้ดินบริเวณนั้นไม่สมบูรณ์ เนื่องจากอินทรีย์วัตถุที่อยู่ภายในดินมีน้อย

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

1. ครูอาจอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับดินว่า การเกิดดินมีขั้นตอนหลักอยู่
2. ขั้นตอน คือ กระบวนการสลายตัว เป็นกระบวนการสลายตัวผุพังของหิน แร่ ซากพืชและซากสัตว์ ได้วัตถุต้นกำเนิดดินและฮิวมัส ตามลำดับ และกระบวนการสร้างดิน เป็นกระบวนการผสมคลุกเคล้าระหว่างวัตถุต้นกำเนิดดินกับฮิวมัส โดยมีพืชและสัตว์ต่าง ๆ ช่วย รวมทั้งลมและฝนมีส่วนช่วยทำให้เกิดดิน

กิจกรรมการเรียนรู้ (ชั่วโมงที่ 3)

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูเปิดวิดีโอที่เกี่ยวกับเรื่อง สมบัติของดิน (จาก youtube https://www.youtube.com/watch?v=68Ve_mDi5k0) ให้นักเรียนดู
2. เกริ่นนำเกี่ยวกับดินว่า ดินมีความสำคัญต่อมนุษย์โดยเฉพาะการนำมาใช้ในการเพาะปลูก โดยดินเป็นแหล่งธาตุอาหารเป็นแหล่งกักเก็บน้ำและความชื้นที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช
3. จากนั้นครูตั้งประเด็นคำถามกระตุ้นความสนใจนักเรียนว่า "ถ้านักเรียนจะเพาะปลูกพืชชนิดหนึ่ง นักเรียนคิดว่า ดินควรมีลักษณะอย่างไร" โดยให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระโดยไม่มีการเฉลยว่าถูกหรือผิด (แนวตอบ ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน นักเรียนอาจตอบว่า ดินจะต้องมีลักษณะเป็นเนื้อหยาบมีความพรุนมาก และมีสีเข้ม)

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)

1. แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 – 6 คน จากนั้นครูแจ้งจุดประสงค์ของกิจกรรม ตรวจสอบสมบัติของดินให้นักเรียนทราบเพื่อเป็นแนวทางการปฏิบัติกิจกรรมที่ถูกต้อง
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษากิจกรรมตรวจสอบสมบัติของดิน จากใบกิจกรรมที่ครูแจกให้โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

สมาชิกคนที่ 1-2 ทำหน้าที่เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติ
กิจกรรม

สมาชิกคนที่ 3-4 ทำหน้าที่อ่านวิธีปฏิบัติกิจกรรมและนำมาอธิบายให้
สมาชิกในฟัง

สมาชิกคนที่ 5-6 ทำหน้าที่บันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรมลงในใบ
บันทึกกิจกรรม

เมื่อแจกหน้าที่สมาชิกในกลุ่มเรียบร้อยให้เริ่มปฏิบัติกิจกรรมได้เลย

19. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยให้ทำ

สรุปผลกิจกรรมแล้วเตรียมออกมานำเสนอผลกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
ในระหว่างที่นักเรียนนำเสนอ ครูคอยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจที่
ถูกต้อง

2. ครูถามคำถามท้ายกิจกรรม โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน
อภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบ

3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปราย สมบัติของดิน ให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน
ดังนี้ ดินแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ดินเหนียว ดินร่วน และดินทราย โดยดินเหนียวเป็น
ดินที่มี เนื้อละเอียด เมื่อเปียกน้ำแล้วจะมีความยืดหยุ่น สามารถปั้นเป็นก้อนหรือปั้นให้เป็น
เส้นได้ ดินร่วนเป็นดินที่เนื้อดินค่อนข้างละเอียดเมื่อสัมผัสจะรู้สึกนุ่มและลากลึกน้อย ส่วน
ดินทรายเป็นดินที่มีเนื้อหยาบ เมื่อสัมผัสจะรู้สึกลากลึก และค่า pH เป็นค่าที่บ่งบอกความ
เป็นกรดและเบสของดิน โดยดินที่เป็นกลางจะมีค่า pH เท่ากับ 7 ถ้าดินที่เป็นกรดจะมีค่า
pH น้อยกว่า 7 ส่วนดินที่เป็นเบสจะมีค่า pH มากกว่า 7 ซึ่งสมบัติของดินเหล่านี้สามารถ
นำมาพิจารณาเพื่อเลือกใช้ดินให้มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืชแต่ละชนิด เช่น ดินเหนียว
ใช้ปลูกข้าว ดินร่วนใช้ปลูกพืชทั่วไป

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

1. ครูและให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเนื้อหาทั้งหมดที่เรียนในบทเพื่อสรุป
เนื้อหาที่เรียนโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- ดินเกิดขึ้นได้อย่างไร

ดินเกิดขึ้นตามธรรมชาติโดยอาศัยการผุพังอยู่กับที่ทั้งทางกายภาพ และทางเคมีของหินจนทำให้หินมีขนาดเล็กกลายเป็นวัตถุต้นกำเนิดดินจากนั้นมีการผสม คลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชและ ซากสัตว์กลายเป็นดินที่มี ลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่กระบวนการเกิดดินอาศัยระยะเวลาที่ ต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน เมื่อเวลาผ่านไปเริ่มมีชั้นดินเกิดขึ้นและเมื่อระยะเวลาในการเกิด ดินเพิ่มมากขึ้นจำนวนชั้นดินและความหนาของชั้นดินก็จะเพิ่มมากขึ้น

- กระบวนการเกิดดินต้องอาศัยตัวนำพาและปัจจัยใดบ้าง

กระบวนการเกิดดินนอกจากอาศัยวัตถุต้นกำเนิดดินแล้วยังต้องอาศัย ตัวนำพาต่าง ๆ เช่นน้ำลิ่งมีชีวิต ลม ในการหมุนเวียนสารหรือวัตถุต่าง ๆ รวมถึงอาศัย ปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิอากาศ ปริมาณฝน ความชื้นและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ชั้นดินมีลักษณะอย่างไร ชั้นดินแต่ละชั้นมีลักษณะและสมบัติ แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

ชั้นดินในพื้นที่หนึ่ง ๆ มีลักษณะแบ่งออกเป็นชั้น ๆ ชนนานหรือเกือบ ชนนานไปกับผิวหน้าดินชั้นดินแต่ละชั้นในพื้นที่หนึ่ง ๆ มีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกันเช่น สีโครงสร้างดินเนื้อดินการยึดตัวความเป็นกรด-เบส ลิ่งต่าง ๆ ที่ปนอยู่ในดินความหนาของ ชั้นดินลักษณะและสมบัติของชั้นดินแต่ละชั้นจะมีความแตกต่างกันเพิ่มมากขึ้นตาม ระยะเวลาในการเกิดดินและเมื่อระยะเวลาในการเกิดดินเพิ่มมากขึ้นจำนวนชั้นดินที่พบก็จะมีมากขึ้น

- ชั้นหน้าตัดดินมีลักษณะอย่างไร

ชั้นหน้าตัดดินเป็นชั้นดินที่มีลักษณะปรากฏให้เห็นเรียงลำดับเป็นชั้น จากชั้นบนสุดถึงชั้นล่างสุด

- ชั้นหน้าตัดดินในแต่ละพื้นที่มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่เพราะเหตุใด ชั้นหน้าตัดดินในแต่ละพื้นที่มีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน เช่น จำนวนชั้นดินความหนาของชั้นดินสีดินเนื้อดินความเป็น กรด-เบส ความแตกต่างนี้เกิดขึ้น เนื่องด้วยปัจจัยในการเกิดดินต่าง ๆ เช่น ชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน ภูมิอากาศ ลิ่งมีชีวิตใน ดินภูมิประเทศ และระยะเวลาในการเกิดดิน

- ชั้นหน้าตัดดินที่มีการพัฒนาอย่างสมบูรณ์จะแบ่งออกเป็นกี่ชั้น
ได้แก่อะไรบ้าง

ชั้นหน้าตัดดินที่มีการพัฒนาอย่างสมบูรณ์จะมีชั้นดินหลัก จำนวน 6 ชั้น เรียงจากชั้นบนสุดลงไปสู่ชั้นล่างสุด ได้แก่ชั้นโอ ชั้นเอ ชั้นอี ชั้นบี ชั้นซี และชั้นอาร์ ตามลำดับ

ชั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation)

1. ครูประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม พฤติกรรม การทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผล การปฏิบัติ กิจกรรมหน้าชั้นเรียน การทำการทดลอง

2. ครูตรวจสอบใบกิจกรรม กระบวนการเกิดของดิน ปัจจัยที่มีผลต่อ ลักษณะและสมบัติของดิน

6. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้	- ตรวจสอบแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน) - ตรวจสอบบันทึกกิจกรรม	- แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน) - ใบบันทึกกิจกรรม	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2. ด้านทักษะกระบวนการ	- ตรวจสอบแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- แบบทดสอบวัด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์- ใบกิจกรรม	- ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะของผู้เรียน	- ประเมินการ นำเสนอ ผลงาน/ผล การปฏิบัติกิจกรรม	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์และ สมรรถนะสำคัญ ของผู้เรียน	- ผ่านเกณฑ์ อยู่ในระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

7. ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. ใบกิจกรรม เรื่อง การตรวจวัดสมบัติดิน
2. ใบกิจกรรม เรื่อง ดินที่ระดับความลึกต่างกันมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่
3. ใบกิจกรรม เรื่อง กระบวนการเกิดของดิน
4. ใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะและสมบัติของดิน
5. ใบบันทึกผลกิจกรรม เรื่อง การตรวจวัดสมบัติดิน

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนฐานวิทยาศาสตร์ ม.2 เล่ม 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 โลกและการเปลี่ยนแปลง
- 2) ใบความรู้เรื่อง ดิน ชั้นดินและหน้าตัดชั้นดิน
- 3) ใบกิจกรรม กระบวนการเกิดของดิน
- 4) ใบกิจกรรม เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะและสมบัติของดิน
- 5) ใบกิจกรรม เรื่อง การตรวจวัดสมบัติดิน
- 6) วัสดุอุปกรณ์กิจกรรม การตรวจวัดสมบัติดิน
- 7) ใบบันทึกผลการทดลอง เรื่อง การตรวจวัดสมบัติดิน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 2) อินเทอร์เน็ต

ใบความรู้เรื่อง ดิน ชั้นดิน และชั้นหน้าตัดดิน

ดิน

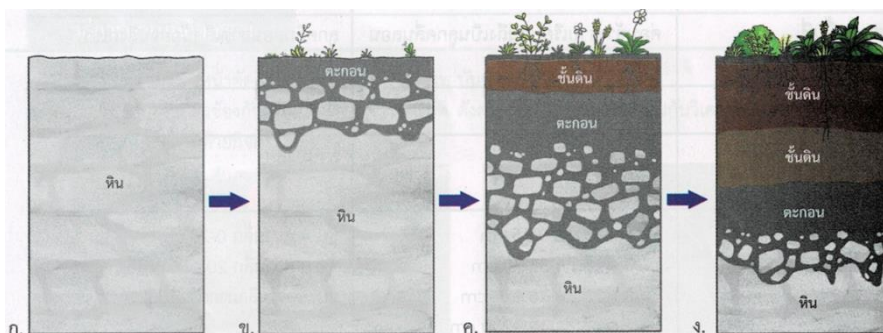
ดินเกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยอาศัยการผุพังอยู่กับที่ทั้งทางกายภาพและทางเคมีของหินจนหินมีขนาดเล็กลง แล้วผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์ กระบวนการเกิดดินอาศัยระยะเวลาที่ต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน



ภาพประกอบที่ 1 ดิน

ที่มา: <https://www.thmdin.com/blog/>

กระบวนการเกิดดินและชั้นดินเกิดจากหินในพื้นที่ที่มีการผุพังอยู่กับที่ทั้งทางกายภาพและทางเคมี การผุพังที่เกิดขึ้นนี้ทำให้หินมีขนาดเล็กลงจนเกิดเป็นตะกอนขนาดต่าง ๆ ที่เรียกว่า วัตถุต้นกำเนิดดิน (Soil Parent Material) กระบวนการผุพังอยู่กับที่ของหินนี้จะเกิดขึ้นไปพร้อม ๆ กับการย่อยสลายของซากพืชและซากสัตว์ที่อยู่บริเวณผิวดินจนทำให้เกิดเป็นอินทรีย์วัตถุ การผสมคลุกเคล้ากันระหว่างตะกอนขนาดต่าง ๆ กับอินทรีย์วัตถุทำให้เกิดเป็นดิน และจะค่อย ๆ พัฒนาเป็นชั้นดินชั้นต่าง ๆ



ภาพประกอบที่ 2 กระบวนการเกิดดิน

ที่มา: หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.2 เล่ม 2 (สสวท)

กระบวนการเกิดดินนอกจากอาศัยปัจจัยจากวัตถุดิบกำเนิดดินแล้ว ยังอาศัยตัวนำพาต่างๆ เช่น น้ำ ลิ่งมีชีวิตร ลม ในการหมุนเวียนสารหรือวัตถุต่าง ๆ รวมถึงอาศัยปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิอากาศ ปริมาณฝน ความชื้น และการเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งตัวนำพาและปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อกระบวนการผุพังอยู่กับที่ของหินทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมถึงมีผลต่อการสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการเกิดดิน

ฮิวมัส

เป็นอินทรีย์วัตถุที่เกิดจากการย่อยสลายของซากพืชและซากสัตว์ผลที่ได้คือ สารประกอบต่าง ๆ เช่น น้ำคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย สารประกอบอะโรมาติก ปะปนอยู่ในดินรวมตัว (Condensation) กับกรดอะมิโนที่จุลินทรีย์ที่อยู่ในดินสังเคราะห์ขึ้น กลายเป็นสารที่เรียกว่า ฮิวมัส

ดินแต่ละท้องถิ่นจะมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. วัตถุดิบกำเนิดดิน

ส่วนใหญ่ดินมีต้นกำเนิดหลักมาจากการผุพังอยู่กับที่ของหิน ซึ่งมีกระบวนการผุพังที่แตกต่างกัน ทำให้ดินแต่ละบริเวณมีปริมาณแร่ธาตุ สีดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดิน และสมบัติทางเคมีของดินแตกต่างกัน

2. ลักษณะภูมิประเทศ

มีผลต่อการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ตัวอย่างเช่น ดินที่เกิดบริเวณที่มีความลาดชันสูง ชั้นของดินจะบางเนื่องจากการไหลของน้ำอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดินส่วนดินที่เกิดในบริเวณที่ราบ ชั้นของดินจะหนาเนื่องจากน้ำจะไหลได้ค่อนข้างช้า ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินน้อย นอกจากนี้ ในบริเวณที่เป็นแอ่งหรือที่ลุ่มต่ำชั้นดินจะหนาเนื่องจากน้ำจะพัดพาเอาตะกอนจากบริเวณที่สูงหรือบริเวณใกล้เคียงมาทับถมในที่ลุ่มต่ำ

3. เวลา

ดินที่มีอายุยาวนานจะมีชั้นดินที่สมบูรณ์กว่าดินที่มีอายุน้อย ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสภาพอากาศร่วมด้วย หากดินเกิดขึ้นในบริเวณเขตร้อนชื้นซึ่งทำให้มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วดินจะสมบูรณ์ได้ในระยะเวลาที่น้อยกว่าปกติ

4. ภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศมีความสำคัญต่อการกำเนิดและพัฒนาของดินมากที่สุด โดยองค์ประกอบทางภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดินมี ดังนี้

- 1) ปริมาณฝน ความชื้นที่ได้รับจากน้ำฝน ทำให้เกิดกระบวนการทางเคมี ส่งผลให้หินและแร่ธาตุสลายตัวกลายเป็นดินได้ง่าย
- 2) อุณหภูมิ หินที่อยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนจะมีอัตราการสลายตัวเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีได้รวดเร็วกว่าหินที่อยู่ในเขตภูมิอากาศอบอุ่นหรือเย็น นอกจากนี้ อุณหภูมิยังมีผลต่อปฏิกิริยาการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในดินซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์
- 3) ลม มีส่วนช่วยทำให้หินซึ่งเป็นวัตถุดิบกำเนิดแตกออก และพัฒนากลายเป็นดินในเวลาต่อมา

5. สิ่งมีชีวิต

พืชที่ขึ้นปกคลุมดินเมื่อตายไปจะช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน ในบริเวณที่มีความชื้น พืชจะเจริญได้ดี และจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินทำงานได้ดีขึ้น ส่งผลให้ดินที่เกิดจะลึก และมีชั้นของดินชัดเจน ส่วนในบริเวณแห้งแล้ง พืชจะเจริญไม่ดีและมีจำนวนน้อย ส่งผลให้ดินบริเวณนั้นไม่สมบูรณ์ เนื่องจากอินทรีย์วัตถุที่อยู่ภายในดินมีน้อย

สมบัติของดิน

สมบัติของดินเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญประการหนึ่งที่จะนำมาใช้ในการประเมินหรือกำหนดความเหมาะสมของดินสำหรับการเพาะปลูกพืช การกำหนดวิธีการแก้ไขปรับปรุงดินหรือการนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ซึ่งสมบัติของดินที่สำคัญมีอยู่หลายประการ ดังนี้

1. เนื้อดิน

เป็นสมบัติที่บอกถึงความละเอียดของดิน ซึ่งแสดงถึงปริมาณอนุภาคสารอินทรีย์ขนาดต่าง ๆ ภายในดินโดยสามารถแบ่ง 3 ประเภท ได้แก่ อนุภาคดินเหนียว อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคทราย โดยขนาดของอนุภาคแต่ละประเภทรูปนั้นจะแตกต่างกัน ซึ่งแสดงได้ ดังตาราง

อนุภาคของดิน	ขนาดอนุภาค
อนุภาคดินเหนียว	เล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร
อนุภาคทรายแป้ง	0.002–0.02 มิลลิเมตร
อนุภาคทราย	0.02–2 มิลลิเมตร

ตาราง ขนาดอนุภาคของดินแต่ละประเภท

อนุภาคดินเหนียวถือว่ามีความหนาแน่นมากที่สุดต่อลักษณะเนื้อดิน เนื่องจากอนุภาคดินเหนียวมีขนาดเล็กมาก หากดินนั้นประกอบไปด้วยอนุภาคดินเหนียวปริมาณมากจะทำให้มีพื้นที่ผิวภายนอกที่สามารถดูดซับธาตุอาหารของพืชได้มาก ซึ่งพืชจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ลักษณะเนื้อดิน

การรวมตัวกันของอนุภาคของดินทั้ง 3 ประเภท ในอัตราส่วนต่าง ๆ ทำให้เกิดเป็นดินที่มี ลักษณะของเนื้อดินที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มของดินจากลักษณะของเนื้อดินออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ดินร่วน ดินทราย และดินเหนียว

ดินร่วน

ดินที่มีเนื้อดินปานกลาง

ประกอบด้วยอนุภาคทราย อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคดินเหนียวในปริมาณเท่า ๆ กันซึ่งดินร่วนเป็นดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก เพราะเป็นดินที่ไถพรวนได้ง่าย มีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดี จึงเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง



ภาพประกอบที่ 3 ดินร่วน

ที่มา : <http://www.mitrpholmodernfarm.com>

ดินทราย

ดินที่มีเนื้อดินหยาบ ประกอบด้วยอนุภาคทรายเป็นส่วนมาก โดย อนุภาคจะเกาะตัวกันหลวม ๆ มีลักษณะเป็นเม็ดเดี่ยว ๆ ดินทรายมีความสามารถในการระบายน้ำและอากาศดีมาก ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ น้ำซึมผ่านได้อย่างรวดเร็ว ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพราะยึดจับธาตุอาหารพืชได้น้อย



ภาพประกอบที่ 4 ดินทราย

ที่มา : <https://thaismegp.com>

ดินเหนียว

ดินที่มีเนื้อดินละเอียด ประกอบด้วยอนุภาคดินเหนียวเป็นส่วนมาก ในสภาพดินแห้งจะเกาะตัวกันเป็นก้อนแข็งแต่เมื่อเปียกน้ำจะมีความยืดหยุ่น ดินเหนียวมีความสามารถในการระบายน้ำ และอากาศได้น้อยแต่อุ้มน้ำได้ดีและสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชได้สูง



ภาพประกอบที่ 5 ดินเหนียว

ที่มา : <https://thaismegp.com>

2. สีของดิน

สีของดินเป็นสมบัติอีกประการหนึ่งของดินที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยดินแต่ละชนิดจะมีปริมาณของฮิวมัส ชนิดของสารประกอบของธาตุหลัก และปริมาณความชื้นเป็นตัวกำหนดสีของดิน

ดินสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ

ดินที่เกิดจากการผุพังสลายตัวของหินและแร่ที่มีสีเข้ม เช่น หินภูเขาไฟ ซึ่งเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง

ดินสีขาวหรือสีเทาอ่อน

ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีสีจางหรือเป็นทรายมาก ซึ่งบริเวณที่มีสีจางเกิดจากกระบวนการที่ธาตุต่าง ๆ ถูกชะล้างออกไปจากชั้นดิน

ดินสีเหลืองหรือสีแดง

เป็นดินที่มีอัตราการผุพังและสลายตัวสูง มีองค์ประกอบเป็นสารประกอบของเหล็กในปริมาณมาก มักเกิดในบริเวณที่สูงตามเนินเขาหรือที่ราบไหล่เขา ซึ่งดินลักษณะนี้มีการระบายน้ำได้ดี

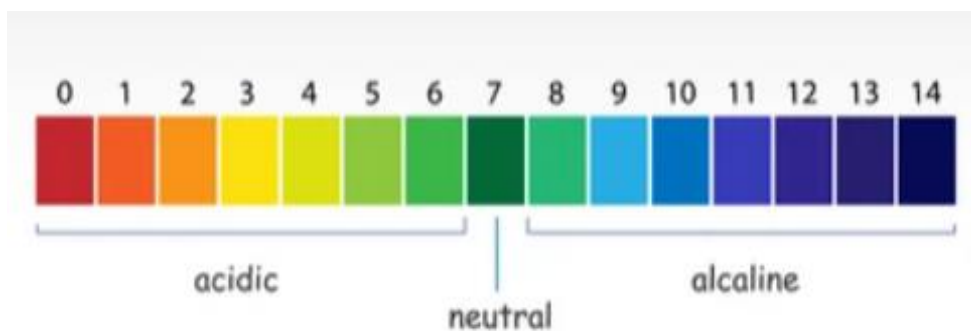
ดินสีเทาปนน้ำเงิน

เป็นดินที่มักพบในบริเวณที่มีน้ำขังซึ่งทำให้สารประกอบของเหล็กอยู่ในรูปที่มีสีเทา เช่น ดินบริเวณนาข้าว

3. ความเป็นกรด-เบสของดิน

เป็นสมบัติทางเคมีของดินที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งนิยมบอกค่าความเป็นกรด-เบสด้วยค่า pH โดยทั่วไปค่า pH ของดินจะบอกเป็นค่าตัวเลขตั้งแต่ 1-14 ถ้าดินมีค่า pH น้อยกว่า 7 แสดงว่าเป็นดินกรด แต่ถ้าดินมีค่า pH มากกว่า 7 แสดงว่าเป็นดินด่าง ส่วนดินที่มี pH เท่ากับ 7 แสดงว่าดินเป็นกลาง โดยค่า pH สามารถตรวจสอบได้จากการใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ ค่า pH ของดินมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะจะเป็นตัวควบคุมการละลายของธาตุอาหารในดินที่พืชต้องการซึ่งอยู่ในรูปของสารละลายหรือน้ำในดิน ถ้าดินมี pH ไม่เหมาะสม ธาตุอาหารในดินจะละลายออกมาได้น้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หรือธาตุอาหารบางชนิดอาจจะละลายออกมาเกินความจำเป็นจนเป็นพิษต่อพืชได้ ซึ่งการแก้ปัญหาค่า PH ของดิน สามารถทำได้หลายวิธี เช่น เมื่อดินมีค่า pH ต่ำกว่า 7 ดินจะเป็นดินกรดหรือดินเปรี้ยว วิธีการแก้ไขดินสามารถทำได้หลายวิธี เช่น เติมปูนขาว เติมหินปูนบด เติมน้ำให้ท่วมขังบริเวณที่เป็นกรด

เมื่อดินมีค่า pH สูงกว่า 7 ดินจะเป็นดินด่าง วิธีการแก้ไขดินด่างสามารถทำได้หลายวิธี เช่น เติมอินทรีย์วัตถุ ปลูกพืชบำรุงดิน



ภาพประกอบที่ 6 การเปลี่ยนสีกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์เมื่อทดสอบค่า pH
ที่มา: <https://www.shutterstock.com/th/search/ph+scale>

4. โครงสร้างดิน

เป็นสมบัติของดินที่เกิดจากการจับกันของอนุภาคแร่ธาตุ อินทรีย์สารและอินทรีย์สารในดิน เกิดเป็นเม็ดดินหรือลักษณะเป็นก้อนดินที่มีขนาด รูปร่าง และความแข็งแรงในการยึดตัวแตกต่างกัน โครงสร้างของดินมีผลต่อการซึมผ่านของน้ำผิวดิน การอุ้มน้ำการระบายน้ำ การถ่ายเทอากาศในดิน และมีผลต่อการแพร่กระจายของรากพืช ซึ่งโครงสร้างดินแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1) แบบก้อนกลม (Granular)

เม็ดดินมีขนาดเล็กประมาณ 1-10 มิลลิเมตร มีรูปร่างคล้ายทรงกลม มีรากพืชปนอยู่มาก มีความพรุนมาก ระบายน้ำและอากาศได้ดีพบในดินชั้น A

2) แบบแผ่น (Platy)

เม็ดดินแบนวางตัวในแนวราบ และซ้อนทับเหลื่อมกันเป็นชั้น ๆ น้ำและอากาศซึมผ่านได้ยาก พบในดินชั้น A ที่ถูกบีบอัดจากการบดไถของเครื่องจักร

3) แบบก้อนเหลี่ยม (Blocky)

เม็ดดินมีขนาด 1-5 เซนติเมตร มีรูปร่างคล้ายกล่อง และพบการกระจายของรากพืชอยู่ปานกลาง น้ำและอากาศสามารถซึมผ่านได้พบในดินชั้น B

4) แบบแท่งหัวมน (Columnar)

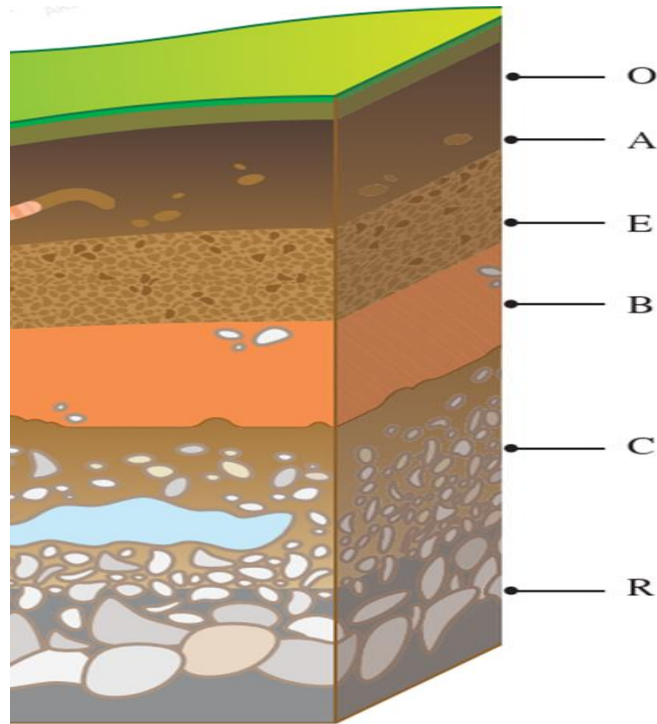
เม็ดดินมีขนาด 1-10 เซนติเมตร ส่วนบนของปลายแท่งมีลักษณะกลมมน ปกคลุมด้วยเกลือ มักพบในดินชั้น B ในบริเวณภูมิอากาศเขตร้อนชื้น และมีการสะสมของโซเดียมสูง

5) แบบแท่งหัวเหลี่ยม (Prismatic)

เม็ดดินมีขนาด 1-10 เซนติเมตร เป็นแท่งหัวเหลี่ยมคล้ายปริซึม ส่วนบนของปลายแท่งมักมีรูปร่างแบนน้ำและอากาศสามารถซึมผ่านได้ปานกลาง พบในดินชั้น B

ชั้นหน้าตัดดิน

ดินที่เกิดขึ้นในพื้นที่จะค่อยพัฒนาเกิดเป็นชั้นดินที่แบ่งเป็นชั้น ที่ขนานหรือเกือบขนานไปกับผิวหน้าดินชั้นดินแต่ละชั้นในพื้นที่หนึ่ง ๆ มีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น สี โครงสร้างดิน เนื้อดิน การยึดตัว ความเป็นกรด-เบส สิ่งต่าง ๆ ที่ปนอยู่ในดิน ความหนาของชั้นดิน ลักษณะและสมบัติของชั้นดินแต่ละชั้นจะมีความแตกต่างกันเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาในการเกิดดิน และเมื่อระยะเวลาในการเกิดดินเพิ่มมากขึ้น จำนวนชั้นดินที่พบก็จะมีมากขึ้นชั้นดินที่มีลักษณะปรากฏให้เห็นเรียงตามลำดับเป็นชั้นจากชั้นบนสุดจนถึงชั้นล่างสุด เรียกว่า หน้าตัดข้างของดิน หรือชั้นหน้าตัดดิน (Soil Profile) ชั้นหน้าตัดดินในแต่ละพื้นที่จะมีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น จำนวนชั้นดิน ความหนาของชั้นดิน สีดิน เนื้อดิน ความเป็นกรด-เบส ความแตกต่างนี้เกิดขึ้นเนื่องด้วยปัจจัยในการเกิดดินต่าง ๆ เช่น ชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิตในดิน ภูมิประเทศ และระยะเวลาในการเกิดดินชั้นหน้าตัดดินที่มีการพัฒนาอย่างสมบูรณ์จะมีชั้นดินหลักจำนวน 6 ชั้น ได้แก่ ชั้นโอ ชั้นเอ ชั้นอี ชั้นบี ชั้นซี และชั้นอาร์



ชั้นดิน	ลักษณะและสมบัติทั่วไปของชั้นดิน
ชั้นโอ (O horizon)	ชั้นอินทรีย์วัตถุ เป็นชั้นดินที่องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอินทรีย์วัตถุที่ยังไม่สลายตัว
ชั้นเอ (A horizon)	ชั้นดินแร่ เป็นชั้นดินที่เกิดอยู่ที่ผิวดินหรือใต้ชั้นโอประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวแล้ว ผสมคลุกเคล้ากับแร่ธาตุในดิน
ชั้นอี (E horizon)	ชั้นซึ่มชะ เป็นชั้นดินที่มีปริมาณอินทรีย์ภูตุน้อยกว่าชั้นเอ มีเนื้อดินหยาบกว่าชั้นบี ชั้นนี้จัดอยู่ในบริเวณที่มีการซึ่มชะ
ชั้นบี (B horizon)	ชั้นสะสม เป็นชั้นดินที่มีการสะสมตัวของวัตถุต่าง เช่น ดินเหนียว ซึ่งมีการซึ่มชะมาจากชั้นดินที่อยู่ด้านบน ชั้นนี้จัดอยู่ในบริเวณที่มีการสะสมตัวของแร่
ชั้นซี (C layer)	ชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน เป็นชั้นที่ประกอบด้วยหินที่ผุพังอยู่กับที่ หรืออาจเป็นตะกอนขนาดต่าง ๆ
ชั้นอาร์ (R layer)	ชั้นหินแข็ง เป็นชั้นหินที่ยังไม่มีการผุพังอยู่กับที่ เป็นชั้นหินที่เชื่อมติดกันแน่น ขุดไม่เข้า

ใบกิจกรรม การตรวจวัดสมบัติดิน

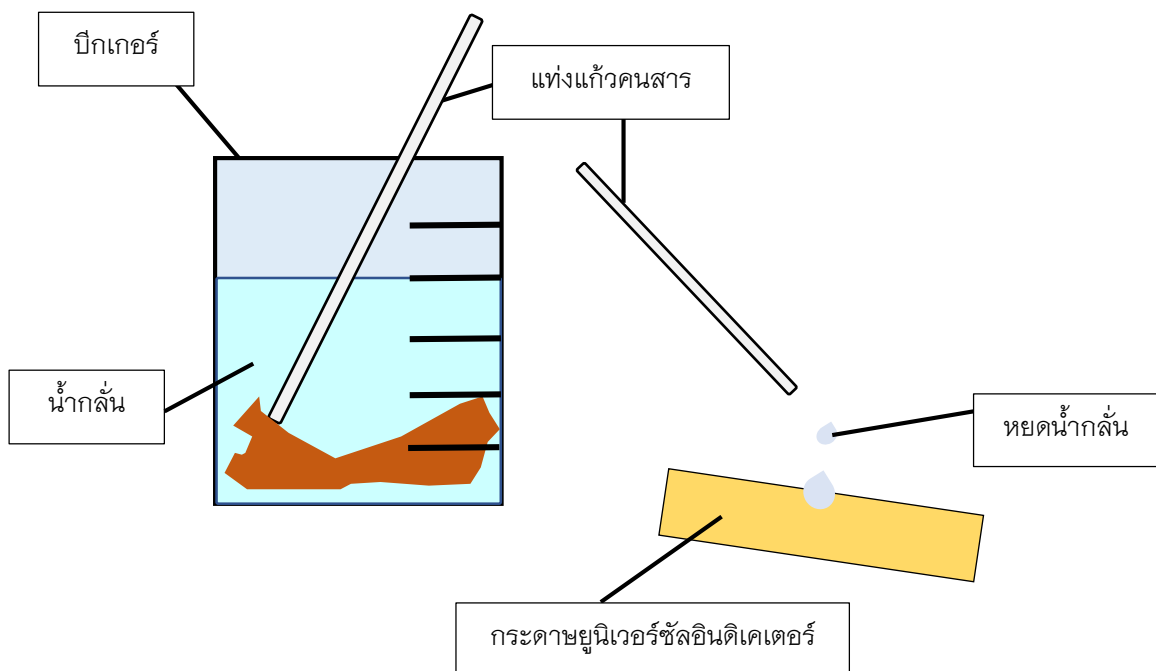
จุดประสงค์: ตรวจวัดและระบุสมบัติของดินโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมได้

วัสดุและอุปกรณ์

1. น้ำกลั่น
2. แท่งแก้วคนสาร
3. ปีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร
4. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
5. อุปกรณ์ตักดิน เช่น ช้อนปลูก พลั่วขุดดิน

วิธีดำเนินการกิจกรรม

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ส่งตัวแทนกลุ่มไปเก็บตัวอย่างดินประมาณ 200 กรัม ใส่ลงในปีกเกอร์ โดยให้แต่ละกลุ่มขุดเก็บตัวอย่างดินในบริเวณที่แตกต่างกัน
2. สังเกตลักษณะของเนื้อดิน สิ่งที่พบในเนื้อดิน และสีของดินแล้วบันทึกผล
3. ใส่น้ำกลั่นปริมาณ 300 ml ลงในปีกเกอร์ขนาด 500 ml ที่บรรจุดินไว้ แล้วคนด้วยแท่งแก้วประมาณ 3 นาที จนดินที่อยู่ในปีกเกอร์ละลาย จากนั้นวางทิ้งไว้จนตกตะกอน
4. ใช้แท่งแก้วจุ่มน้ำในปีกเกอร์ แล้วนำมาแตะที่กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ สังเกตสีที่ปรากฏบนกระดาษแล้วนำไปอ่านค่า pH บันทึกผลที่ได้



เรื่อง กระบวนการเกิดของดิน

คำชี้แจง: เขียนแสดงกระบวนการเกิดดินพร้อมอธิบาย



ใบกิจกรรม

เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะและสมบัติของดิน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถาม พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

1. ลักษณะดินที่พบในภาคใต้ส่วนมากจะเป็นดินที่อยู่ในสภาพค่อนข้างชื้น ลักษณะดินที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนมากเนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย ส่วนภาคกลางส่วนใหญ่จะเป็นดินตะกอน ซึ่งเหมาะสมต่อการเพาะปลูก เพราะเหตุใดดินในแต่ละภูมิภาคจึงมีลักษณะไม่เหมือนกัน

.....

.....

.....

.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถาม พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

ดินในแต่ละบริเวณจะมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

ภูมิอากาศ อุณหภูมิและปริมาณฝน

.....

.....

.....



ภูมิประเทศ

.....

.....

.....



วัตถุดิบกำเนิดดิน

.....

.....

.....



ระยะเวลาในการเกิดดิน

.....

.....

.....



ปัจจัยทางชีวภาพ

.....

.....

.....



ใบบันทึกผลกิจกรรมการทดลอง การตรวจวัดสมบัติดิน

กิจกรรม ตรวจวัดสมบัติของดิน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่กำหนดให้

เกณฑ์ในการพิจารณา	ผลที่ได้จากการทดลอง
สีของดิน
ลักษณะเนื้อดิน / สิ่งที่พบในเนื้อดิน
ค่า pH ของดิน

อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

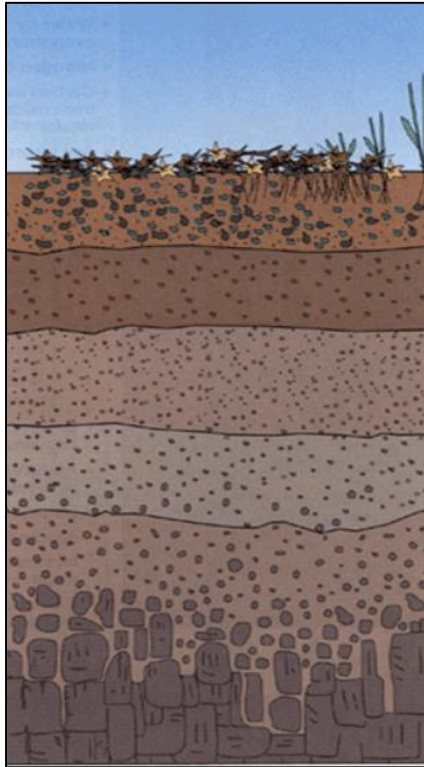
.....

.....

ใบกิจกรรม

เรื่อง ชั้นหน้าตัดดิน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนสำรวจและอธิบายลักษณะหน้าตัดข้างของดินในแต่ละชั้นต่อไปนี้



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

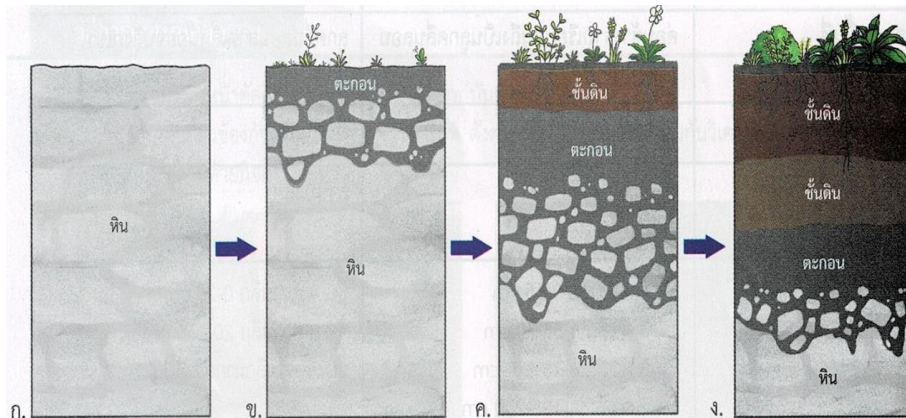
.....

.....

ใบกิจกรรม

เรื่อง กระบวนการเกิดของดิน

คำชี้แจง : เขียนแสดงกระบวนการเกิดดินพร้อมอธิบาย



ที่มาภาพ : หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ม.2 (สสวท)

ก. หินในพื้นที่

ข. หินเกิดการผุพังอยู่กับที่ทำให้เกิดตะกอนขนาดต่าง ๆ กระบวนการนี้เกิดขึ้นพร้อมกับการสลายตัวของซากพืชและซากสัตว์ตรงบริเวณผิวดินทำให้เกิดอินทรีย์วัตถุ

ค. การผสมคลุกเคล้าระหว่างตะกอนขนาดต่าง ๆ กับอินทรีย์วัตถุทำให้เกิดดิน โดยเริ่มพัฒนาเกิดเป็นชั้นดินที่อยู่เหนือระดับของเศษหินที่ผุพังขึ้นมาจนถึงผิวดิน

ง. เมื่อเวลาผ่านไป เริ่มมีชั้นดินเพิ่มขึ้น และแต่ละชั้นจะมีความหนาเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเกิดดิน

ใบกิจกรรม

เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะและสมบัติของดิน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถาม พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

1. ลักษณะดินที่พบในภาคใต้ส่วนมากจะเป็นดินที่อยู่ในสภาพค่อนข้างชื้น ลักษณะดินที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนมากเนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย ส่วนภาคกลางส่วนใหญ่จะเป็นดินตะกอน ซึ่งเหมาะสมต่อการเพาะปลูก เพราะเหตุใดดินในแต่ละภูมิภาคจึงมีลักษณะไม่เหมือนกัน

ดินในแต่ละภูมิภาคมีลักษณะไม่เหมือนกัน เนื่องจากมีลักษณะภูมิอากาศแตกต่างกัน เช่น ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อยู่ในอุณหภูมิเฉลี่ยสูงและได้รับปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า เนื้อดินจึงไม่ค่อยเก็บความชื้น จึงมีลักษณะเป็นดินทราย ดินในภาคใต้อยู่อุณหภูมิเฉลี่ยไม่มากนักและได้รับปริมาณน้ำฝนมาก ดินจึงมีความชื้นสูง ลักษณะภูมิประเทศก็มีผล เนื่องจากในภาคกลางมีสภาพพื้นที่ทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำต่าง ๆ ดินที่พบส่วนมากจึงเป็นดินตะกอนที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถาม พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

ดินในแต่ละบริเวณจะมีลักษณะและสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

ภูมิอากาศ อุณหภูมิและปริมาณฝน

ภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดิน โดยมีอิทธิพลต่ออัตราการสลายตัวของหิน และแร่ที่จะแปรสภาพเป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน ในเขตร้อน หินและแร่จะสลายตัวได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีอุณหภูมิสูงและมีปริมาณฝนมาก



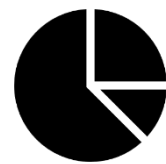
ภูมิประเทศ

ภูมิประเทศเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดดิน ภูมิประเทศที่มีความลาดชันชันของดินบางมาก เพราะน้ำไหลได้สะดวกจึงเกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน บริเวณที่ราบจะพบชั้นของดินหนา เพราะน้ำไหลช้าจึงเป็นผลทำให้การชะล้าง



วัตถุต้นกำเนิดดิน

ดินเกิดจากการผุพังของหิน ซึ่งหินแต่ละชนิดมีกระบวนการผุพังแตกต่างกัน ส่งผลให้ดินมีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกัน ดินที่เกิดจากหินที่เป็นเบสจะเป็นดินที่มีเนื้อละเอียดสีคล้ำ มีความอุดมสมบูรณ์สูง ส่วนดินที่เกิดจากหินที่เป็นกรด จะเป็นดินที่มีเนื้อหยาบสีจาง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ



ระยะเวลาในการเกิดดิน

ดินที่มีอายุยาวนานจะมีชั้นดินที่สมบูรณ์กว่าดินที่มีอายุน้อย ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสภาพอากาศร่วมด้วย หากดินเกิดขึ้นในบริเวณเขตร้อนชื้นซึ่งทำให้มีการสลายตัวอย่างรวดเร็วดินจะสมบูรณ์ได้ในระยะเวลาที่น้อยกว่าปกติ



ปัจจัยทางชีวภาพ

ปัจจัยทางชีวภาพ เช่น พืชและสัตว์จะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาดินอย่างมาก เมื่อพืชและสัตว์ตายลงจะช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน บริเวณที่มีความชื้นพืชจะเจริญเติบโตได้ดี และจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินทำงานได้ดีขึ้นส่งผลให้ดินที่เกิดขึ้นมีชั้นดินที่สมบูรณ์ ในทางกลับกันบริเวณที่แห้งแล้งพืชจะเจริญเติบโตได้ช้าหรือหยุดการเจริญเติบโต ส่งผลให้ดินบริเวณนั้นไม่มีความอุดมสมบูรณ์ เนื่องจากอินทรีย์วัตถุที่อยู่ภายในดินมีน้อย



ใบบันทึกผลกิจกรรมการทดลอง การตรวจวัดสมบัติดิน

กิจกรรม ตรวจวัดสมบัติของดิน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่กำหนดให้

บันทึกตามที่ได้เห็น

เกณฑ์ในการพิจารณา	ผลที่ได้จากการทดลอง
สีของดิน	บันทึกตามที่ได้เห็น
ลักษณะเนื้อดิน / สิ่งที่พบในเนื้อดิน	บันทึกตามที่ได้เห็น
ค่า pH ของดิน	บันทึกตามที่ได้เห็น

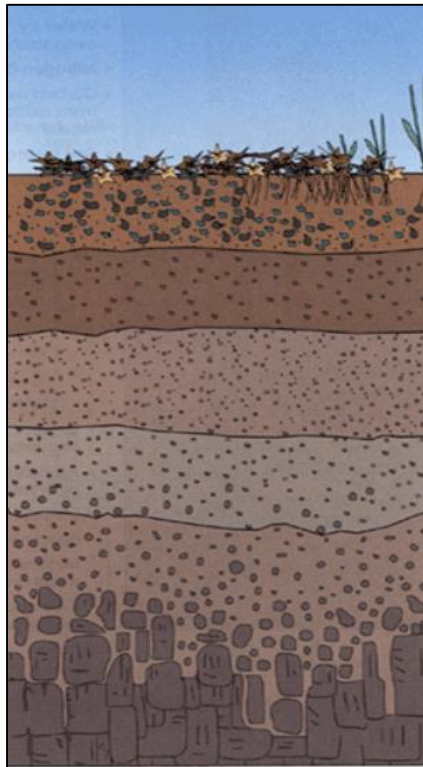
อภิปรายผลการทดลอง

ดินแต่ละบริเวณจะมีลักษณะแตกต่างกัน สังเกตได้จากสีของดิน เนื้อดิน เนื่องจากในแต่ละบริเวณมีต้นกำเนิดดินที่แตกต่างกัน ดังนั้น การตรวจวัดสมบัติของดิน เช่น การวัดความเป็นกรด-ด่าง ถือเป็นสิ่งสำคัญเพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ดินให้มีความเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์

ใบกิจกรรม

เรื่อง ชั้นหน้าตัดดิน

คำชี้แจง: จงอธิบายลักษณะหน้าตัดข้างของดินในแต่ละชั้นต่อไปนี้



ชั้น O หรือ ชั้นอินทรีย์วัตถุ

เป็นชั้นที่มีการสะสมของสารอินทรีย์ที่ได้จากพืชและซากสัตว์

ชั้น A หรือ ชั้นดินแร่

ประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวแล้วคลุกเคล้ากับแร่ธาตุที่อยู่ภายในดิน มักมีสีคล้ำ

ชั้น B หรือ ชั้นดินล่าง

เป็นชั้นที่มีการสะสมของตะกอนและแร่ธาตุ ที่ถูกชะล้างมาจากดินชั้นบน ดินชั้นนี้จึงมีเนื้อแน่น มีความชื้นสูง

ชั้น E หรือ ชั้นชะล้าง

เป็นชั้นดินที่มีสีซีดจาง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยกว่าชั้น A และมีเนื้อดินหยาบกว่าชั้น B

ชั้น C หรือ ชั้นการผุพังของหิน

เป็นชั้นที่หินต้นกำเนิดหรือหินดินดานเกิดการผุพังสลายตัวกลายเป็นเศษหินที่มีลักษณะเป็นก้อน

ชั้น R หรือ ชั้นหิน

เป็นชั้นของหินแข็งชนิดต่าง ๆ ที่ยังไม่ผุพังสลายตัว

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน

เรื่อง ดิน ชั้นดิน และหน้าตัดดิน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดไม่ใช่ขั้นตอนการเกิดดิน (ความรู้ความจำ)
 - ก. ฮิวมัสผสมกับเศษหินและแร่ธาตุ
 - ข. ซากพืชและซากสัตว์ตายและทับถม
 - ค. น้ำพัดพาเศษหินมาทับและสะสมตัว
 - ง. การผุพังและสลายตัวของหินต้นกำเนิด
2. ดินชั้นบนกับดินชั้นล่างมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร (การวิเคราะห์)
 - ก. ดินชั้นบนมีฮิวมัสมากกว่า
 - ข. ดินชั้นบนมีความพรุนน้อยกว่า
 - ค. สีของดินชั้นบนจางกว่าดินชั้นล่าง
 - ง. ดินชั้นบนมีขนาดของเม็ดดินเล็กกว่า
3. ปัจจัยใดมีอิทธิพลต่ออัตราการไหลบ่าของน้ำที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของอินทรีย์วัตถุในดิน (การวิเคราะห์)
 - ก. เวลา
 - ข. สิ่งมีชีวิต
 - ค. ภูมิภาคอากาศ
 - ง. ภูมิประเทศ
4. ดินที่มีเนื้อดินหยาบ น้ำซึมผ่านได้ดี ไม่อุ้มน้ำ เป็นสมบัติของดินชนิดใด (ความรู้ความจำ)

ก. ดินร่วน	ค. ดินโคลน
ข. ดินทราย	ง. ดินเหนียว
5. ข้อใดทำให้ทราบว่าดินมีแร่เหล็กออกไซด์เป็นองค์ประกอบ (ความเข้าใจ)
 - ก. สีของดิน
 - ข. แร่ธาตุในดิน
 - ค. ขนาดของเม็ดดิน
 - ง. สีของดินและแร่ธาตุในดิน

6. หน้าตัดข้างของดิน หรือชั้นหน้าตัดดิน (Soil Profile) ที่สมบูรณ์จะมีชั้นดินกี่ชั้น (ความรู้ความจำ)
- 3 ชั้น
 - 4 ชั้น
 - 6 ชั้น
 - 8 ชั้น
7. ดินชั้นใดมีการสะสมของตะกอนและแร่ธาตุ (ความเข้าใจ)
- ชั้น B
 - ชั้น E
 - ชั้น A
 - ชั้น R
8. ดินชั้นใดมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (ความเข้าใจ)
- ชั้น B
 - ชั้น O
 - ชั้น R
 - ชั้น E
9. ถ้านำกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ไปวัดค่าความเป็นกรด-เบสของดินพบว่าดินตัวอย่างมีค่า pH อยู่ที่ 4 – 5 นักเรียนสามารถสรุปได้ว่าดินนั้นมีสภาพเป็นดินแบบใด (การประเมินค่า)
- | | |
|------------|---------------|
| ก. ดินด่าง | ค. ดินจืด |
| ข. ดินเค็ม | ง. ดินเปรี้ยว |
10. การกระทำในข้อใดไม่ใช่การปรับปรุงคุณภาพดิน (การนำไปใช้)
- แฉกปลูกพืชตระกูลถั่ว
 - แฉกปลูกพืชหมุนเวียน
 - ต้นใส่ปุ๋ยชีวภาพเพื่อเพิ่มแร่ธาตุในดิน
 - แมนเผาต่อข้าวก่อนปลูกข้าวรอบใหม่

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง ดิน ชั้นดิน และหน้าตัดดิน

ข้อ	เฉลย
1	ค
2	ก
3	ง
4	ข
5	ก
6	ค
7	ก
8	ข
9	ง
10	ง

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน-หลังเรียน

เรื่อง ดิน ชั้นดิน และหน้าตัดดิน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 10 ข้อ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. หากนักเรียนสังเกตเห็นบนผิวดินมีคราบเกลือสีขาวปรากฏอยู่บนผิวดินเป็นหย่อม ๆ หรืออาจพบเนื้อดินฟุ้งกระจาย แสดงว่าดินที่นักเรียนพบเกิดปัญหาใด (ทักษะการสังเกต)

- ก. ดินจืด
- ข. ดินเปรี้ยว
- ค. ดินต่าง
- ง. ดินเค็ม

2. เป็นชั้นดินที่มีการสะสมตัวของวัตถุต่างเช่น ดินเหนียว ซึ่งมีการซึมชะมาจากชั้นดินที่อยู่ด้านบน ชั้นนี้จัดอยู่ในบริเวณที่มีการสะสมตัวของแร่ จากข้อมูลดังกล่าวเป็นชั้นดินชั้นใด (ทักษะการพยากรณ์)

- ก. ชั้นเอ (A horizon)
- ข. ชั้นบี (B horizon)
- ค. ชั้นโอ (O horizon)
- ง. ชั้นอี (E horizon)

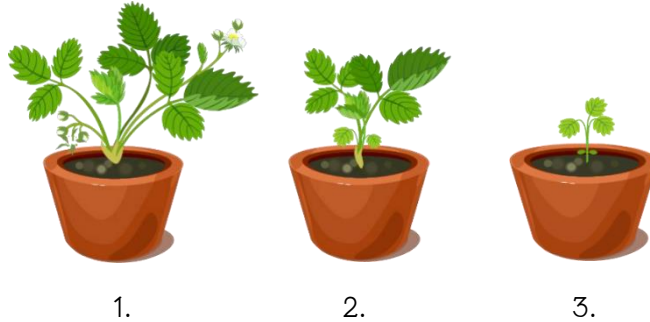
3. ดินในชั้นใดมีอินทรีย์วัตถุผสมอยู่มากที่สุด (ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)

- ก. ชั้นดินดาน
- ข. ชั้นดินแร่
- ค. ชั้นสะสมของแร่
- ง. ชั้นผิวดิน

4. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง (ทักษะการวัด)

- ก. ดินจืด คือดินที่ค่า pH ต่ำกว่า 3
- ข. ดินเปรี้ยว คือดินที่ค่า pH ต่ำกว่า 5.5
- ค. ดินต่าง คือดินที่มีค่า pH เท่ากับ 6
- ง. ดินเค็ม คือดินที่ค่า pH มากกว่า 5.5

ปลูกพืชชนิดหนึ่งในดินต่างชนิดกัน 3 ชนิดโดยมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เมื่อเวลาผ่านไป การเจริญเติบโตของพืชมีลักษณะ ดังภาพ



5. ถ้าต้องการทราบว่าดินที่เหมาะสมกับการปลูกพืชชนิดนี้ควรมีค่า pH เท่าใด จะต้องทำอย่างไร (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

- ก. กำหนดตัวแปรต้นเป็นค่า pH ของดินและทำการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ
- ข. กำหนดตัวแปรต้นเป็นธาตุอาหารในดินและทำการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ
- ค. กำหนดตัวแปรต้นเป็นปริมาณแสงที่พืชได้รับและทำการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ
- ง. ถูกทุกข้อ

6. จากข้อ 5 การทดลองนี้ต้องควบคุมตัวแปรใด (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

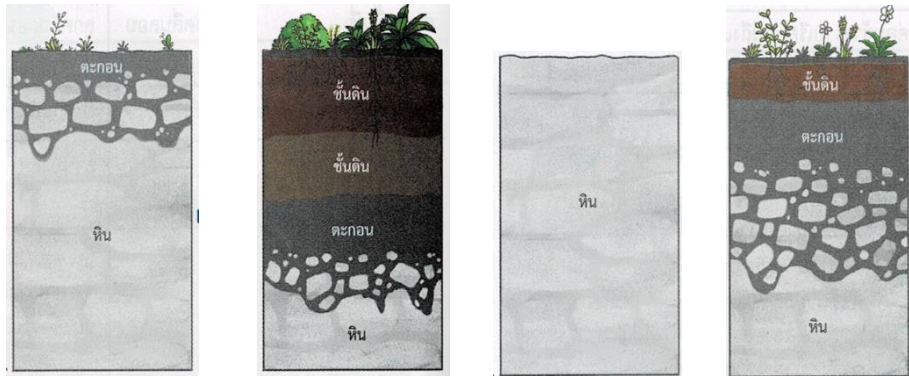
- ก. ขนาดกระถาง
- ข. ค่า pH ของดิน
- ค. ชนิดของพืช
- ง. ปริมาณความชื้นในดิน

7. โครงสร้างของดินสามารถจำแนกแบ่งออกได้เป็นกี่ประเภท (ทักษะการจำแนกประเภท)

- ก. 3 ประเภท
- ข. 4 ประเภท
- ค. 5 ประเภท
- ง. 7 ประเภท

8. ข้อใดที่เรียงลำดับกระบวนการเกิดดินได้อย่างถูกต้อง

(ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา)



ก.

ข.

ค.

ง.

ก. ก > ข > ค > ง

ข. ค > ข > ก > ง

ค. ค > ก > ง > ข

ง. ข > ก > ค > ง

9. พิจารณาตารางแสดงข้อมูล เกี่ยวกับดินแล้วบอกหา A B C และ D คือข้อใด

(ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป)

ประเภทของดิน	สมบัติของดิน	วิธีแก้ไข
A	ดินที่มีธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช	B
ดินเค็ม	ดินที่มีความเข้มข้นของเกลือที่อยู่ในดินสูง	C
ดินด่าง	D	เติมกำมะถัน

ก. A: ดินจืด B: ปุ๋ยพืชตระกูลถั่ว C: ใส่สารแคลเซียมซัลเฟต

D: ค่า pH มากกว่า 7

ข. A: ดินจืด B: ใส่ปูนขาว C: ปุ๋ยพืชตระกูลถั่ว

D: ค่า pH น้อยกว่า 7

ค. A: ดินเปรี้ยว B: ใส่อินทรีย์วัตถุ C: ใส่ปูนขาว

D: ค่า pH ต่ำกว่า 5

ง. A: ดินเปรี้ยว B: ใส่อินทรีย์วัตถุ C: ปุ๋ยพืชตระกูลถั่ว

D: ค่า pH มากกว่า 5

10. เมื่อนักเรียนทำการทดลองนำตัวอย่างดินไปวัดค่า pH พบว่าค่าที่วัดได้คือ 7.6 สามารถสรุปได้ว่าตัวอย่างดินของนักเรียนเป็นดินแบบใด (ทักษะการทดลอง)

ก. ดินเค็ม

ข. ดินเปรี้ยว

ค. ดินด่าง

ง. ดินเปรี้ยวจัด

เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน-หลังเรียน

เรื่อง ดิน ชั้นดิน และหน้าตัดดิน

ข้อ	เฉลย
1	ง
2	ข
3	ง
4	ก
5	ก
6	ข
7	ค
8	ค
9	ก
10	ค

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ คน คิดเป็นร้อยละ.....

ไม่ผ่านจุดประสงค์ คน คิดเป็นร้อยละ.....

ได้แก่

1.

2.

ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....
.....
.....
.....

ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายเจษฎากร บุญแสน)

ความเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ.....แล้ว
มีความคิดเห็นดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ดีมาก
 ดี
 พอใช้
 ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม
 ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- นำไปใช้ได้จริง
 ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ครูพี่เลี้ยง

(นางสาวเนตรชนก มนุราช)

ตำแหน่ง ครูชำนาญการ

5. ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้บริหารสถานศึกษา

(นางสาวสาวิตรี มาตรขาว)

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรม

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนประเมินการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่.....

1. ชั้น
2. ชั้น
3. ชั้น
4. ชั้น

ลำดับ ที่	รายการประเมินการปฏิบัติกิจกรรม	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	การปฏิบัติการทำกิจกรรม				
2	ความคล่องแคล่วในขณะปฏิบัติกิจกรรม				
3	การบันทึก สรุปและนำเสนอผลการทำ กิจกรรม				
	รวมคะแนน				
	ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายเจษฎากร บุญแสน)

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

เกณฑ์การให้คะแนนการปฏิบัติกิจกรรม

ประเด็นที่ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การปฏิบัติ กิจกรรม	ทำกิจกรรม ตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ ได้อย่าง ถูกต้อง	ทำกิจกรรม ตามขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ ได้อย่างถูกต้อง แต่อาจต้อง ได้รับคำแนะนำ บ้าง	ต้องให้ความ ช่วยเหลือบ้างใน การทำกิจกรรม และการใช้ อุปกรณ์	ต้องให้ความ ช่วยเหลือ อย่างมากใน การทำ กิจกรรม และ การใช้ อุปกรณ์
2. ความ คล่องแคล่ว ในขณะปฏิบัติ กิจกรรม	มีความ คล่องแคล่ว ในขณะทำ กิจกรรมโดย ไม่ต้องได้รับ คำชี้แนะ และ ทำกิจกรรม เสร็จทันเวลา	มีความ คล่องแคล่ว ในขณะทำ กิจกรรมแต่ต้อง ได้รับคำแนะนำ บ้าง และทำ กิจกรรมเสร็จ ทันเวลา	ขาดความ คล่องแคล่ว ในขณะทำ กิจกรรมจึงทำ กิจกรรมเสร็จไม่ ทันเวลา	ทำกิจกรรม เสร็จไม่ ทันเวลา และ ทำอุปกรณ์ เสียหาย
3. การบันทึก สรุปและ นำเสนอผล การปฏิบัติ กิจกรรม	บันทึกและ สรุปผลการทำ กิจกรรมได้ ถูกต้อง รัดกุม นำเสนอผล การทำ กิจกรรมเป็น ขั้นตอนชัดเจน	บันทึกและ สรุปผลการทำ กิจกรรมได้ ถูกต้อง แต่การ นำเสนอผลการ ทำกิจกรรมยัง ไม่เป็นขั้นตอน	ต้องให้คำแนะนำ ในการบันทึก สรุป และ นำเสนอผลการ ทำกิจกรรม	ต้องให้ความ ช่วยเหลือ อย่างมากใน การบันทึก สรุป และ นำเสนอผล การทำ กิจกรรม

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10-12	ดีมาก
7-9	ดี
4-6	พอใช้
น้อยกว่า 4	ปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่อง

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่.....

1. ชั้น
2. ชั้น
3. ชั้น
4. ชั้น

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา			
2	ความคิดสร้างสรรค์			
3	วิธีการนำเสนอผลงาน			
4	การตรงต่อเวลา			
		รวมคะแนน		
		ระดับคุณภาพ		

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายเจษฎากร บุญแสน)

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินสมบูรณ์ชัดเจน	ให้ 3 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินเป็นส่วนใหญ่	ให้ 2 คะแนน
ผลงานหรือพฤติกรรมสอดคล้องกับรายการประเมินบางส่วน	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11 – 12	ดีมาก
9 – 10	ดี
6 – 8	พอใช้
ต่ำกว่า 6	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน
แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่อง

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่.....

1. ชั้น
2. ชั้น
3. ชั้น
4. ชั้น

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น			
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น			
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
4	ความมีน้ำใจ			
5	การตรงต่อเวลา			
		รวมคะแนน		
		ระดับคุณภาพ		

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายเจษฎากร บุญแสน)

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14-15	ดีมาก
11-13	ดี
8-10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญ

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน

แล้วทำเครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่อง

คุณลักษณะ อันพึงประสงค์และ สมรรถนะ	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย	1.1 ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม			
	1.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
2. ใฝ่เรียนรู้	2.1 รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และนำไปปฏิบัติได้			
	2.2 ตั้งใจ เอาใจใส่ และมีความพยายามในการเรียนรู้			
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	3.1 มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย			
	3.2 มีความอดทนและไม่ท้อแท้ต่ออุปสรรคเพื่อให้งานสำเร็จ			
4. ความสามารถในการสื่อสาร	4.1 มีการใช้ภาษาในการถ่ายทอด ความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึกเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล			
	4.2 มีการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่ความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ			
5. ความสามารถในการคิด	5.1 มีการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ			
	5.2 คิดเป็นระบบและสามารถตัดสินใจได้			
6. ความสามารถในการแก้ไขปัญหา	6.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้			
	6.2 มีการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม			
7. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	7.1 สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ ในการดำเนินชีวิตประจำวัน			
	7.2 มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล			
8. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	8.1 มีการเลือกใช้เทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ เช่น การพัฒนาตนเอง การเรียนรู้ การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม			
รวมคะแนน				
ระดับคุณภาพ				

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
38-48	ดีมาก
27-37	ดี
16-26	พอใช้
ต่ำกว่า 16	ปรับปรุง

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. โลกของเรามีลักษณะเป็นอย่างไร (ทักษะการสังเกต)
 - ก. โลกมีลักษณะแบน
 - ข. โลกมีลักษณะเป็นทรงรี
 - ค. โลกมีลักษณะเป็นทรงกลม
 - ง. โลกมีลักษณะเป็นทรงรีและแบน
2. ข้อใดคืออัตราส่วนระหว่าง **พื้นดินและพื้นน้ำ** ของโลก (ทักษะการใช้จำนวน)
 - ก. 1:2
 - ข. 1:4
 - ค. 1:3
 - ง. 2:2
3. นักวิทยาศาสตร์ใช้สิ่งใดในศึกษาและการวัดความหนาของชั้นโครงสร้างโลก (ทักษะการวัด)
 - ก. เครื่องชั่งเจาะน้ำมัน
 - ข. คลื่นไหวสะเทือน
 - ค. การระเบิดของภูเขาไฟ
 - ง. ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง
4. นักวิทยาศาสตร์ใช้หลักเกณฑ์ใดในการจำแนกโครงสร้างโลกเป็นชั้นใหญ่ ๆ 3 ชั้น (ทักษะการจำแนกประเภท)
 - ก. องค์ประกอบทางเคมี
 - ข. องค์ประกอบทางกายภาพ
 - ค. ความลึกจากระดับผิวดิน
 - ง. แร่ธาตุที่พบในชั้นต่าง ๆ

5. หากเรียงลำดับโครงสร้างของโลกจาก ชั้นเปลือกโลก ชั้นเนื้อโลก และชั้นแก่นโลก เป็นการเรียงลำดับโดยการใช้ข้อมูลใด (ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล)

- ก. องค์ประกอบทางกายภาพ
- ข. อุณหภูมิของโครงสร้างโลกจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด
- ค. ความหนาแน่นของโครงสร้างโลกจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด
- ง. ความดันของโครงสร้างโลกจากน้อยที่สุดไปมากที่สุด

6. ข้อใดกล่าว ถูกต้อง เกี่ยวกับโครงสร้างภายในโลก

(ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)

- ก. ชั้นเปลือกโลกมีความดันต่ำที่สุด
- ข. ชั้นเนื้อโลกเป็นชั้นที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด
- ค. ชั้นเนื้อโลกมีความดันมากกว่าชั้นแก่นโลก
- ง. ชั้นแก่นโลกมีองค์ประกอบหลักเป็น เหล็กและแมกนีเซียม

7. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกในข้อใดที่แตกต่างจากพวก

(ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล)

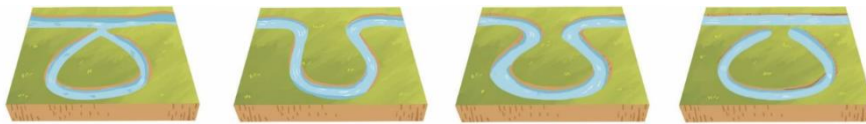
- ก. การพุพุ่งอยู่กับที่ทางกายภาพ และ การพุพุ่งอยู่กับที่ทางเคมี
- ข. การพัดพา และการสะสมตัวของตะกอน
- ค. การกร่อน และการพัดพา
- ง. การเกิดแผ่นดินไหวอย่างรุนแรง และการเกิดหลุมยุบ

8. ภูมิลักษณะ เป็นภูมิลักษณะที่เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงบนเปลือกใด

(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

- ก. การพุพุ่งอยู่กับที่ทางกายภาพ และการตกตะกอน
- ข. การพุพุ่งอยู่กับที่ทางกายภาพ และการพุพุ่งอยู่กับที่ทางเคมี
- ค. การกร่อน และการพัดพา
- ง. การพัดพา และการตกตะกอน

9. ข้อใดเรียงลำดับภาพการเกิดทะเลสาบรูปแอก โดยอาศัยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลกได้ถูกต้อง (ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล)



ก.

ข.

ค.

ง.

ก. ข. > ค. > ก. > ง.

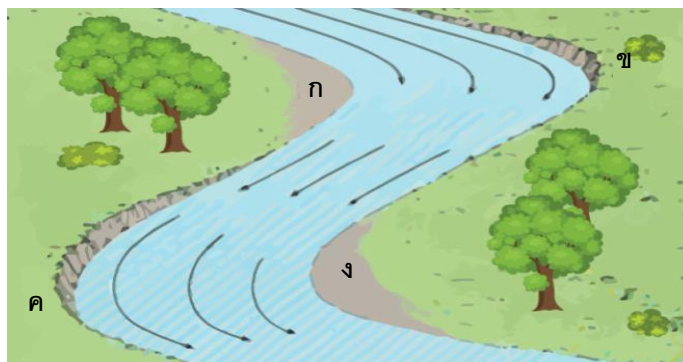
ข. ก. > ง. > ค. > ข.

ค. ง. > ก. > ค. > ข.

ง. ค. > ข. > ง. > ก.

ให้นักเรียนพิจารณาภาพและตอบคำถาม 10 – 11

ถ้ากระแสน้ำในแม่น้ำมีทิศทางการไหลดังภาพ



10. ถ้ากระแสน้ำในแม่น้ำมีทิศทางการไหลตามลูกศรอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ลักษณะของแม่น้ำ ณ ตำแหน่ง ก จะเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ทักษะการพยากรณ์)

ก. บริเวณ ก จะกร่อนไปเรื่อย ๆ

ข. บริเวณ ก จะเกิดการสะสมตัวของตะกอนมากขึ้น

ค. บริเวณ ก มีขนาดสูงขึ้น

ง. บริเวณ ก มีความโค้งมากขึ้น

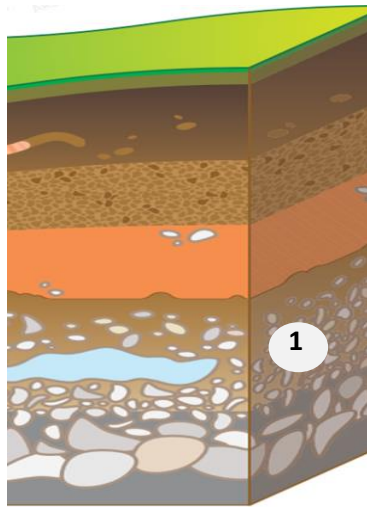
11. จากภาพกระแสน้ำในแม่น้ำบริเวณโค้งน้ำที่ตำแหน่งใด จะมีความเร็วของกระแสน้ำที่มาปะทะสูงที่สุด (ทักษะการพยากรณ์)

- ก. บริเวณ ก และบริเวณ ข
- ข. บริเวณ ก และบริเวณ ง
- ค. บริเวณ ข และบริเวณ ค
- ง. บริเวณ ค และบริเวณ ง

12. การผูกพันของหินในข้อใดเกิดจากกระบวนการผูกพันทางเคมี

(ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา)

- ก. การขยายและหดตัวของหินตามอุณหภูมิ
- ข. การแข็งตัวของน้ำที่แทรกอยู่ตามรอยแตก
- ค. รากไม้ที่เจริญเติบโตเต็มทีจนไซ้ไปตามแนวหิน
- ง. การหลอคร่อนของหินที่มีแร่เหล็กเป็นองค์ประกอบ



13. จากภาพชั้นหน้าตัดดินตำแหน่งที่ 1 เป็นชั้นดินใด (ทักษะการสังเกต)

- ก. ชั้นอินทรีย์วัตถุ
- ข. ชั้นดินแร่
- ค. ชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน
- ง. ชั้นหินแข็ง

14. ดินชั้นบนคือดินที่วัดจากผิวดินลงไปประมาณกี่เซนติเมตร (ทักษะการวัด)
- 20 ถึง 30 เซนติเมตร
 - 30 ถึง 40 เซนติเมตร
 - 50 เซนติเมตร
 - ตั้งแต่ 60 เซนติเมตรลงไป
15. หน้าตัดดินที่สมบูรณ์จะมีชั้นดินทั้งหมดกี่ชั้น (ทักษะการใช้จำนวน)
- 2 ชั้น
 - 4 ชั้น
 - 5 ชั้น
 - 6 ชั้น
16. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเรียงลำดับชั้นดินที่สมบูรณ์ได้อย่างถูกต้อง (ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล)
- $R > A > B > C > E > O$
 - $O > E > B > A > C > R$
 - $A > B > C > E > O > R$
 - $O > A > E > B > C > R$
17. ในกระบวนการสร้างตัวของดินนั้นมีปัจจัยต่างๆ เกี่ยวข้องอยู่มากมาย แต่ปัจจัยหลักที่มีความสำคัญต่อลักษณะและสมบัติต่างๆ ของดินมีทั้งหมดกี่ปัจจัย (ทักษะการใช้จำนวน)
- 2 ปัจจัย ได้แก่ สิ่งมีชีวิต และ วัตถุต้นกำเนิดดินเวลา
 - 4 ปัจจัย ได้แก่ ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิต วัตถุต้นกำเนิดดิน และ เวลา
 - 5 ปัจจัย ได้แก่ ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิต สภาพพื้นที่ วัตถุต้นกำเนิดดิน และ เวลา
 - 6 ปัจจัย ได้แก่ ภูมิอากาศ สิ่งมีชีวิต สภาพพื้นที่ วัตถุต้นกำเนิดดิน เวลา และแรงโน้มถ่วง

18. โครงสร้างของดินสามารถจำแนกแบ่งออกได้เป็นที่ประเภท

(ทักษะการจำแนกประเภท)

- ก. 2 ประเภท ได้แก่ แบบก้อนกลม และแบบก้อนเหลี่ยม
- ข. 3 ประเภท ได้แก่ แบบก้อนกลม แบบแผ่น แบบแท่งหัวเหลี่ยม
- ค. 4 ประเภท ได้แก่ แบบก้อนกลม แบบก้อนเหลี่ยม แบบแผ่น แบบแท่งหัวมน
- ง. 5 ประเภท ได้แก่ แบบก้อนกลม แบบก้อนเหลี่ยม แบบแผ่น แบบแท่งหัวเหลี่ยม

และแบบแท่งหัวมน

19. ดินเปรี้ยวจัด หรือดินกรดจัด เมื่อนำไปวัดค่าพีเอช (pH) จะมีค่าเป็นอย่างไร

(การทดลอง)

- ก. ค่า pH เท่า 7
- ข. ค่า pH น้อยกว่า 4
- ค. ค่า pH มากกว่า 7 แต่ไม่เกิน 10
- ง. ค่า pH น้อยกว่า 7 แต่ไม่เกิน 5

20. หากนักเรียนนำดินตัวอย่างที่ได้มาทำการวัดค่า pH ได้ 6.6 – 7 สามารถสรุปได้ว่าดินตัวอย่างเป็นอย่างไร (ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป)

- ก. ดินเปรี้ยว
- ข. ดินเปรี้ยวจัด
- ค. ดินด่าง
- ง. ดินเป็นกลาง

ให้พิจารณาชั้นหินอุ้มน้ำชั้นหินที่มีเนื้อละเอียดแน่นและระดับน้ำใต้ดินจากภาพและตอบ

คำถามข้อ 21 – 22



21. หินในตำแหน่ง ก. และ ข. มีลักษณะแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

ก. มีลักษณะแตกต่างกันตำแหน่ง ก. และตำแหน่ง ข. เป็นหินหรือตะกอนที่มีขนาดคล้ายกัน

ข. มีลักษณะเหมือนกันตำแหน่ง ก. และตำแหน่ง ข. เป็นหินหรือตะกอนชนิดเดียวกัน

ค. มีลักษณะแตกต่างกันตำแหน่ง ก. และตำแหน่ง ข. เป็นหินหรือตะกอนต่างชนิด

ง. มีลักษณะแตกต่างกันตำแหน่ง ก. และตำแหน่ง ข. เป็นหินหรือตะกอนที่มีความพรุนและช่องว่างต่างกัน

22. ถ้ามีการเจาะบ่อน้ำบาดาลที่ตำแหน่งหมายเลข 1, 2, 3 และ 4 บ่อน้ำบ่อใดที่จะมีน้ำบาดาลไหลออกมา (ทักษะการพยากรณ์)

ก. บ่อที่ 1 เพียงบ่อเดียว

ข. บ่อที่ 2 และบ่อที่ 3

ค. บ่อที่ 3 และบ่อที่ 1

ง. บ่อที่ 3 และบ่อที่ 4

23. ข้อใดเป็นแหล่งน้ำที่แตกต่างจากข้ออื่น ๆ (ทักษะการจำแนกประเภท)

ก. ทะเล มหาสมุทร

ข. น้ำตก แม่น้ำ

ค. น้ำบาดาล น้ำใต้ดิน

ง. ทะเลสาบ แอ่งน้ำ

24. น้ำบนโลกสามารถแบ่งปริมาณระหว่างน้ำเค็มและน้ำจืดเป็นอย่างไร

(ทักษะการใช้จำนวน)

ก. น้ำเค็ม 97 % และน้ำจืด 3 %

ข. น้ำเค็ม 90 % และน้ำจืด 10 %

ค. น้ำเค็ม 99 % และน้ำจืด 1 %

ง. น้ำเค็ม 80 % และน้ำจืด 20 %

25. ข้อใด **ไม่ใช่** ธรณีพิบัติภัยจากน้ำใต้ดิน (ทักษะการจำแนกประเภท)

- ก. การทรุดตัวของแผ่นดิน
- ข. หลุมยุบ
- ค. แผ่นดินถล่ม
- ง. น้ำท่วม

26. บริเวณไหล่เขาที่ขาดพืชพันธุ์ปกคลุมเมื่อเกิดจากฝนตกหนักในบริเวณดังกล่าวจะเกิด ธรณีพิบัติภัยใด (ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป)

- ก. แผ่นดินถล่ม
- ข. หลุมยุบ
- ค. การกัดเซาะชายฝั่ง
- ง. แผ่นดินทรุด

27. จากภาพเป็นลักษณะการท่วมแบบใด (ทักษะการสังเกต)



- ก. น้ำท่วมขัง
- ข. น้ำป่าไหลหลาก
- ค. น้ำล้นตลิ่ง
- ง. ถูกทั้งข้อ ข และ ค

28. ข้อใด **ไม่ใช่** สาเหตุของการกัดเซาะชายฝั่งที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ (ทักษะการตั้งสมมติฐาน)

- ก. การสร้างเขื่อน
- ข. การสูบน้ำบาดาล
- ค. การบุกรุกป่าชายเลน
- ง. การสร้างท่าเรือน้ำลึก

29. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดหลุมยุบและแผ่นดินทรุด (ทักษะการพยากรณ์)

- ก. การผูกพันของหินทางเคมี
- ข. การผูกพันของหินทางกายภาพ
- ค. การทำเหมืองแร่
- ง. การสูบน้ำบาดาลมาใช้มากเกินไป

30. ภาพความเสียหายด้านล่างเป็นผลกระทบจากภัยธรรมชาติแบบใด (ทักษะการสังเกต)



- ก. แผ่นดินทรุด
- ข. หลุมยุบ
- ค. น้ำล้นตลิ่ง
- ง. การกัดเซาะชายฝั่ง

เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ค	16	ง
2	ค	17	ค
3	ข	18	ง
4	ก	19	ข
5	ง	20	ค
6	ก	21	ง
7	ง	22	ง
8	ค	23	ค
9	ก	24	ก
10	ข	25	ง
11	ค	26	ก
12	ง	27	ค
13	ค	28	ข
14	ก	29	ง
15	ง	30	ก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. โครงสร้างโลกแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีได้ชั้นใหญ่ ๆ 3 ชั้น อะไรบ้าง

(ความรู้ความจำ)

- ก. ชั้นเปลือกโลก เนื้อโลก หินหนืด
- ข. ชั้นเปลือกโลก เนื้อโลก ธรณีภาค
- ค. ชั้นเปลือกโลก เนื้อโลก แก่นโลก
- ง. ชั้นเปลือกโลก ใต้เปลือกโลก แก่นโลก

2. โครงสร้างของโลกชั้นใดที่มีอุณหภูมิสูงที่สุด (การประเมินค่า)

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

3. เหตุการณ์ใดที่สนับสนุนว่าภายในโลกมีอุณหภูมิและความดันสูง (การวิเคราะห์)

- ก. คลื่นสึนามิ
- ข. การระเบิดของภูเขาไฟ
- ค. หลุมยุบใต้ทะเล
- ง. ดินถล่ม

4. พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ ข้อใดกล่าวถูกต้อง (การวิเคราะห์)

- ก. ชั้นเปลือกโลกทวีปประกอบด้วยสารประกอบธาตุซิลิโคน แมกนีเซียม ออกซิเจนเป็นหลัก
- ข. ชั้นเปลือกโลกเป็นชั้นที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด
- ค. ชั้นเนื้อโลกเป็นชั้นที่มีความหนามากที่สุด
- ง. แก่นโลกชั้นในมีสถานะเป็นของเหลว

5. ข้อมูลต่อไปนี้หมายถึงโครงสร้างโลกชั้นใด

“เป็นชั้นที่มีความหนาประมาณ 2,900 กิโลเมตร ประกอบด้วยสารประกอบของธาตุซิลิโคน แมกนีเซียม เหล็ก และออกซิเจน บริเวณที่อยู่ใกล้กับเปลือกโลกมีอุณหภูมิประมาณ 870 องศาเซลเซียส ส่วนเนื้อโลกบริเวณที่อยู่ใกล้กับแก่นโลกมีอุณหภูมิประมาณ 2,200 องศาเซลเซียส” (การสังเคราะห์)

- ก. ชั้นเปลือกโลก
- ข. เนื้อโลกชั้นบน
- ค. ชั้นเนื้อโลก
- ง. ชั้นแก่นโลก

6. ชั้น “ฐานธรณีภาค” หมายถึง ส่วนใดของโครงสร้างโลก (ความเข้าใจ)

- ก. เปลือกโลกทวีป
- ข. ชั้นเนื้อโลกชั้นใน
- ค. แก่นโลก
- ง. ผิดทุกข้อ

7. ข้อใด **ไม่ใช่** กระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ (ความรู้ความจำ)

- ก. การผุพังอยู่กับที่
- ข. การกร่อน
- ค. การสะสมตัวของตะกอน
- ง. การยุบตัว

8. บนถนนสายหนึ่งมีการตัดผ่านภูเขา ระหว่างทางมีป้ายเตือนว่า “ระวังหินหล่น” ปრაกฏการณ์นี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลกใดมากที่สุด (การสังเคราะห์)

- ก. การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพ และการผุพังอยู่กับที่ทางเคมี
- ข. การผุพังอยู่กับที่ทางเคมี และการกร่อน
- ค. การกร่อน และการสะสมตัวของตะกอน
- ง. การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพ และการกร่อน

9. ดินดอนสามเหลี่ยม แม่น้ำโค้งวัด และทะเลสาบรูปแอก เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงใด (การวิเคราะห์)

- ก. การสะสมตัวของตะกอน
- ข. การกร่อน
- ค. การผุพังอยู่กับที่ทางกายภาพ
- ง. การเคลื่อนตัวของเปลือกโลก

10. ข้อใด ไม่ใช่ ขั้นตอนของการเกิดดิน (ความรู้ความจำ)

- ก. ฮิวมัสผสมกับเศษหินและแร่ธาตุ
- ข. ซากพืชและซากสัตว์ตายและทับถม
- ค. น้ำพัดพาเศษหินมาทับและสะสมตัว
- ง. การผุพังและสลายตัวของหินต้นกำเนิด

11. ดินชั้นบนกับดินชั้นล่างมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร (การวิเคราะห์)

- ก. ดินชั้นบนมีฮิวมัสมากกว่า
- ข. ดินชั้นบนมีความพรุนน้อยกว่า
- ค. สีของดินชั้นบนจางกว่าดินชั้นล่าง
- ง. ดินชั้นบนมีขนาดของเม็ดดินเล็กกว่า

12. ปัจจัยใดมีอิทธิพลต่ออัตราการไหลบ่าของน้ำที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน และการทับถมของอินทรีย์วัตถุในดิน (การวิเคราะห์)

- ก. เวลา
- ข. สิ่งมีชีวิต
- ค. ภูมิภาคอากาศ
- ง. ภูมิภาคประเทศ

13. ดินที่มีเนื้อดินหยาบ น้ำซึมผ่านได้ดี ไม่อุ้มน้ำ เป็นสมบัติของดินชนิดใด (ความเข้าใจ)

- ก. ดินร่วน
- ข. ดินทราย
- ค. ดินโคลน
- ง. ดินเหนียว

14. ข้อใดทำให้ทราบว่าดินมีแร่เหล็กออกไซด์เป็นองค์ประกอบ (**ความเข้าใจ**)

- ก. สีของดิน
- ข. อินทรีย์วัตถุในดิน
- ค. ขนาดของเม็ดดิน
- ง. ความชื้นในดิน

15. ดินในข้อใดเหมาะในการเพาะปลูกข้าวมากที่สุด (**การประเมินค่า**)

- ก. ดินร่วนปนทราย
- ข. ดินที่มีค่า pH ระหว่าง 5.0–6.5
- ค. ดินที่มีค่าความเป็นกรดจัด
- ง. ดินที่มีค่าเค็มสูง

16. การจัดการกับปัญหาดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือ ดินเค็มบก ไม่ควรใช้วิธีการในข้อใด (**การสังเคราะห์**)

- ก. การไถกลบพืชปุ๋ยสด ปุ๋ยอินทรีย์
- ข. การใส่วัสดุปรับปรุงดิน เช่น แกลบ
- ค. การขังน้ำไว้นาน ๆ แล้วระบายออกก่อนปลูกพืช
- ง. การปลูกพืชชอบเกลือ

17. หากนักเรียนพบว่าดินที่บริเวณบ้านนั้นเป็น **ดินเปรี้ยวจัด** จะใช้วิธีใดในการปรับปรุงแก้ไขเบื้องต้น (**การประยุกต์ใช้**)

- ก. การใช้พืชทนเค็ม
- ข. การใส่วัสดุปูน เช่น ปูนขาว
- ค. ใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อปรับแร่ธาตุในดิน
- ง. การไถกลบพืชปุ๋ยสด

18. การกระทำในข้อใด **ไม่ใช่** การปรับปรุงคุณภาพดิน (**การประยุกต์ใช้**)

- ก. แมนปลูกพืชตระกูลถั่ว
- ข. แก้วปลูกพืชหมุนเวียน
- ค. ตันใส่ปุ๋ยชีวภาพเพื่อเพิ่มแร่ธาตุในดิน
- ง. แมนเผาตอซังข้าวก่อนปลูกข้าวรอบใหม่

19. ข้อใด **ไม่ใช่** น้ำผิวดิน (**ความรู้ความจำ**)
- แม่น้ำ
 - ลำธาร
 - น้ำบาดาล
 - มหาสมุทร
20. ข้อใด **กล่าวถูกต้อง** เกี่ยวกับแหล่งน้ำภายในโลกมากที่สุด (**การประเมินค่า**)
- น้ำใต้ดินมีทั้งน้ำเค็มและน้ำจืด
 - น้ำผิวดินมีทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม
 - แหล่งน้ำในธรรมชาติส่วนมากเป็นน้ำจืด
 - โลกประกอบด้วยน้ำ 1 ใน 4 ส่วนของพื้นที่ทั้งหมด
21. น้ำบาดาลหมายถึงข้อใด (**ความเข้าใจ**)
- น้ำที่อยู่ในเขตอิมอากาศ
 - น้ำผิวดินที่ซึมลงไปอยู่ใต้ดิน
 - น้ำที่ซึมอยู่ในช่องว่างระหว่างดิน
 - น้ำที่ซึมอยู่ในช่องว่างระหว่างหิน
22. หากนักเรียนต้องการขุดน้ำบาดาลไว้ใช้ในการอุปโภคบริโภคต้องขุดให้ลึกถึงระดับใด (**การประยุกต์ใช้**)
- ระดับน้ำในชั้นดิน
 - ระดับน้ำในชั้นหินอุ้มน้ำ
 - ระดับหินละเอียด
 - ระดับหินทราย
23. ข้อใดเป็นประโยชน์ของการอนุรักษ์น้ำโดยวิธีการปลูกป่ามากที่สุด (**การประเมินค่า**)
- ต้นไม้ช่วยทำให้ฝนตก
 - ต้นไม้ช่วยเก็บน้ำสะสมไว้ในลำต้น
 - ต้นไม้ช่วยคายน้ำให้บรรยากาศมากขึ้น
 - ต้นไม้ช่วยชะลอการระเหยและไหลซึมของน้ำ

24. บ้านของเก่งมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มากและเป็นเวลานาน นักเรียนคิดว่า จะเกิดผลเสีย และมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร (การประยุกต์ใช้)

- ก. น้ำทะเลเข้ามาแทนที่น้ำใต้ดิน ทำการขุดหลุมตักน้ำฝน
- ข. แผ่นดินบริเวณบ้านของเก่งจะทรุด ลดการใช้ น้ำบาดาล
- ค. น้ำประปาจะมีคุณภาพต่ำลง แจ้งให้การประปามาแก้ไข
- ง. แร่ธาตุในดินน้อยลง นำธาตุอาหารเหลวไปทดแทนในส่วนที่หายไป

25. ข้อใด **ไม่ใช่** ภัยพิบัติที่เกิดจากน้ำผิวดิน (ความรู้ความจำ)

- ก. น้ำท่วม
- ข. แผ่นดินไหว
- ค. ดินถล่ม
- ง. น้ำป่าไหลหลาก

26. ข้อใด **ไม่ใช่** สาเหตุของการเกิดน้ำท่วมขัง (Flooding) (ความเข้าใจ)

- ก. ฝนตกหนัก
- ข. น้ำทะเลหนุนสูง
- ค. มีสิ่งกีดขวางทางระบายน้ำ
- ง. รากของต้นไม้ไม่สามารถจะดูดซับน้ำไว้ได้

27. วิธีการในข้อใดเป็นการป้องกันการเกิดน้ำท่วมขังเบื้องต้น (การประยุกต์ใช้)

- ก. ฟ้าไม่ทิ้งขยะลงในคลองระบายน้ำ
- ข. ข้าวปลูกพืชต้นไม้
- ค. วิศวดคลองรอบบ้าน
- ง. นกชนของขึ้นชั้นสองเพื่อหนีน้ำ

28. ความรุนแรงของการทรุดตัวของแผ่นดินขึ้นอยู่กับปัจจัยใดมากที่สุด (การประเมินค่า)

- ก. ฝนตกหนัก
- ข. พื้นที่ป่าที่ถูกทำลาย
- ค. ความลาดชันของพื้นที่
- ง. อัตราการลดลงของระดับน้ำใต้ดิน

29. “การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การพังทลายของหน้าผาลดลง ทำให้ปริมาณตะกอนทดแทนมีปริมาณน้อย ปริมาณตะกอนจากทะเลที่พัดพาเข้าสู่ฝั่งลดลง”

จากที่กล่าวมาข้างต้นเป็นสาเหตุของภัยธรรมชาติที่เกิดจากน้ำซัดใด (การสังเคราะห์)

- ก. น้ำท่วมขัง
- ข. น้ำล้นตลิ่ง
- ค. น้ำกัดเซาะชายฝั่ง
- ง. แผ่นดินทรุด

30. แผ่นดินถล่ม เป็นภัยทางธรรมชาติที่มีน้ำเป็นตัวนำพาและมีปัจจัยตามธรรมชาติที่เกี่ยวข้องมากมาย เช่น ภูมิประเทศ ปริมาณน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน โครงสร้างทางธรณีวิทยาในพื้นที่ แต่ปัจจัยตามธรรมชาติ ซัดใดไม่เกี่ยวข้องกับการเกิดแผ่นดินถล่ม

(การสังเคราะห์)

- ก. ชนิดของดิน ตะกอน และหิน
- ข. การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล
- ค. ปริมาณพืชปกคลุมดิน
- ง. ปริมาณฝน

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ค	16	ค
2	ก	17	ข
3	ข	18	ง
4	ข	19	ค
5	ค	20	ข
6	ข	21	ง
7	ง	22	ข
8	ง	23	ง
9	ก	24	ข
10	ค	25	ข
11	ก	26	ง
12	ง	27	ก
13	ข	28	ง
14	ก	29	ค
15	ข	30	ข

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
คำชี้แจง : กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในข้อที่ตรงกับความเป็นจริงและในช่องที่ตรงกับ
ความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

เพศ ชาย หญิง

ระดับความพึงพอใจ

- ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก
ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย
ระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

แบบสอบถามข้อที่	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
1. เนื้อหาที่ใช้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์					
2. เนื้อหาที่มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
3. เนื้อหาถูกต้องครบตามวัตถุประสงค์					
4. เนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน					
5. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาเรียน					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
6. กิจกรรมมีสอดคล้องกับเนื้อหา					
7. กิจกรรมมีความน่าสนใจ สนุก กระตุ้นการเรียนรู้					
8. กิจกรรมเน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง					
9. กิจกรรมส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์					

แบบสอบถามข้อที่	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
10. กิจกรรมมีการใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม					
ด้านสื่ออุปกรณ์					
11. สื่อและอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
12. สื่อและอุปกรณ์ส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ					
13. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้					
14. ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหาและกิจกรรม					
15. ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับค้นคว้าอย่างเหมาะสม และเพียงพอ					
ด้านการวัดและประเมินผล					
16. การวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมทุกด้าน					
17. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
18. เปิดเผยคะแนนที่ได้จากการวัดผล					
19. การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม					
20. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง					
รวม					

ปัญหา / ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เกณฑ์และการแปลความหมาย แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
4.51-5.00	หมายถึง พอใจมากที่สุด
3.51-4.50	หมายถึง พอใจมาก
2.51-3.50	หมายถึง พอใจปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง พอใจน้อย
1.00-1.50	หมายถึง พอใจน้อยที่สุด

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายเจษฎากร บุญแสน
วัน เดือน ปีเกิด	11 ธันวาคม 2540
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	159 หมู่ 4 ตำบลธาตุพนมเหนือ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม รหัสไปรษณีย์ 48110
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2553	ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหัวบึงทุ่ง (เขตการทาง นครราชสีมาสงเคราะห์ 3) อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม
พ.ศ. 2556	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนธาตุพนม อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม
พ.ศ. 2559	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนธาตุพนม อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม
พ.ศ. 2563	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
พ.ศ. 2566	ครุศาสตรมหาบัณฑิต ค.ม. สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร