

ผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวិทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF SCIENCE, TECHNOLOGY, SOCIETY, AND ENVIRONMENT INSTRUCTION ON
PROBLEM SOLVING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
FACULTY OF EDUCATION
Chulalongkorn University
Academic Year 2019
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีต่อความสามารถใน การแก้ปัญหานักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	น.ส.สุภารัตน์ สาสียงพวย
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพร ภัทรดิลกรัตน์

คณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

.....	คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุขิวะ)	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ประธานกรรมการ
.....	
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพร ภัทรดิลกรัตน์)	
.....	กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี)	

สุภารัตน์ สาतीयพวย : ผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (EFFECTS OF SCIENCE, TECHNOLOGY, SOCIETY, AND ENVIRONMENT INSTRUCTION ON PROBLEM SOLVING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : อ. ดร.ปริณดา ลิมปานนท์ พรหมรัตน์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร.สิทธิพร ภัทรดิลกรัตน์

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และ 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที (t -test)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาเท่ากับ 22.83 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 63.43 ซึ่งสูงกว่าระดับดีขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์

ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

5983408327 : MAJOR SCIENCE EDUCATION

KEYWORD: STSE instruction, problem solving ability

Suparut Saliyongpuay : EFFECTS OF SCIENCE, TECHNOLOGY, SOCIETY, AND ENVIRONMENT INSTRUCTION ON PROBLEM SOLVING ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. Advisor: PARINDA LIMPANONT PROMRATANA, Ed.D. Co-advisor: Asst. Prof. SITTIPORN PATTARADILOKRAT, Ph.D.

The purposes of the study were 1) to study the problem solving ability of high school students using Science, Technology, Society and Environment (STSE) instruction, and 2) to compare problem solving ability of high school students prior to and after the STSE instruction. The research participants were forty-two of eleventh-grade students who were studying in the Science-Mathematics program of a school under the Secondary Educational Service Area 2. The research instruments were STSE learning lesson and problem solving ability test. The data was analyzed by Mean, Percentage, Standard, Deviation, *t*-test.

The study revealed that:

1) The mean score of problem solving ability of students who learned with using the STSE instruction was 22.83 points, equivalent to 63.43 % which was higher than "Good" level at .05 level of significance.

2) Problem solving ability of students after learning was higher than before learning with using the STSE instruction at a .05 level of significance.

Field of Study: Science Education

Student's Signature

Academic Year: 2019

Advisor's Signature

Co-advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจาก อาจารย์ ดร.ปริญดา ลิ้มพานนท์ พรหมรัตน์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพร ภัทรดิลกรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ขอขอบคุณอาจารย์ทั้งสองท่านที่กรุณาให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งให้กำลังใจและแรงกระตุ้นในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง ด้วยดี วิจัยผู้ศึกษาซึ่งในความปรารถนาดีที่ได้รับจากอาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่าน จึงขอขอบพระคุณ อาจารย์ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิทวธีรานนท์ ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ภายใน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและ แนวทางการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์มากขึ้น รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ ความกรุณาในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล และให้คำแนะนำใน การพัฒนาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บ รวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณคุณครู เจ้าหน้าที่ทุกท่านที่กรุณาติดต่อประสานงาน และให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ขอขอบพระคุณคุณครูญาติ คลายกล้า ที่ให้ความช่วยเหลือในการทดลองใช้เครื่องมือ และคุณครูสุวิมล จันสุภาแสน ที่ให้ความช่วยเหลือในการ เก็บรวบรวมข้อมูล และขอบคุณนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกใน การวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณครอบครัวผู้วิจัยที่คอยอยู่เคียงข้างและให้การสนับสนุนตลอดการศึกษาใน ระดับปริญญาโท รวมถึงขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นและคนรอบข้างทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจในการศึกษาและ การทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนการศึกษาจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถ พิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่สนับสนุนค่าเล่าเรียนและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ตลอดจน การทำวิจัยในครั้งนี้

สุภารัตน์ สาลีงพวย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....ค	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง	ง
กิตติกรรมประกาศ.....จ	จ
สารบัญ.....ฉ	ฉ
สารบัญตาราง.....ญ	ญ
สารบัญแผนภาพ.....ฎ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....13	13
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....13	13
คำถามการวิจัย.....14	14
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....14	14
สมมติฐานของการวิจัย.....15	15
ขอบเขตการวิจัย.....15	15
ตัวแปรในการวิจัย.....16	16
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....16	16
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย.....16	16
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....18	18
1. แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....19	19
1.1 ที่มาและจุดมุ่งหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....19	19
1.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....20	20
1.3 จุดเน้นของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....21	21
1.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....24	24

1.5	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	26
2.	ความสามารถในการแก้ปัญหา.....	30
2.1	ความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา.....	31
2.2	ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา	31
2.3	ความหมายของสิ่งแวดล้อม.....	33
2.4	การแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม.....	34
2.5	กระบวนการในการแก้ปัญหา.....	35
2.6	แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา.....	36
2.7	แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา.....	38
2.7.1	รูปแบบของเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	38
2.7.2	ตัวอย่างเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	39
2.8	เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา.....	42
3.	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	47
3.1	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	47
3.1.1	งานวิจัยต่างประเทศ.....	47
3.1.2	งานวิจัยในประเทศไทย	48
3.2	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา.....	50
3.2.1	งานวิจัยต่างประเทศ.....	50
3.2.2	งานวิจัยในประเทศไทย	51
4.	กรอบแนวคิดในการวิจัย	53
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย.....		54
1.	รูปแบบการวิจัย	54
2.	การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย.....	55

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	56
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	56
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	67
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	71
4.1 การเตรียมนักเรียนและเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง.....	71
4.2 การดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลอง.....	71
4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง.....	71
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
ตอนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	73
ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	74
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	76
สรุปผลการวิจัย.....	76
อภิปรายผล.....	77
ตอนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียน และเปรียบเทียบ ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	77
ตอนที่ 2 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม.....	80
ข้อเสนอแนะ.....	83
ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้.....	83
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	83
รายการภาคผนวก.....	85

ภาคผนวก ก	รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	86
ภาคผนวก ข	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	87
1.1	ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม88	
2.1	แผนผังเค้าโครงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ฉบับก่อนเรียนและฉบับเรียน..	118
2.2	เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา.....	119
2.3	ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม.....	121
ภาคผนวก ค	คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	135
ภาคผนวก ง	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน.....	144
บรรณานุกรม	146
ประวัติผู้เขียน	148



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 กรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อมที่พัฒนาโดย Pedretti (2003).....	22
ตารางที่ 2 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ คำอธิบาย และตัวอย่างวิธีการสอนในการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (Pedretti, 2005).....	24
ตารางที่ 3 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ STS model (นฤมล ยุคาคม (2542)	28
ตารางที่ 4 ระดับคุณภาพของสมรรถนะในการแก้ปัญหา (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2555).....	44
ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา (อาทิตย์ ฉิมกุล, 2559).....	45
ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา (OECD, 2003 อ้างถึงใน อัญญา พร สุคนธ์พันธ์, 2559).....	45
ตารางที่ 7 สรุปเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา	46
ตารางที่ 8 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) ตามขั้นตอนการจัด การเรียนรู้ตามรูปแบบของ Yager (1991)	57
ตารางที่ 9 โครงสร้างกิจกรรมการเรียนรู้.....	61
ตารางที่ 10 องค์ประกอบและนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการแก้ปัญหา.....	67
ตารางที่ 11 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา	68
ตารางที่ 12 ค่าร้อยละของค่าเฉลี่ย (\bar{X} ร้อยละ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	73
ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าร้อยละของค่าเฉลี่ย (\bar{X} ร้อยละ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติ ทดสอบที (t-test) และระดับความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	74

ตารางที่ 14 จำนวน และร้อยละของนักเรียนที่มีระดับก้าวหน้าทางการเรียนระดับสูง (High gain) ระดับปานกลาง (Medium gain) และระดับต่ำ (Low gain) หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	81
ตารางที่ 15 แผนผังเค้าโครงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ฉบับก่อนเรียนและฉบับเรียน.	118
ตารางที่ 16 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาพัฒนาขึ้นจากเกณฑ์ของ Weir (1974) และบทความตระหนักทางสิ่งแวดล้อมของ Miller (1990).....	119
ตารางที่ 17 สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	136
ตารางที่ 18 สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา (ฉบับก่อนเรียน).....	138
ตารางที่ 19 สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา (ฉบับหลังเรียน).....	139
ตารางที่ 20 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (Cronbach's alpha) (ฉบับก่อนเรียน).....	140
ตารางที่ 21 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (Cronbach's alpha) (ฉบับหลังเรียน).....	141
ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index; RAI) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (ฉบับก่อนเรียน).....	142
ตารางที่ 23 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index; RAI) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (ฉบับหลังเรียน).....	143
ตารางที่ 24 คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม.....	144

สารบัญแผนภาพ

	หน้า
แผนภาพที่ 1 รูปแบบการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มวัดสองครั้ง.....	54



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถสำคัญที่ทั่วโลกต่างมุ่งพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนมาอย่างต่อเนื่องยาวนาน (Jonassen, 2011; National Research Council, 1996) ถึงแม้ว่าสภาพสังคมปัจจุบันเมื่อเทียบกับในอดีตมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก อันเนื่องมาจากการเจริญพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ความสามารถในการแก้ปัญหายังคงถูกมองว่าเป็นทักษะที่สำคัญที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Partnership for 21st Century Skills, 2008; World Economic Forum Report 2014-2015, 2015)

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ และการเมือง อันเป็นผลมาจากการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้เกิดปัญหาต่าง ๆ โดยเฉพาะปัญหาสิ่งแวดล้อมที่กำลังทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเกินกว่าที่โลกจะรองรับไหว ทั้งปัญหาวิกฤติภูมิอากาศ ปัญหาการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ รวมไปถึงปัญหาการปนเปื้อนสารพิษในดินและแหล่งน้ำ (World Economic Forum, 2019)

ขณะเดียวกันในประเทศไทยก็กำลังเผชิญกับปัญหามลพิษทางอากาศและปัญหามลพิษจากการลักลอบกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์อย่างผิดวิธี ผลจากการสำรวจค่าละอองฝุ่นในบรรยากาศในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เกินมาตรฐานซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของประชาชน มีโอกาสเสี่ยงที่จะเป็นโรคต่าง ๆ ที่สำคัญ 4 โรค ได้แก่ โรกระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจ และหลอดเลือด โรคเยื่อตาอักเสบ และโรคผิวหนัง (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)

ด้วยเหตุที่ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมนั้นเกิดขึ้นมาจากการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงควรพัฒนาให้นักเรียนตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเป็นผลมาจากวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เห็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ซึ่งเป็นผู้แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทางสังคม (Hodson, 2003, Toung Vi & Rambo, 2003) ควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ทำงานหรือทำกิจกรรมอยู่เสมอ มีการฝึกแก้ปัญหาผ่านกรณีศึกษาที่เป็นปัญหาของสังคมทั่วไป หรือฝึกแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับในชีวิตจริง และให้ความสำคัญกับปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเพื่อดึงดูดนักเรียนและติดตามความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเอง (Eggen & Kauchak,

2016; ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2556; ปรัชญา จันทา, 2556) โดยการจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดังที่กล่าวมาข้างต้นได้ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจเป็นความสัมพันธ์ทั้งทางบวกหรือทางลบ โดยใช้ประเด็นผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอันเป็นผลมาจากการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ (Bencze, 2011; Pedretti, 2005; Richardson & Blades, 2001) จากการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความรู้สึกรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมของนักเรียน (Kongson, 2014; ปรัชญา จันทา, 2556) อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมักใช้เนื้อหาชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศ หรือทรัพยากรธรรมชาติโดยตรง (Kongson, 2014; Rosario, 2009; ปรัชญา จันทา, 2556) ในการวิจัยนี้จึงสังเกตเห็นว่า หากจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STSE ผ่านประเด็นทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย อย่างประเด็นปัญหาฝุ่นละอองในกรุงเทพฯ และประเด็นปัญหามลพิษจากขยะอิเล็กทรอนิกส์ ก็จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการทำงานของร่างกาย เข้าใจผลกระทบจากมลพิษต่าง ๆ ที่เข้ามาทำอันตรายต่อร่างกาย ซึ่งนำไปสู่กระบวนการคิด และการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอันเป็นทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิตและการทำงานในอนาคตด้วย

คำถามการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

สมมติฐานของการวิจัย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมของ Rosario (2009) พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ช่วยพัฒนาผู้เรียนที่ไม่ได้เน้นสายวิทยาศาสตร์ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษาให้เพิ่มสูงขึ้น นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น และมีมุมมองทางการเมืองและคุณค่าทางจริยธรรมโดดเด่นกว่ามุมมองด้านศาสนา และจากงานวิจัยของ Kongson (2014) ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาและความรู้สึกรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมของนักเรียน โดยบูรณาการสาระการเรียนรู้ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลจากการวิจัยเข้าด้วยกัน พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม นักเรียนมีทักษะการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความรู้สึกรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมอยู่ในระดับมากที่สุด

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ดังนั้นผู้วิจัยตั้งสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นในระดับ “ดี” ขึ้นไปหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานครสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียนที่มีการละความสามารถของนักเรียน

ได้รับการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยนักเรียนทั้งหมดมีความสนใจในการได้รับการจัดการเรียนรู้

ตัวแปรในการวิจัย

1. ตัวแปรจัดกระทำ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
2. ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม คือ ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือด จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

บริบทของการแก้ปัญหา คือ ปัญหาสิ่งแวดล้อมในเมือง ได้แก่ ปัญหามลพิษทางอากาศ และปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยใช้ประเด็นผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอันเป็นผลมาจากการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสอน มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของ (Yager, 1991) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Invitation) ครูเป็นผู้นำประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม โดยอาจอยู่ในรูปของสื่อสิ่งพิมพ์ วิดีทัศน์ วารสาร หรือเอกสารที่ครูจัดทำขึ้น จากนั้นถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย

1.2 ขั้นสำรวจ (Exploration) นักเรียนเรียนรู้การแก้ปัญหาโดยการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น การทดลอง การสังเกต การสร้างโมเดล การระดมความคิด และการโต้เถียง เป็นต้น

1.3 ขั้นนำเสนอการอธิบายและการแก้ปัญหา (Proposing Explanations and Solution) นักเรียนสื่อสารและอธิบายความคิดที่ได้รับจากขั้นสำรวจ สร้างคำอธิบายใหม่ ระดม

ความคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ลงข้อสรุปที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และผนวกวิธีการแก้ปัญหา เข้ากับความรู้อื่นและประสบการณ์ที่ได้รับ

1.4 ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Taking Action) นักเรียนต้องตัดสินใจ ประยุกต์ใช้ความรู้และ ทักษะไปปฏิบัติจริงในฐานะพลเมือง เผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคม โดยอาจจะอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ของแผ่นพับ การจัดป้ายนิเทศ การจัดมุมวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งปรับจากขั้นตอนการแก้ปัญหาของ (Weir, 1974) และความ ตระหนักทางสิ่งแวดล้อมของ (Miller, 1990) โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) การระบุปัญหา คือ การระบุ สิ่งที่เป็นปัญหาและสิ่งที่ต้องแก้ไขจากสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่กำหนด 2) การวิเคราะห์ปัญหา คือ การ ระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาและบอกความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่นำมาสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อม 3) การเสนอแนวทางแก้ปัญหา คือ การเสนอทางเลือกในการแก้ปัญหาซึ่งเชื่อมโยงระหว่างสิ่งแวดล้อม กับระบบเศรษฐกิจ และสังคม 4) การประเมินผลลัพธ์ คือ การบอกจุดเด่น ข้อจำกัด และผลที่อาจ เกิดขึ้นจากแนวทางการแก้ปัญหา ทำการวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบอัตโนมัติ ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น

3. ระดับความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ระดับความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนโดยกำหนดเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรับขึ้นจากเกณฑ์การ ประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2003 (OECD, 2003) และช่วงคะแนนการ ตัดสินผลของอัญญาพร สุคนพันธ์ (2559) โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถในการแก้ปัญหา
60 - 100	ระดับดีที่สุด
50 - 59	ระดับดี
40 - 49	ระดับพื้นฐาน
0 - 39	ระดับต่ำ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย รายละเอียดของข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้านำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - 1.1 ที่มาและจุดมุ่งหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - 1.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - 1.3 จุดเน้นของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - 1.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - 1.5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.1 ความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.2 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.3 ความหมายของสิ่งแวดล้อม
 - 2.4 การแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม
 - 2.5 กระบวนการในการแก้ปัญหา
 - 2.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.7 แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.8 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - 3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา
4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นต้นกำเนิดที่นำมาสู่การจัดการเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ดังนั้น จึงมีการทบทวนวรรณกรรมทั้งด้านที่มาและจุดมุ่งหมายของแนวคิด นิยามของการจัดการเรียนรู้ จุดเน้นของการจัดการเรียนรู้ แนวทางการจัดการเรียนรู้ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องกันโดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ที่มาและจุดมุ่งหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (Science, Technology, Society, and Environment: STSE) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) โดยมีพื้นฐานมาจากแนวคิดที่ว่า วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่อธิบายความจริงของธรรมชาติที่ส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อใช้ตอบสนองความต้องการของมนุษย์ แต่ในทางกลับกันความต้องการของมนุษย์ส่งเสริมให้เทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ให้มีความก้าวหน้า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลกระทบต่อมนุษย์และสังคมด้วย (Manour, 2009)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Science, Technology, and Society: STS) ได้รับการพัฒนาขึ้นในช่วงปี ค.ศ.1980 เริ่มจากประเทศแถบยุโรป ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำลังเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ต่อมาในประเทศสหรัฐอเมริกา สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Science Teacher Association: NSTA) ได้ประกาศยอมรับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเป็นแนวทางหลักของการศึกษา วิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมขึ้น (Yager, 1996) ภายหลังจากแนวคิดนี้ได้รับความสนใจจากนักการศึกษาจากประเทศอื่น ๆ ทำให้ได้รับการเผยแพร่ไปยังประเทศต่าง ๆ เช่น อังกฤษ แคนาดา และเผยแพร่ต่อไปยังประเทศต่าง ๆ ในแถบเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น (Aikenhead, 2003) รวมถึงประเทศไทย (Pitipornatapin, 2011; Yuenyong, 2012; นฤมล ยุตาคม, 2542)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมได้รับการยอมรับในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก ด้วยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (Manour, 2009) พัฒนา

คุณลักษณะของนักเรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Aikenhead, 1994; Pedretti, 2005; Yager, Tamir, & Dar-Sun, 1992)

ภายหลังในช่วงของการเจริญพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอุตสาหกรรมทางตะวันตกส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในด้านลบอย่างมาก (Hodson, 2003) เป็นผลให้เกิดกระแสการอนุรักษ์ และความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้ทำให้นักการศึกษาให้ความสนใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษามากขึ้น อย่างเช่น สหรัฐอเมริกามีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมโดยสอดแทรกเนื้อหาทางด้านสิ่งแวดล้อมในบทเรียนในรูปแบบของกิจกรรมเสริมหรือความรู้เสริมนอกเหนือจากบทเรียน (deBettencourt, 2000) ขณะที่ในประเทศแคนาดาได้ผนวกเน้นด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) เข้ากับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมซึ่งปัจจุบันถูกเรียกว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (Aikenhead, 2003; Hodson, 2003)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนานักเรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- 1) เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบททางวัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ การเมือง และสังคมที่นักเรียนอาศัยอยู่ (Aikenhead, 1994)
- 2) เห็นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (Manour, 2009)
- 3) ตระหนักถึงคุณค่าและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Aikenhead, 1994)
- 4) เพื่อเตรียมความพร้อมนักเรียนให้เป็นพลเมืองที่มีความตระหนักถึงผลกระทบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม (Hodson, 2003)

1.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมไว้ดังนี้

Richardson and Blades (2001) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมเป็นการจัดการเรียนรู้ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ประเด็นทางสังคม และความห่วงใยทางสิ่งแวดล้อม โดยมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนมีความรับผิดชอบทางสังคมผ่านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ประเด็นที่สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Pedretti (2005) กล่าวว่า การศึกษาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นการศึกษายที่พยายามตีความวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่าเป็นสิ่งที่สอดแทรกอยู่ในสังคม เป็นการศึกษายที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีการตัดสินใจภายใต้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือและมีความรับผิดชอบเพื่อเตรียมนักเรียนให้เข้าใจวิทยาศาสตร์ผ่านมุมมองทางสังคม วัฒนธรรมและการเมือง

Bencze (2011) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้อตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม คือ การจัดการเรียนรู้อที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) สังคม (Society) และสิ่งแวดล้อม (Environment) โดยความสัมพันธ์ระหว่างทั้ง 4 ด้านสามารถเป็นความสัมพันธ์ทางบวกและ/หรือทางลบ หรือเป็นความสัมพันธ์กลาง ๆ ซึ่งตั้งใจให้เกิดขึ้นหรือไม่ได้ตั้งใจให้เกิดขึ้นก็ได้

กล่าวโดยสรุปว่า การจัดการเรียนรู้อตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม หมายถึง การจัดการเรียนรู้อที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจเป็นความสัมพันธ์ทางบวกหรือทางลบ โดยใช้ประเด็นผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอันเป็นผลมาจากการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีมุมมองหลากหลายทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม จริยธรรม และการเมือง

1.3 จุดเน้นของการจัดการเรียนรู้อตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาเอกสาร พบว่ามีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอจุดเน้นของการจัดการเรียนรู้อตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ไว้ดังนี้

Pedretti (2003) ได้เสนอว่าจุดเน้นการจัดการเรียนรู้อตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ทั้งหมด 7 ด้าน ได้แก่ 1) การพัฒนาอย่างยั่งยืน 2) การตัดสินใจ 3) การให้เหตุผลทางจริยธรรมและศีลธรรม 4) มิติส่วนบุคคล และทางการเมือง 5) การฟื้นฟูทางสังคมอย่างมีวิจาร์ณญาณ 6) การเคลื่อนไหวทางสังคม และ 7) การขยายความธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 1

นอกจากนี้ Pedretti (2003) เสนอว่าเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ผู้เรียนควรได้รับการเรียนรู้ผ่านประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม (Socio-Scientific Issues) โดยประเด็นดังกล่าวควรถูกใช้เป็นตัวดำเนินเรื่องในการจัดการเรียนการสอน สามารถแสดงให้เห็นผลกระทบซึ่งกันและกันระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมได้ (Ramsey, 1993) ตัวอย่างเช่น อาหารที่ผ่านการตัดแปลงพันธุกรรม การโคลนนิ่ง พลังงานไฟฟ้านิวเคลียร์ การลดลงของโอโซนในชั้นบรรยากาศ คำแนะนำด้านโภชนาการทางอาหารโรคติดต่อเฉพาะถิ่น ปัญหาความยากจน การตัดแปลงพันธุกรรมทางอาหาร พันธุวิศวกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีช่วยการเจริญพันธุ์ ปัญหามลพิษ การค้นพบทางอวกาศ เป็นต้น (Pedretti, 2003)

ตารางที่ 1 กรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาโดย Pedretti (2003)

แนวทางการจัดการเรียนรู้	คำอธิบาย
การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development)	การจัดการเรียนรู้ STSE เกี่ยวข้องกับการศึกษาเชิงทั้งระบบ ศึกษาการใช้ประโยชน์จากทรัพยากร และการพิจารณาความจำเป็นพื้นฐานในระยะยาวในแง่ของความพยายามที่จะรักษาไว้ซึ่งสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน
การตัดสินใจ (Decision Making)	ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในวิธีการคิดพิจารณาทั้งในระดับท้องถิ่น จังหวัดและการปกครองระดับประเทศทั้งภาคเอกชนและภาคอุตสาหกรรม
การให้เหตุผลทางคุณธรรม และจริยธรรม (Ethics & Moral Reasoning)	การจัดการเรียนรู้ STSE พยายามผนวกการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และการศึกษาเชิงคุณค่าเข้าด้วยกัน ทักษะคิดส่วนใหญ่มาจากการสอนวิทยาศาสตร์ในแบบประเพณีนิยมในสถานะขององค์กรที่ปลอดภัยและไม่ลำเอียง และมุ่งพิจารณาการให้เหตุผลทางจริยธรรมและคุณธรรมอย่างชัดเจนแจ่มแจ้ง
มิติส่วนบุคคล และทางการเมือง (Personal & Political Dimensions)	การจัดการเรียนรู้ STSE ประกอบด้วยการอภิปรายทางการเมืองและวิทยาศาสตร์ โดยไม่ได้มุ่งใช้คำถามดั้งเดิมว่าวิทยาศาสตร์จัดเป็นศาสตร์ที่ดีหรือไม่ แต่มุ่งตั้งคำถามด้วยว่า

แนวทางการจัดการเรียนรู้	คำอธิบาย
	ใครจะได้รับประโยชน์หรือเสียประโยชน์จากความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น
การฟื้นฟูทางสังคม อย่างมีวิจารณญาณ (Critical Social - Reconstruction)	การจัดการเรียนรู้ STSE เปิดโอกาสให้ประชาชนหรือนักเรียนได้ใช้ทักษะทางปัญญา และจริยธรรมในการพิจารณาข้อดีและข้อเสียของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการตรวจสอบผลประโยชน์และต้นทุน ให้นักเรียนรับรู้ถึงแรงขับเคลื่อนทางการเมือง และสังคมที่ผลักดันการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งประดิษฐ์จากฝีมือมนุษย์
การเคลื่อนไหวทางสังคม (Action)	การเคลื่อนไหวทางสังคมทำให้ประชาชนมีอำนาจได้อย่างสมบูรณ์ ชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางปัจเจกบุคคลและทางสังคม และช่วยเตรียมพร้อมพลเมืองให้สามารถปฏิบัติหน้าที่ด้วยความรับผิดชอบและอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่เพียงแต่พัฒนาศักยภาพในการลงมือปฏิบัติเท่านั้น แต่ยังพัฒนาอุปนิสัยด้วย ใครก็ตามที่ได้ลงมือปฏิบัติแล้วจะมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับประเด็นต่าง ๆ รวมถึงความหมายของความเป็นมนุษย์ และมีความรู้สึกของความเป็นเจ้าของและพลังอำนาจ
ส่วนเน้นธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science Emphasis)	การรับรู้ว่าคุณรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้มีพื้นฐานมาจากหรือแตกแขนงมาจากการสังเกตธรรมชาติ เป็นความรู้ที่มีทฤษฎีรองรับ รับรู้ว่าคุณรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งจากการอนุมานของมนุษย์ มีการจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ สังคม และวัฒนธรรมสอดแทรกอยู่ภายใน

จากตารางข้างต้นจะเห็นว่าจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม พยายามที่จะนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ มุมมองทางการพัฒนาที่ยั่งยืน การตัดสินใจ การให้เหตุผลทางจริยธรรม และศีลธรรม มิติทางส่วนบุคคลและทางการเมือง การฟื้นฟูทางสังคมอย่างมีวิจารณญาณ การเคลื่อนไหวทางสังคม และการขยายความ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ควรมีการจัดการเรียนการสอนโดยประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสังคมเป็นตัวดำเนินเรื่อง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นผลกระทบซึ่งกันและกันระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมได้

1.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ด้วยการศึกษาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ไม่ได้มีคำจำกัดความที่ชัดเจน ไม่ได้กำหนดวิธีการสอนตายตัว ท้ายที่สุดแล้วผู้สอนต้องเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมกับบริบททางการศึกษา (Pedretti, 2005) จากการค้นคว้าข้อมูลพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถใช้วิธีการสอนที่แตกต่างกันไปตามเป้าหมายของแต่ละการจัดการเรียนรู้ซึ่งแบ่งได้เป็น 6 เป้าหมาย ได้แก่ 1) การนำไปใช้หรือการออกแบบ 2) การศึกษาเชิงประวัติศาสตร์ 3) การให้เหตุผล 4) การให้คุณค่า 5) เชิงวัฒนธรรม และ 6) การตัดสินใจด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสังคม

ตารางที่ 2 เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ คำอธิบาย และตัวอย่างวิธีการสอนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (Pedretti, 2005)

เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้	คำอธิบาย	ตัวอย่างวิธีการสอน
การนำไปใช้หรือการออกแบบ	มุ่งเน้นการแก้ปัญหาผ่านการออกแบบ เทคโนโลยีใหม่หรือปรับปรุงเทคโนโลยีที่มีอยู่แล้ว สามารถแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ 1) การออกแบบโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก 2) การออกแบบสิ่งประดิษฐ์เฉพาะอย่างด้วยข้อจำกัดทางวัสดุ อุปกรณ์ 3) การออกแบบเทคโนโลยีที่แก้ปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อม	การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้	คำอธิบาย	ตัวอย่างวิธีการสอน
การศึกษาเชิงประวัติศาสตร์	มุ่งเน้นการขยายความด้านประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมทางสังคมที่ผนวกอยู่ในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ 1) การสอนโดยใช้เหตุการณ์จากชีวิตจริงและการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ 2) การสอนที่เน้นการซักถามถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงมุมมองด้านธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และ 3) การสอนที่เน้นการตรวจสอบกรณีศึกษาทางประวัติศาสตร์ของเหตุการณ์ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ และผลลัพธ์ในระยะยาวของวิทยาศาสตร์	การใช้กรณีศึกษาเชิงประวัติศาสตร์เป็นฐาน การแสดงบทบาทสมมติ
การให้เหตุผลเชิงตรรกะ	ความเข้าใจในประเด็นต่าง ๆ การตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ในบริบททางสังคมผ่านการพิจารณาจากหลักฐานเชิงประจักษ์	การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การสอนการตัดสินใจ การโต้เถียง
การศึกษาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม	ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบททางสังคมที่เกี่ยวข้องทางวัฒนธรรม	การใช้กรณีศึกษา การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
การตัดสินใจปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสังคม	การแก้ปัญหาทางสังคมและทางนิเวศวิทยา ผ่านกิจกรรมของมนุษย์และการทำงานของหน่วยงานต่าง ๆ	การใช้กรณีศึกษา การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้	คำอธิบาย	ตัวอย่างวิธีการสอน
		<p>โครงการที่เกี่ยวกับชุมชน</p> <p>การใช้บริบททางท้องถิ่น</p> <p>และบริบททั่วไป</p>

กล่าวโดยสรุปว่า ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ผู้สอนสามารถใช้วิธีการสอนได้หลากหลายขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนและบริบทของผู้เรียน

1.5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมเป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่เพิ่มจุดเน้นทางด้าน “สิ่งแวดล้อม (E)” (Aikenhead, 2003) ในที่นี้จึงนำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ตามที่นักการศึกษาได้เสนอไว้หลายท่าน โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการสอนดังนี้

Yager (1991) นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง (The Constructivist Learning Model: CLM) โดยมี 4 ขั้นตอนดังนี้

- 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Invitation) ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียนโดยอยู่บนพื้นฐานของการถามคำถามเกี่ยวกับการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- 2) ขั้นสำรวจ (Exploration) นักเรียนเรียนรู้การแก้ปัญหาโดยการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น การทดลอง การสังเกต การสร้างโมเดล การระดมความคิด และการโต้แย้ง เป็นต้น
- 3) ขั้นนำเสนอการอธิบายและการแก้ปัญหา (Proposing Explanations and Solution) นักเรียนสื่อสารและอธิบายความคิดที่ได้รับจากขั้นสำรวจ สร้างคำอธิบายใหม่ ระดม

ความคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ลงข้อสรุปที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และผนวกวิธีการแก้ปัญหา เข้ากับความรู้อะไรและประสบการณ์ที่ได้รับ

4) ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Taking Action) นักเรียนต้องตัดสินใจ ประยุกต์ใช้ความรู้ และทักษะไปปฏิบัติจริงในฐานะพลเมือง เผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมโดย อาจอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ของแผ่นพับ การจัดป้ายนิเทศ การจัดมุมวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

Bryant (1995 อ้างถึงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558) นำเสนอการจัดการเรียนรู้รูปแบบ STS Approach ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นสงสัย (I wonder) นักเรียนเกิดความสงสัยและตั้งคำถามที่ตนสนใจเกี่ยวกับ บริบทรอบตัว

2) ขั้นวางแผน (I plan) นักเรียนวางแผนการค้นหาคำตอบ และรวบรวมแหล่ง ความรู้ต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถตอบคำถามที่ตั้งขึ้นได้

3) ขั้นค้นหาคำตอบ (I investigate) นักเรียนได้รับหน้าที่ให้ค้นหาคำตอบตามแผนวางไว้

4) ขั้นสะท้อนความคิด (I reflect) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการค้นหาคำตอบ แล้วเชื่อมโยงความคิดทางวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน และพิจารณาไตร่ตรองว่านักเรียนได้เรียนรู้ อะไรบ้างจากการในขั้นค้นหาคำตอบ

5) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (I share) นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้มา โดยการนำเสนอผลการค้นหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

6) ขั้นนำไปปฏิบัติ (I act) นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน นอกห้องเรียน

Carin (1997 อ้างถึงใน ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558) นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหา (STS Problem-Solving Model) โดยมี 5 ขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นสืบเสาะค้นหา (National Research Council) นักเรียนร่วมกันระดมความคิด เสนอหัวข้อที่สนใจศึกษา หัวข้อที่นำเสนออาจมาจากเหตุการณ์ในชุมชน จากนั้นระบุคำถามที่จะ ศึกษาในเชิงลึก จำนวน 1-2 คำถาม

- 2) **ขั้นแก้ปัญห (Solve)** นักเรียนได้ใช้กระบวนการสืบสอบเพื่อนำมาสู่การตอบคำถามหรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง
- 3) **ขั้นสร้างสรรค์ (Create)** นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและจัดกระทำข้อมูลในรูปของกราฟหรือแผนภาพ
- 4) **ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Share)** นักเรียนนำเสนอข้อค้นพบในชั้นเรียน
- 5) **ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Action)** นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหอื่น ๆ ต่อไป

สำหรับประเทศไทย นฤมล ยุตาคม (2542) ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS model) โดยจัดวิธีการสอนเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรวมทั้งประสบการณ์ของนักเรียนเป็นตัวนำเข้าสู่บทเรียน (Issue-Oriented Approach) และเป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ **ขั้นวางแผน** **ขั้นสอน** และ**ขั้นประเมินผล** โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ขั้นวางแผน

1.1) ครูกำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการสอน ให้นักเรียนสามารถใช้วิทยาศาสตร์ไปปรับปรุงคุณภาพชีวิต พัฒนาระบบการแสวงหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาสังคม โดยคำนึงถึงหลักคุณธรรม จริยธรรม รวมถึงงานอาชีพต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

1.2) ครูจัดเตรียมหน่วยการจัดการเรียนรู้ จัดทำความคิดรวบยอดและทักษะที่สำคัญของหน่วยการเรียนรู้ จัดเตรียมสถานการณ์ที่กระตุ้นความคิดของนักเรียนที่สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้ เช่น การใช้วีดิทัศน์ หนังสือพิมพ์ ประสบการณ์ของนักเรียน

2) ขั้นสอน

ในหน่วยการเรียนรู้หนึ่ง ผู้เรียนจะใช้โมเดลการเรียนรู้ซึ่งมีทั้งหมด 6 ขั้น โดยผู้สอนจะเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือให้ผู้เรียนทำตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ STS model (นฤมล ยุตาคม (2542))

ขั้นที่	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1) ขั้นสงสัย (I wonder)	ครูมีหน้าที่สร้างสถานการณ์การเรียนรู้ที่ส่งเสริมการตั้งคำถาม ตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและกระตุ้นนักเรียนตั้งคำถาม	นักเรียนจะเกิดความสงสัยและตั้งคำถามตามที่ตนสนใจหรือสงสัยเกี่ยวกับบริบทรอบตัวเขา
2) ขั้นวางแผน (I plan)	ครูมีหน้าที่แนะนำนักเรียนให้วางแผนการค้นหาคำตอบ และรวบรวมแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้นักเรียน	นักเรียนจะวางแผนค้นหาคำตอบสำหรับคำถามนั้นด้วยวิธีการอย่างนักวิทยาศาสตร์
3) ขั้นค้นหาคำตอบ (I investigate)	ครูมีหน้าที่ช่วยเหลือนักเรียนขณะที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรมเพื่อค้นหาคำตอบ	นักเรียนมีหน้าที่ลงมือค้นหาคำตอบตามที่วางแผนไว้ซึ่งนักเรียนจะสามารถตอบคำถามได้บางส่วน แต่ก็อาจจะมีคำถามใหม่ ๆ เกิดขึ้นอีกก็ได้
4) ขั้นสะท้อน ความคิด (I reflect)	ครูแนะนำนักเรียนให้สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการค้นหาคำตอบและเชื่อมโยงความคิดทางวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน	นักเรียนมีหน้าที่สะท้อนความคิดและสิ่งที่ได้จากการลงมือค้นหาคำตอบ และไตร่ตรองว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง
5) ขั้นแลกเปลี่ยน ประสบการณ์ (I share)	ครูจัดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่นในเรื่องที่นักเรียนได้เรียนรู้ และมีโอกาสที่จะได้เรียนรู้จากผู้อื่นด้วย	นักเรียนนำเสนอผลการค้นคว้าหาคำตอบให้นักเรียนคนอื่น ๆ ฟังด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การรายงาน การสาธิต การทดลอง การจัดแสดงตัวอย่าง เป็นต้น
6) ขั้นนำไปปฏิบัติ (I act)	ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปใช้จริงในชีวิตประจำวัน นอกห้องเรียนหรือใช้นอกโรงเรียน	นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปใช้จริงในชีวิตประจำวันนอกห้องเรียน โดยการปฏิบัติจริง เช่น การรณรงค์การแยกขยะ การจัดทำข้อปฏิบัติในการรักษาสภาพแวดล้อมในโรงเรียน เป็นต้น

3) ขั้นประเมินผล

การประเมินผลใน STS model มีองค์ประกอบทั้งหมด 6 ด้าน ได้แก่ ความคิดรวบยอด (Concepts) กระบวนการ (Process) การนำไปใช้และการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง (Application and Connections) เจตคติ (Attitudes) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และโลกทัศน์ (World View)

วิธีการประเมินผล ประกอบด้วย การประเมินผลโดยครู และโดยตัวนักเรียนเอง การประเมินผลโดยครู ได้แก่ การใช้ข้อสอบ การประเมินงาน การปฏิบัติ การสังเกตของครู การประเมินผลโดยนักเรียน ได้แก่ การประเมินตนเอง การประเมินการทำงานของเพื่อนในกลุ่ม โดยใช้แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) หรือให้เขียนอนุทิน (Journal) การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน

จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (the Constructivism Learning Center: CLM) นำเสนอโดย Yager (1991) ได้อธิบายถึงขั้นตอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยครูเป็นผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียนโดยให้นักเรียนตั้งคำถามตามปรากฏการณ์ที่กำหนด ซึ่งทำให้สามารถกำหนดกรอบเนื้อหาได้ตามจุดประสงค์ของการเรียนได้ ต่างจากการให้อิสระนักเรียนในการตั้งประเด็นคำถามที่สงสัยที่เกิดขึ้นจากชุมชนรอบตัวหรือการตั้งคำถามจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชุมชนดังปรากฏในรูปแบบการสอนของ Bryant (1995) และ Carin (1997)

นอกจากนี้ ถึงแม้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำเสนอ STS model โดยนฤมล ยุตาคม (2542) มีความคล้ายคลึงกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ CLM ของ Yager (1991) แตกต่างที่ขั้นตอนประเมินผล ซึ่งรูปแบบ STS model ได้ระบุว่าให้มีการประเมินผลทั้งหมด ได้แก่ ความคิดรวบยอด (Concepts) กระบวนการ (Process) การนำไปใช้และการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง (Application and Connections) เจตคติ (Attitudes) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และโลกทัศน์ (World View) โดยในขั้นนี้ต้องการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม เป็นความสามารถที่ผนวกระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม จึงมีการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับความสำคัญ ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม กระบวนการแก้ปัญหา แนวทางการพัฒนา รวมถึงแนวทางการวัดระดับความสามารถในการแก้ปัญหาดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา แล้วทบทวนความจำจากความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2544) ซึ่งต้องอาศัยทักษะและความเข้าใจของเรื่องราวที่ได้เคยเรียนรู้มาก่อนมาใช้ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย (Krulik, 1987) ปัจจุบันการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่สำคัญมากในบริบทของชีวิตประจำวันและบริบทของการประกอบอาชีพทั้งสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ปัญหาจากสภาพแวดล้อมรอบตัว ปัญหาในการปรับตัวสถานการณ์ต่าง ๆ ปัญหาเหล่านี้ไม่สามารถได้รับการแก้ไขให้แก้ไขให้บรรลุเป้าหมายและสามารถประสบความสำเร็จได้โดยอาศัยเพียงแต่ความรู้และความจำเท่านั้น (Jonassen, 2011)

ในด้านของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาหรือทักษะการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับนักเรียน ความรู้ที่ได้รับผ่านการแก้ปัญหาสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น มีความคงทนและสามารถถ่ายโอนไปยังความรู้อื่นได้ดี ในขณะที่ความรู้ที่ถูกเรียกคืนและไม่ได้ใช้งานที่แท้จริงบางอย่างจะถูกลืมเร็วเกินไปและไม่สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Jonassen, 2011) นอกจากนี้ งานจำนวนมากในชีวิตประจำวันต้องอาศัยทักษะขั้นสูง โดยบุคคลจำเป็นต้องสามารถเรียนรู้ให้เหตุผล คิดอย่างสร้างสรรค์ ตัดสินใจ รวมถึงแก้ปัญหาได้ (National Research Council, 1996) จึงกล่าวได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ ทั้งด้านการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ การทำงาน และมีความเกี่ยวข้องับสมรรถนะของบุคคลในศตวรรษที่ 21 และเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาเพื่อใช้ประกอบในการศึกษาเรียนรู้และการดำรงชีวิตประจำวัน (วิชรา เล่าเรียนดี, 2560)

2.2 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาค้นคว้าพบว่า มีนักการศึกษาให้ความหมายของการแก้ปัญหาและความสามารถในการแก้ปัญหาไว้หลายท่านดังนี้

Newell and Simon (1972) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นวิธีการที่ใช้ในการข้ามผ่านอุปสรรคหรือปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

Partnership for 21st Century Skills (2008) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่จะแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ ที่ไม่คุ้นเคยกับประสบการณ์เดิมได้ สามารถระบุสาเหตุของปัญหาเพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ ด้วยวิธีการแบบทั่วไป สร้างสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมต่าง ๆ

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา แล้วทบทวนความจำจากความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ จากนั้นใช้ความคิดรวบรวมกฎเกณฑ์ วิธีการที่จะนำมาแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายซึ่งทำให้พบวิธีการใหม่ในการแก้ปัญหา

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาว่าเป็นความสามารถทางสมองในการขจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเอง และสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกลับมาสู่สภาวะที่บุคคลคาดหวัง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2552) ได้นิยามความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนว่า เป็นความสามารถที่จะแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ โดยบุคคลนั้นมีความเข้าใจความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกัน และแก้ไขปัญหา มีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

Sternberg and Sternberg (2012) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่าเป็นความพยายามหรือกระบวนการที่มีเป้าหมายเป็นสิ่งผลักดันให้สามารถข้ามผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ที่ขัดขวางการแก้ปัญหานั้น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ระบุว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาปัญหา การเลือกและใช้ความรู้รวมถึงกระบวนการที่เป็นไปได้ในการจัดการกับปัญหา

Minda (2015) เสนอว่ากระบวนการหรือวิธีการแก้ปัญหา คือ วิธีการที่ใช้ในการเปลี่ยนจากระยะเริ่มต้นของปัญหาเพื่อเข้าสู่ระยะเป้าหมายให้มากที่สุด ซึ่งสามารถใช้วิธีการทางพุทธิปัญญา อย่างเช่น จินตนาการภายในจิตใจ การเปล่งเสียง (Verbalization) หรือการเรียกคืนความจำ (Memory Retrieval)

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถทางสมองในการพยายามหรือกระบวนการที่มีเป้าหมายเป็นสิ่งผลักดันให้สามารถข้ามผ่านอุปสรรคต่าง ๆ หรือเป็นความสามารถทางสมองที่พยายามขจัดสถานะที่ไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยใช้วิธีการทางพุทธิปัญญา มีการใช้กระบวนการคิด วิเคราะห์จากข้อมูลประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่คาดหวังไว้ได้อย่างถูกต้องบนพื้นฐานของหลักเหตุผล

2.3 ความหมายของสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาเอกสาร บทความ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม สามารถรวบรวมความหมายของสิ่งแวดล้อม และปัญหาที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในเมืองได้ดังนี้

ดำรงศักดิ์ ชัยสนิท และสุนี เลิศแสวงกิจ (2537) ให้ความหมายของสิ่งแวดล้อมว่า หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่ล้อมรอบตัวเราทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ได้แก่ คน สัตว์ ดิน น้ำ ต้นไม้ ภูเขา ตลอดจนสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ เช่น อาคารที่อยู่อาศัย ถนน โรงงานอุตสาหกรรม สิ่งก่อสร้าง สิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เป็นต้น และยังรวมถึงสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปวัฒนธรรม ความเชื่อต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้ล้วนเกี่ยวข้องกับคนเราทั้งในด้านร่างกายและจิตใจ

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2542) ให้ความหมายของสิ่งแวดล้อมว่า หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวมนุษย์ทั้งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต รวมทั้งที่เป็นรูปธรรมที่สามารถจับต้องและมองเห็นได้ และนามธรรมที่ไม่สามารถจับต้องได้ เช่น วัฒนธรรม แบบแผน ประเพณี ความเชื่อ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้มีอิทธิพลเกี่ยวโยงถึงกัน โดยที่ผลกระทบจากปัจจัยหนึ่งจะมีส่วนเสริมสร้างหรือทำลายอีกส่วนหนึ่งอย่างหลีกเลี่ยงมิได้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2554) กล่าวว่า สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ทั้งทางธรรมชาติและทางสังคมที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ประกอบด้วยทั้งสิ่งที่ดีและไม่ดี เช่น โรงเรียนสร้างสวนดอกไม้ให้เป็นสิ่งแวดล้อมที่ดีแก่นักเรียน ชุมชนที่มีการทะเลาะวิวาทกันหรือเล่นการพนันเป็นสิ่งแวดล้อมที่ไม่ดีแก่เด็ก

จากความหมายของสิ่งแวดล้อม สามารถสรุปได้ว่า สิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ล้อมรอบตัวมนุษย์ ทั้งสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น โดยเป็นสิ่งที่สามารถจับต้องและมองเห็นได้ และสิ่งที่ไม่สามารถจับต้องได้ เช่น วัฒนธรรม ประเพณี ความเชื่อ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้มี

ความเชื่อมโยงซึ่งกันและกัน สามารถส่งผลกระทบต่อในด้านเสริมสร้างหรือทำลายอีกส่วนหนึ่งอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

2.4 การแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาเอกสาร วารสารต่าง ๆ พบว่า ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมนั้นจำเป็นต้องอาศัยทั้งความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ความตระหนักทางสิ่งแวดล้อม และแรงจูงใจในการแก้ปัญหา ดังที่มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

Stapp (1969) กล่าวว่า เพื่อที่จะสามารถแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประชาชนควรมีความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อมและปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมมีความตระหนักถึงวิธีการสามารถแก้ปัญหาได้ และมีแรงจูงใจในการแก้ปัญหา

Toung Vi and Rambo (2003) กล่าวว่า ผู้ที่แก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมต้องรับรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในแง่ของผลกระทบต่อสุขภาพและชีวิตความเป็นอยู่ มีความห่วงใยต่อสิ่งแวดล้อม โดยเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมผู้นั้นควรมีความรู้ทางสิ่งแวดล้อมรับรู้ถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมในแง่ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพและชีวิตความเป็นอยู่ มีแรงจูงใจในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม มีความห่วงใยต่อสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม Miller (1990) ได้กล่าวไว้ว่า เพื่อให้การพัฒนาความตระหนักในสิ่งแวดล้อมให้ประสบความสำเร็จอย่างแท้จริง ผู้นั้นต้องผ่านการยกระดับความตระหนักทางสิ่งแวดล้อม 4 ระดับด้วยกัน คือ

ระดับที่ 1 การรับรู้ปรากฏการณ์ รับรู้ปัญหาที่กำลังเกิดขึ้นว่าเป็นสิ่งที่ต้องแก้ไข

ระดับที่ 2 การมองเห็นความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกัน เกี่ยวพันกันอย่างเป็นระบบ เช่น รับรู้ว่าปัญหามลภาวะ ความเสื่อมโทรมทางสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหาประชากร การพัฒนาทางอุตสาหกรรม ลัทธิบริโภคนิยมและความยากจนในสังคม

ระดับที่ 3 การมองเห็นความเชื่อมโยงทางสิ่งแวดล้อมกับระบบเศรษฐกิจและการเมือง มีการแสวงหาทางเลือกใหม่ ๆ ในการจัดการทางเศรษฐกิจและสังคมร่วมกับการพัฒนาวิธีการจัดการทางสิ่งแวดล้อม

ระดับที่ 4 ความตระหนักเรื่อง โลกที่ยั่งยืน เป็นความตระหนักทั้ง 3 ระบบ โดยใช้โลกเป็นศูนย์กลางของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เป็นศูนย์กลางของการพิจารณา

ดังนั้น จากความหมายของการแก้ปัญหา ความสามารถในการแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมหมายถึง ความสามารถที่จะแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ ที่ไม่คุ้นเคยกับประสบการณ์เดิมได้มีการใช้กระบวนการคิด วิเคราะห์จากข้อมูลประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่คาดหวังไว้ได้อย่างถูกต้องบนพื้นฐานของหลักเหตุผล โดยใช้ความรู้ทางสิ่งแวดล้อมรับรู้ถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมในแง่ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพและชีวิตความเป็นอยู่ และเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ ตระหนักถึงวิธีการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

2.5 กระบวนการในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาดำรง เอกสาร และบทความต่าง ๆ ได้มีนักการศึกษาอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

Weir (1974) ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหว่าเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยเวลา และเป็นกระบวนการที่ผ่านระยะ 4 ระยะ ดังนี้

- 1) การระบุปัญหา
- 2) การวิเคราะห์ปัญหา
- 3) การเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา
- 4) การประเมินผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา

Wessells (1982) เสนอว่า การแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

- 1) ระบุปัญหา ทั้งระยะเริ่มต้นและระยะเป้าหมายของปัญหา
- 2) คิดค้นกลยุทธ์ วิธีการ หรือแผนในการดำเนินการแก้ไขปัญหา
- 3) ดำเนินการตามวิธีการแก้ปัญหที่กำหนดไว้
- 4) ประเมินความเป็นไปได้ของวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่คาดหวังไว้

Bransford and Stein (1984) ระบุขั้นตอนสำคัญในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

- 1) การระบุปัญหาและโอกาสในการแก้ปัญหา (Identify problems and opportunities)
- 2) การระบุเป้าหมาย (Define goal)

- 3) การสำรวจกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Explore possible strategies)
- 4) การคาดเดาผลลัพธ์และการลงมือแก้ปัญหา (Anticipate outcomes and act)
- 5) การประเมินการแก้ปัญหาและเรียนรู้ (Look back and learn)

Marzano, Pickering, and McTighe (1993) กล่าวว่า ในการประเมินความสามารถแก้ปัญหา นักเรียนต้องสามารถแสดงการปฏิบัติการ (performances) ใน 4 องค์ประกอบ ดังนี้

- 1) การระบุข้อจำกัดหรือปัญหา
- 2) การระบุแนวทางการแก้ปัญหา
- 3) การเลือกวิธีการแก้ปัญหาและทดลองใช้วิธีการแก้ปัญหา
- 4) การระบุเหตุผลที่สนับสนุน ในกรณีที่เลือกใช้วิธีแก้ปัญหาอื่น ๆ

จากการกระบวนการแก้ปัญหาที่นักการศึกษาได้เสนอไว้ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ

- 1) การระบุปัญหา
- 2) การวิเคราะห์ปัญหา เป็นการหาสาเหตุของปัญหา ระบุเป้าหมายของปัญหา
- 3) การเสนอแนวทางแก้ปัญหา โดยการคิดค้น ระบุแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้
- 4) การประเมินผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา สามารถตรวจสอบได้โดยการคาดเดาผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา และการลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้ หากวิธีการดังกล่าวไม่ประสบผลสำเร็จก็เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาวีธีอื่น

2.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ระบุแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกกิจกรรมต่าง ๆ ต่อไปนี้

- 1) ฝึกให้นักเรียนได้ทำงานหรือทำกิจกรรมอยู่เสมอ
- 2) ฝึกให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง
- 3) ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผลมีความเชื่อมั่น
- 4) ฝึกให้นักเรียนรู้จักวิจารณ์ กำหนดวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการวิเคราะห์วิจารณ์ปัญหา
- 5) ฝึกให้นักเรียนรู้การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และฝึกให้รู้จักแสดงความคิดเห็น

6) ฝึกทักษะการแก้ปัญหากรณีศึกษา โดยใช้กรณีศึกษาที่เป็นปัญหาในสังคมทั่วไป แล้วตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

7) ฝึกทักษะการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งเป็นสถานการณ์ใกล้เคียงชีวิตจริง

8) จัดสิ่งเร้าหรือการกระตุ้นที่ดี เสนอปัญหาหรือประเด็นที่ท้าทายน่าสนใจและมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีมาให้ให้นักเรียนฝึก

9) จัดบรรยากาศหรือจัดสิ่งแวดล้อมให้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลง และมีอิสระในการคิด กล้าคิด กล้าแสดงออก

Eggen and Kauchak (2016) ได้เสนอว่า เพื่อที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน การจัดการเรียนรู้ควรมีลักษณะดังนี้

1) นำเสนอปัญหาที่อยู่ในบริบทของโลกของความเป็นจริง และมอบหมายให้นักเรียนฝึกระบุเป้าหมายของปัญหานั้น

2) พัฒนาความเชี่ยวชาญของนักเรียนโดยให้ฝึกคิดและแก้โจทย์ตัวอย่าง

3) ให้ความสำคัญกับปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเพื่อตั้งคูดนักเรียนและติดตามความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของพวกเขา

4) ส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกตระหนักถึงการแก้ปัญหา

จากแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่กล่าวว่า สามารถสรุปแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ดังนี้

1) ให้นักเรียนปฏิบัติงานและกิจกรรมต่าง ๆ อยู่เสมอ และเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

2) ฝึกให้นักเรียนเป็นบุคคลที่มีเหตุผล และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

3) ฝึกให้นักเรียนวิจารณ์และกำหนดวิธีการแก้ปัญหา

4) ฝึกให้นักเรียนฝึกการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่าง ๆ

5) ครูมีการนำเสนอปัญหา สถานการณ์ สิ่งเร้า หรือประเด็นที่น่าสนใจ มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้นักเรียนฝึก โดยปัญหาควรสอดคล้องกับความสามารถของนักเรียนและไม่ควรเป็นปัญหาที่นักเรียนเคยแก้

6) การเรียนการสอนมีบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ

2.7 แนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

เครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหามีหลายรูปแบบ เช่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบ แบบทดสอบแบบเขียนตอบ แบบสัมภาษณ์ และแบบสังเกต โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ในที่นี้ขอนำเสนอใน 2 ส่วน คือ 1) รูปแบบของเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และ 2) ตัวอย่างเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2.7.1 รูปแบบของเครื่องมือวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) เสนอว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหสามารถใช้เครื่องมือวัดได้ 2 รูปแบบ คือ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ และแบบทดสอบแบบเขียนตอบ

1) แบบทดสอบแบบเลือกตอบ

แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงหนึ่งคำตอบ โดยประกอบด้วยสถานการณ์การประเมินที่สั้น ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์นั้น แบบทดสอบแบบเลือกตอบแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1.1) แบบทดสอบเลือกตอบแบบคำถามเดียว

แบบทดสอบเลือกตอบแบบคำถามเดียวเป็นแบบทดสอบที่มีสถานการณ์คำถามเพียงหนึ่งคำถาม และมีตัวเลือกให้นักเรียนเลือกตอบ โดยตัวเลือกนั้นมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงหนึ่งตัวเลือกเท่านั้น

1.2) แบบทดสอบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้น

แบบทดสอบเลือกตอบแบบคำถาม 2 ชั้นเป็นแบบทดสอบที่มี 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ซึ่งมีลักษณะเดียวกับแบบทดสอบเลือกตอบคำถามเดียว แต่อาจมีคำตอบที่ถูกต้องได้มากกว่า 1 คำตอบ และส่วนที่ 2 ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับการเลือกคำตอบจากส่วนที่ 1 โดยเป็นการให้นักเรียนระบุเหตุผลของการเลือกคำตอบที่นักเรียนได้เลือกในส่วนที่ 1

2) แบบทดสอบแบบเขียนตอบ

แบบทดสอบแบบเขียนตอบเป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนระบุคำตอบโดยการเขียนตอบ ซึ่งใช้ความสามารถของนักเรียนในการแปลความหมายสถานการณ์ของแบบทดสอบ จากนั้นให้นักเรียนเขียนระบุคำตอบที่แสดงการตีความหมาย ลงข้อสรุป ตัดสินใจ รวมถึงแสดงเหตุผลของตนเองที่ใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจนั้น ๆ

ตัวอย่าง แบบเลือกตอบจากสถานการณ์ (สุคนธ์ สิ้นรพานนท์ และคณะ, 2555)
<p>คำถาม 4. นักเรียนคาดว่า การแก้ปัญหาในข้อ 3. จะส่งผลดีมากที่สุดต่ออย่างไร (ประเมินผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) นายคำมีสุขภาพดีขึ้น 2) นายคำได้ผลผลิตจากผักมากขึ้น 3) แมลงศัตรูพืชรบกวนผักสวนครัวน้อยลง 4) นายคำงดเว้นการใช้ยาฆ่าแมลงทุกประเภท
<p>ลู่มั่น : เดี่ยวนี้ตะไคร้หอมที่สวนของฉันราคาดีมาก ป้าแหว : ต้นยาสูบของฉันก็เป็นที่ต้องการของตลาดเหมือนกัน น้ำจ้อย : ฉันได้ข่าวมาว่าเขานำไปสกัดใช้แทนสารเคมี เพื่อใช้ฉีดป้องกันศัตรูพืชได้โดยไม่มีอันตราย</p>
<p>คำถาม 1. ปัญหาสำคัญจากการสนทนาคืออะไร (ระบุปัญหา)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) การใช้สารเคมี 2) ต้นยาสูบมีราคาสูง 3) ศัตรูพืชมารบกวนพืชผัก 4) ตะไคร้หอมมีราคาสูงมาก <p>คำถาม 2. สาเหตุสำคัญของปัญหาในข้อ 1. คืออะไร (ระบุสาเหตุของปัญหา)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ราคาพืชสูง 2) ศัตรูพืชมากขึ้น 3) เกษตรกรใช้สารเคมี 4) เกษตรกรปลูกพืชหลายชนิด <p>คำถาม 3. วิธีแก้ปัญหาในข้อ 1 คืออะไร (ระบุวิธีการแก้ปัญหา)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ใช้สารเคมีปราบศัตรูพืช 2) ปลูกพืชทดแทนให้มีปริมาณมากขึ้น 3) เพิ่มคุณภาพของสารเคมีให้ปราบศัตรูพืชให้หมดไป 4) ผลิตตะไคร้หอมและยาสูบให้เป็นยาป้องกันศัตรูพืช <p>คำถาม 4. การแก้ปัญหาในข้อ 3. มีผลดีอย่างไร (ประเมินผลการแก้ปัญหา)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ประหยัดค่าใช้จ่าย 2) สารเคมีจะเสื่อมสภาพลง 3) ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ 4) เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการปลูกพืชผัก

<p>ตัวอย่าง แบบทดสอบแบบเขียนตอบจากสถานการณ์ (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ, 2555)</p>
<p>ตัวอย่างสถานการณ์</p> <p>ก้อยเอากระดาษต้นไม้มาวางไว้ตามมุมห้องนั่งเล่น เพราะต้องการให้บรรยากาศในห้องร่มรื่น แก้วและเก๋ เพื่อน ๆ ของก้อยมาเที่ยวบ้านก้อยต่างก็ชมว่าบ้านก้อยดูร่มรื่นดี บรรยากาศชวนนั่งพักผ่อน แต่พี่สาวก้อยกลับบ่นก้อยว่าเอาต้นไม้มาวางไว้หลายต้นทำให้ห้องนั่งเล่นแคบไป และเวลารดน้ำต้นไม้ พื้นบ้านก็เปียกเลอะ ต่อจากนั้นอีกสองสัปดาห์ ใบของต้นไม้ซึ่งเคยมีสีเขียวก็เปลี่ยนเป็นสีเหลือง</p> <p>คำถาม</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) จากสถานการณ์นี้ ปัญหาที่สำคัญที่สุดคืออะไร 2) สาเหตุของปัญหาคืออะไร 3) ถ้านักเรียนพบปัญหาดังในข้อ 1) นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร 4) นักเรียนคาดว่าผลของการแก้ปัญหาของนักเรียนจะเป็นอย่างไร

2) Shin, Jonassen & McGee (2002) ได้ทำการวิจัยเพื่อหาตัวทำนายของการแก้ปัญหาแบบมีโครงสร้างไม่ชัดเจน และการแก้ปัญหาแบบมีโครงสร้างชัดเจนในวิชาดาราศาสตร์ ด้วยแบบทดสอบแบบอัตรัยแบบไม่มีโครงสร้าง และแบบทดสอบอัตรัยแบบมีโครงสร้างที่มีลักษณะดังตัวอย่าง

<p>ตัวอย่าง แบบทดสอบปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน (Shin, Jonassen David, & McGee, 2002)</p> <p>นักเรียนเป็นสมาชิกหนึ่งในทีมวิจัยที่ได้รับคำสั่งให้คำนวณระยะห่างของดวงดาวดวงหนึ่ง นักดาราศาสตร์ผู้มีชื่อเสียงท่านหนึ่งกล่าวว่าดาวดวงนั้นอยู่ใกล้ถัดจากโลกในระยะ 25 ปีแสง นักเรียนได้รับมอบหมายให้อภิปราย 1) นักวิจัยจะมีวิธีการวิจัยนี้ได้อย่างไร และ 2) การคำนวณอะไรบ้างที่นักเรียนจะต้องใช้ในงานวิจัยนี้</p> <p>ปัญหาที่ 1 นักเรียนจะมีวิธีการคำนวณระยะห่างของดวงดาวอย่างไร</p> <p>ปัญหาที่ 2 นักเรียนจะใช้การคำนวณอะไรบ้าง ตรวจสอบให้มั่นใจว่าวิธีการคำนวณนั้นจะช่วยให้นักเรียนหาระยะทางของดวงดาวนั้นได้ถูกต้อง</p>

ตัวอย่าง แบบทดสอบปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างในบริบทที่คุ้นเคย (Shin et al., 2002)

ดร.สมิธ นักดาราศาสตร์ ออกมาประกาศเตือนภัยเกี่ยวกับเหตุการณ์ภัยพิบัติที่จะเกิดขึ้นเร็ว ๆ นี้ โดยเขาเชื่อว่ามันมีโอกาสที่สูงมากที่ดาวเคราะห์น้อยขนาดใหญ่มากจะพุ่งชนโลกในเร็ว ๆ นี้

องค์การนาซาชาติได้ว่าจ้างให้นักเรียนทำการจัดการและกำกับการทำงานของทีมนักวิจัยที่จะทำการตรวจสอบค่ากล่าวอ้างของ ดร.สมิธ และทำการรายงานข้อสรุปของนักเรียน ถ้านักเรียนเชื่อว่าค่ากล่าวอ้างของ ดร.สมิธ เป็นจริง นักเรียนควรจะทำอะไรตรวจสอบเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพุ่งชนโลกของอวกาศบาตนั้น เช่น สถานที่ที่ดาวเคราะห์น้อยจะพุ่งชนโลก ขนาดของแรงจากการระเบิดที่จะเกิดขึ้น ผลกระทบต่อประชากรในท้องถิ่นที่ดาวเคราะห์น้อยจะพุ่งชนรวมถึงผลกระทบต่อประชากรโลก และแนวทางที่เป็นไปได้ในการลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น

องค์การนาซาชาติจะใช้ข้อสรุปของนักเรียนในการตัดสินใจว่าจะให้ทุนหรือไม่ในการสนับสนุนสำหรับการวางแผนประกาศเตือน หรือการใช้เทคโนโลยีการป้องกันดาวเคราะห์น้อยพุ่งชนโลก รวมถึงจะพิจารณาว่าจะให้ทุนเท่าไรจากงบประมาณที่มีจำกัด ในฐานะที่นักเรียนเป็นผู้กำกับการทำงานของทีมนักวิจัย นักเรียนมีความรับผิดชอบเพียงผู้เดียวต่อการเตรียมความพร้อมต่อวิกฤตการณ์นี้ นักเรียนต้องการผู้เชี่ยวชาญในด้านอะไรบ้างในการทำวิจัย **ให้นักเรียนเขียนคำอธิบายเกี่ยวกับสมาชิกในทีมนักวิจัยที่นักเรียนต้องการเพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจได้ นอกจากนี้ให้นักเรียนระบุบุคลิกของสถานการณ์ทั้งหมดที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถทำวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปได้**

จะเห็นได้ว่า จากตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสามารถใช้ได้ทั้งรูปแบบปรนัยและแบบอัตนัย อย่างไรก็ตาม แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาควรประกอบด้วยส่วนสถานการณ์และส่วนข้อคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์และแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

2.8 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา

จากการสืบค้นข้อมูลจาก วิทยานิพนธ์ เอกสาร คู่มือเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา สามารถสรุปได้รายละเอียด ดังนี้

2.8.1 ระดับของความสามารถในการแก้ปัญหาที่กำหนดในโครงการ PISA 2003

จากรายงานผลจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2003 (OECD, 2003; สุนีย์ คล้ายนิล, 2555) อธิบายว่า เกณฑ์ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนถูกแบ่งเป็น 4 ระดับ ตั้งแต่ระดับทักษะที่แข็งที่สุด คือ จากระดับ 3 จนกระทั่งทักษะที่อ่อนที่สุด คือระดับ 1 และนักเรียนที่มีคะแนนไม่ถึงระดับ 1 จะถูกจัดไว้ในกลุ่ม “ต่ำกว่าระดับ 1” โดยเกณฑ์ของระดับต่าง ๆ ทั้งสี่ระดับนี้ มาจากการแสดงความสามารถหรือคะแนนของนักเรียน โดยระดับของการแก้ปัญหาระดับต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

ระดับ 3 ผู้แก้ปัญหาระดับวิเคราะห์และสื่อความหมาย

นักเรียนที่มีความสามารถระดับ 3 สามารถวิเคราะห์ปัญหา สามารถคิดถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในสถานการณ์ของปัญหาและนำมาเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหา สามารถสร้างวิธีการแก้ปัญหาของตนเองและพิสูจน์ให้เห็นว่าวิธีการแก้ปัญหของตนเป็นไปตามเงื่อนไขที่ถูกต้องเหมาะสมกับตัวปัญหา

ระดับ 2 ผู้แก้ปัญหาระดับใช้เหตุใช้ผลและการตัดสินใจ

นักเรียนที่มีความสามารถระดับ 2 เป็นผู้ที่สามารถใช้เหตุผลและกระบวนการวิเคราะห์ สามารถแก้ปัญหาที่ต้องการกระบวนการตัดสินใจ สามารถจัดการกับข้อมูลที่ไม่คุ้นเคย สามารถใช้เหตุผลแบบต่าง ๆ หลากหลาย สามารถคิดวิเคราะห์ระบบหรือตัดสินใจ

ระดับ 1 ผู้แก้ปัญหาระดับพื้นฐาน

นักเรียนที่มีความสามารถระดับ 1 เป็นผู้ที่สามารถแก้ปัญหาที่ต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งเดียวและเป็นข้อมูลโดด ๆ ที่ไม่ต่อเนื่องและไม่ซับซ้อน เข้าใจตัวปัญหาและสามารถค้นคืนข้อมูล สาระที่เกี่ยวข้องกับส่วนที่สำคัญหรือส่วนที่เด่นของปัญหา แต่ไม่สามารถจะจัดการกับปัญหาที่ต้องใช้เหตุผลหลายด้านจัดการกับข้อมูลที่มีให้

ต่ำกว่าระดับ 1 ผู้แก้ปัญหาระดับต่ำ

นักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่าระดับ 1 เป็นผู้ที่ยังไม่มีทักษะแก้ปัญหาตามเกณฑ์หรือล้มเหลวในการใช้กระบวนการต่าง ๆ ที่ทำให้ทราบลักษณะสำคัญของปัญหา

2.8.2 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาโดยสำนักทดสอบทางการศึกษา (2555)

สำนักทดสอบทางการศึกษา (2555) ได้กำหนดตัวชี้วัดของสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาว่าประกอบด้วย 2 ตัวชี้วัด คือ 1) ใช้กระบวนการแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบและสรุปผล และ 2) ผลลัพธ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหา โดยใช้การประเมินที่มุ่งใช้รูปแบบการประเมินจากหลายแหล่งและการประเมินด้วยวิธีที่หลากหลาย (Multi-method) โดยให้นักเรียนแต่ละคนทำการประเมินตนเอง ให้เพื่อนประเมิน และครูทำการประเมินอีกครั้งหนึ่ง

การวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละสมรรถนะ ทำโดยนำผลจากการประเมินที่ได้จากแหล่งประเมินต่างๆ ในแต่ละสมรรถนะ ซึ่งมีคะแนนอยู่ระหว่าง 0 - 3 แล้วนำผลการประเมินแต่ละแหล่งมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) เพื่อเป็นค่าคะแนนในแต่ละสมรรถนะของผู้เรียน โดยมีระดับคุณภาพของสมรรถนะ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับคุณภาพของสมรรถนะในการแก้ปัญหา (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2555)

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ
ดีมาก/ผ่านขั้นสูง	มีคะแนน ตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป
ดี/ผ่าน	มีคะแนน ตั้งแต่ร้อยละ 40-74 ขึ้นไป
ปรับปรุง/ไม่ผ่าน	มีคะแนน ต่ำกว่าร้อยละ 40

2.8.3 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาในงานวิจัยของอาทิตย์ ฉิมกุล (2559)

อาทิตย์ ฉิมกุล (2559) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กำหนดนิยามความสามารถในการแก้ปัญหา คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนของ Fogler and LeBlanc (2007) ประกอบด้วย การนิยามปัญหา การสร้างวิธีการแก้ปัญหา การเลือกวิธีการแก้ปัญหา การปฏิบัติตามวิธีการแก้ปัญหา และการประเมินผล ได้ทำการวิเคราะห์ระดับความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบ่งคะแนนเป็น 4 ช่วงเท่า ๆ กัน โดยพิจารณาจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน จากนั้นกำหนดระดับ

ความสามารถในการแก้ปัญหาในแต่ละช่วงของคะแนนเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้ ปรับปรุง
ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา (อาทิตย์ ฉิมกุล, 2559)

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถ
22.50 - 30.00	ดีมาก
15.00 - 22.49	ดี
7.50 - 14.99	พอใช้
0.00 - 7.49	ปรับปรุง

**2.8.4 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาในงานวิจัยของ
อัญญาพร สุคนธ์พันธ์ (2559)**

อัญญาพร สุคนธ์พันธ์ (2559) ทำการศึกษาผลของการเรียนรู้โดยใช้กรณี
ตัวอย่างเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการประยุกต์ความรู้ชีววิทยาของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนปลาย กำหนดความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การระบุปัญหา การระบุ
สาเหตุของปัญหา การเสนอแนวทางแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา ทำการ
วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากคะแนนเฉลี่ย คะแนน
เฉลี่ยร้อยละ โดยเทียบจากเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของโครงการ
PISA 2003 (OECD, 2003) กำหนดช่วงร้อยละและระดับคุณภาพของผู้เรียน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา (OECD, 2003 อ้างถึงใน
อัญญาพร สุคนธ์พันธ์, 2559)

ดัชนีความก้าวหน้า	ระดับความก้าวหน้า
60-100	มีความสามารถดี
50-59	มีความสามารถพอใช้
40-49	มีความสามารถพื้นฐาน
0-39	มีความสามารถควรปรับปรุง

จากเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า เกณฑ์การประเมิน
ของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2003 (OECD, 2003) มีการกำหนดระดับ

ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็น 4 ระดับ แต่ไม่มีการกำหนดช่วงคะแนนในการตัดสินผล ขณะที่เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาที่กำหนดโดยสำนักทดสอบทางการศึกษา (2555) มีระดับคุณภาพของสมรรถนะ 3 ช่วงระดับ ซึ่งแต่ละระดับมีช่วงคะแนนไม่เท่ากัน อีกทั้งเป็นเกณฑ์การประเมินสำหรับใช้ประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนั้น ผลจากการประเมินจะเป็นการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการกระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียน ขณะที่งานวิจัยของอาทิตย์ ฉิมกุล (2559) ตามเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และอัญญาพร สุคนธ์พันธ์ (2559) ใช้กรอบแนวคิดของ PISA 2003 และกำหนดช่วงเกณฑ์ไว้ 4 เกณฑ์ เช่นเดียวกัน ดังนั้น จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาได้เป็น 4 ช่วงระดับ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สรุปเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา

PISA 2003 (OECD, 2003)	สำนักทดสอบทางการศึกษา (2555)	อาทิตย์ ฉิมกุล (2559)	อัญญาพร สุคนธ์พันธ์ (2559)
ระดับ 3 ผู้แก้ปัญหาระดับวิเคราะห์และสื่อความหมาย	ดีมาก (มากกว่า 75)	ดีมาก (มากกว่า 75)	ดี (60 - 100)
ระดับ 2 ผู้แก้ปัญหาระดับใช้เหตุผลและการตัดสินใจ	ดี (40 - 74)	ดี (50 - 74)	พอใช้ (50 - 59)
ระดับ 1 ผู้แก้ปัญหาในระดับพื้นฐาน	ปรับปรุง (ต่ำกว่า 40)	พอใช้ (25 - 49)	พื้นฐาน (40 - 59)
ต่ำกว่า 1 ผู้แก้ปัญหาระดับต่ำ	(ต่ำกว่า 40)	ปรับปรุง (ต่ำกว่า 25)	ควรปรับปรุง (0 - 39)

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่า การกำหนดเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาส่วนใหญ่มีจำนวนเป็น 4 ระดับ โดยมีวิธีการแบ่งช่วงคะแนนประเมินความสามารถที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้เกณฑ์ความสามารถในการแก้ปัญหาในระดับ “ดี” มีการจำแนกตั้งแต่ระดับคะแนน 40 คะแนนขึ้นไป

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้แบ่งการศึกษางานวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และ 2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมเพื่อตรวจสอบว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถพัฒนาตัวแปรตามหรือส่งเสริมให้เกิดตัวแปรตามใดบ้าง

3.1.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Yörük *et al.* (2010) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมต่อการสอนในวิชาเคมี เรื่อง การแยกสารผสม ของนักเรียนมัธยมศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่เกรด 9 ของโรงเรียนมัธยมอนาโตเลียน (Anatolian high school) และโรงเรียนอาชีวศึกษา ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมจากทั้งสองโรงเรียน รวมมีกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมทั้งหมด 4 กลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองจากทั้งสองโรงเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าวมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ที่เพิ่มขึ้น มีการเรียนรู้ที่มีความหมายมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนในห้องเรียนกับประสบการณ์ในชีวิตจริงได้ดี และนักเรียนให้ความสนใจในการเรียนเคมีเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมยังส่งผลต่อการวางแผนอาชีพในอนาคตของนักเรียน นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และให้ความสนใจในการศึกษาต่อด้านวิทยาศาสตร์มากที่สุด รองลงมาคือ การศึกษาทางการเกษตร เครื่องกล ธุรกิจและการเงิน เป็นต้น

Rosario (2009) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมในวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษาที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการรับรู้ทางวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องเนื่องจากสังคมของนักเรียนที่ไม่ใช่ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในวิทยาลัยชั้นนำซึ่งตั้งอยู่ในเมืองที่มีลักษณะเป็นศูนย์กลางทางวัฒนธรรมและธุรกิจ มีรูปแบบการวิจัยแบบสี่กลุ่มวัดสองครั้ง (four-group pretest-posttest)

ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มจาก 4 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 25 คน จากจำนวน 40-45 คน ต่อห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามเกี่ยวกับมุมมองทางวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับสังคม ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษาเพิ่มสูงขึ้น นักเรียนมีการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น และมีมุมมองทางการเมืองและคุณค่าทางจริยธรรมโดดเด่นกว่ามุมมองด้านศาสนา

3.1.2 งานวิจัยในประเทศไทย

ปรัชญา จันตา (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ประกอบด้วย 5 เรื่อง ได้แก่ ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรพลังงาน ทรัพยากรอากาศ ทรัพยากรดินและแร่ธาตุ และทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่ากลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่เน้นปัญหา (STS-problem solving) ตามรูปแบบของ Carin (1997) แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ของครู แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมการสอนแต่ละชั้นควรให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้สนับสนุนนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้ศึกษาปัญหาจากเหตุการณ์จริง และเป็นข้อมูลปัจจุบัน รวมถึงใช้สื่อและแหล่งการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายซึ่งช่วยให้กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ เช่น วิดีทัศน์ อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด สถานการณ์จำลอง สถานที่จริง และวิทยากร

Kongson (2014) ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาและความรู้สึกรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมของนักเรียน โดยมีการบูรณาการเนื้อหาวิชาเข้าด้วยกัน ประกอบด้วย สาระการเรียนรู้ สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สาระที่ 3

สารและสมบัติของสาร และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดการเรียนรู้ตาม ด้วยวิธีการสอนที่ใช้เทคนิค KWL-Search ผลจากการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม นักเรียนมีทักษะการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้นอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีความรู้สึกรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมอยู่ในระดับมาก ที่สุด ผลจากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความรู้สึกรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมของนักเรียนและ ผู้ปกครองเห็นตรงกันว่า พฤติกรรมและความรู้สึกรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมของนักเรียน เปลี่ยนไปในลักษณะที่เพิ่มขึ้น โดยเกิดความรู้สึกรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมด้วยความ ตระหนักในปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงในโรงเรียนและชุมชนของตนเอง สามารถร่วมกัน แก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนและชุมชนด้วยการลงมือปฏิบัติ และแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ในรูปแบบของโครงการวิทยาศาสตร์ ชุมนุมเคมีสิ่งแวดล้อม กิจกรรมจิตอาสา อันก่อประโยชน์ สร้างคุณค่าให้แก่ตนเอง ครอบครัว

ธีระ ช่างแดง (2557) ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ของโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาแห่งหนึ่งใน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เขต 2 นนทบุรี 1 ห้องเรียน จำนวน 47 คน เครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อม ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบชัดเจน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ แบบวัดความ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ของครู แบบบันทึกการเรียนรู้ของ นักเรียน และใบงานการทำกิจกรรมของนักเรียน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมี ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยด้านที่พัฒนามากที่สุดคือ ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ และองค์ประกอบที่มีการพัฒนาเด่นชัด 3 อันดับแรก คือ 1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือก่อนลงข้อสรุป 2) การวิจัยการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณ และ 3) นักวิทยาศาสตร์สร้างความรู้ใหม่ จากความรู้และประสบการณ์เดิม

สุดารัตน์ อะหลีแอ (2558) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2557 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดตรัง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา

เขต 2 จังหวัดตรัง จำนวน 2 ห้อง รวม 13 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม วิชาเคมีเพิ่มเติม 5 เรื่อง สารชีวโมเลกุล แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการสอนของครู และแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนเคมีอยู่ในระดับสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ในระดับปานกลาง มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีในระดับค่อนข้างดี มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนในระดับปานกลาง และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมในระดับมาก

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา

ศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและงานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาเพื่อตรวจสอบวิธีการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัย

3.2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Shin, Jonassen, and McGee (2003) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างทักษะการแก้ปัญหาที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้าง (well-structure problems) และไม่มีโครงสร้าง (ill-structures problem) ในบริบทของการแก้ปัญหามานส์ลิติมี่เดียของวิชาดาราศาสตร์ของนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่เกรด 4 จำนวน 124 คน ใน 5 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 23-26 คน โดยนักเรียนทุกคนได้รับการจัดการเรียนการสอนผ่านโปรแกรมจำลองสถานการณ์ชื่อ Astronomy Village (AV) เป็นเวลา 3 สัปดาห์ และได้รับมอบหมายให้ทำการศึกษาวิจัยแบบสำรวจตรวจสอบที่เกี่ยวข้องกับวิชาดาราศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหของนักเรียนด้วยแบบวัดการแก้ปัญหาแบบมีโครงสร้างและแบบไม่มีโครงสร้าง ผลการศึกษาพบว่า ทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาแบบมีโครงสร้างและแบบไม่มีโครงสร้างต้องอาศัยทักษะที่แตกต่างกัน โดยในการแก้ปัญหาแบบมีโครงสร้างต้องอาศัยความรู้หลักการเฉพาะ (domain knowledge) และการให้เหตุผล ขณะที่การแก้ปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างต้องการอาศัยทักษะอาศัยความรู้หลักการเฉพาะ (domain knowledge) การให้เหตุผล ทศนคติทางวิทยาศาสตร์ และการควบคุมความรู้ความเข้าใจ (regulation of cognition)

Choi and Lee (2009) ได้ศึกษาการออกแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กรณีศึกษาเป็นฐานเพื่อแก้ปัญหาการจัดการในชั้นเรียนซึ่งเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ชัดเจน (ill-structure problem) ให้กับนักศึกษาหลักสูตรการศึกษาคู โดยแบ่งการทดลองเป็น 5 ระยะเวลาที่ 1 ระบุปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาจากกรณีศึกษาที่กำหนดให้ด้วยตนเอง ระยะเวลาที่ 2 รับข้อมูลการวิเคราะห์ปัญหาจากผู้ที่เกี่ยวข้องในหลากหลายมุมมอง ได้แก่ ผู้ปกครอง ครูใหญ่ และครูที่มีประสบการณ์ จากนั้นปรับแต่งการระบุปัญหาที่ตนเองเสนอไว้ ระยะเวลาที่ 3 รับข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหา จากนั้นปรับแต่งแนวทางการแก้ปัญหาที่ตนเองเสนอไว้ ระยะเวลาที่ 5 รับข้อมูลเกี่ยวกับบทสรุปของการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงจากกรณีศึกษา จากนั้นเขียนบทสรุปของกรณีศึกษาตามความคิดของตนเอง ผลจากการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กรณีศึกษาจากปัญหาจริงโดยจัดสภาพการเรียนรู้ให้นักศึกษาได้เรียนรู้มุมมองหรือแนวคิดที่หลากหลายจากผู้ที่เกี่ยวข้องหรือผู้ที่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อนมาใช้ประกอบในการแก้ปัญหาของนักศึกษา ช่วยให้นักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กรณีศึกษาผ่านสภาพแวดล้อมดังกล่าวมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างได้เพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน

3.2.2 งานวิจัยในประเทศไทย

ไข่มุก แสงวงศ์ (2554) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 38 คน รูปแบบการวิจัยแบบผสมผสาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมตามรูปแบบการสอนของ Carin (1997) เรื่อง สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ จำนวน 8 แผน รวม 12 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน และอนุทิน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ ทำการวิเคราะห์แปลผลทั้งสองส่วนร่วมกัน ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีความสามารถในการแก้ปัญหาคิดเป็นร้อยละ 78.94 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 84.21 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70

อัญญาพร สุคนธ์พันธ์ (2559) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีตัวอย่างเป็นฐานต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการประยุกต์ความรู้ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 50 และ 51 คนตามลำดับ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีเป็นฐาน และแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีสอนทั่วไป เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ความรู้ชีววิทยา ทำการเก็บข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองและหลังการทดลองในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และเก็บข้อมูลความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ชีววิทยาหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 60 และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการประยุกต์ความรู้ชีววิทยาคิดเป็นร้อยละ 70.19 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นัสรินทร์ บือชา (2558) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 39 คน โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ 18 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก วัดความสามารถในการแก้ปัญหาตามองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Weir (1974) แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกภาคสนามและแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา และความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

ทฤษฎีสรรคนิยม (Constructivism)
 ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) หรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) จึงปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์เดิม แล้วสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่

แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 วิทยาศาสตร์อธิบายความจริงของธรรมชาติที่ส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อใช้ตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ในทางกลับกันความต้องการของมนุษย์ส่งเสริมให้เทคโนโลยี และ วิทยาศาสตร์ ให้มีความก้าวหน้า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสังคมด้วย

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 โดยใช้ **Constructivism Learning Model (Yager, 1991)**
 คือ การจัดการเรียนรู้ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมโดยใช้ประเด็นผลกระทบบ้านสิ่งแวดล้อมอันเป็นผลมาจากการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสอน มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Invitation)** ครูเป็นผู้นำประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม โดยอาจอยู่ในรูปของสื่อสิ่งพิมพ์ วิดีทัศน์ วารสาร หรือเอกสารที่ครูจัดทำขึ้นจากนิตยสารคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสงสัย
- 2) ขั้นสำรวจ (Exploration)** นักเรียนเรียนรู้การแก้ปัญหาโดยการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น การทดลอง การสังเกต การสร้างโมเดล การระดมความคิด และการโต้เถียงกัน เป็นต้น
- 3) ขั้นนำเสนอการอธิบายและการแก้ปัญหา (Proposing explanations and solution)** นักเรียนสื่อสารและอธิบายความคิดที่ได้รับจากขั้นสำรวจ สร้างคำอธิบายใหม่ ระดมความคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ลงข้อสรุปที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา และผนวกวิธีการแก้ปัญหาเข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิม
- 4) ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Taking action)** นักเรียนต้องตัดสินใจ ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะไปปฏิบัติจริงในฐานะพหุเมือง เผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมโดยอาจอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ของแผนผัง การจัดป้ายนิเทศ การจัดมุมวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ความสามารถในการแก้ปัญหา
 ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม ซึ่งปรับจากขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Weir (1974) และความตระหนักทางสิ่งแวดล้อมของ Miller (1990) โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

- 1) การระบุปัญหา** คือ การระบุสิ่งที่ปัญหาและสิ่งที่ต้องแก้ไขจากสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่กำหนด
- 2) การวิเคราะห์ปัญหา** คือ การระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาและบอกความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่นำมาสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อม
- 3) การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา** คือ การเสนอทางเลือกในการแก้ปัญหาซึ่งเชื่อมโยงระหว่างสิ่งแวดล้อมกับระบบเศรษฐกิจ และสังคม
- 4) การประเมินผลลัพธ์** คือ การบอกจุดเด่นข้อจำกัด และผลที่อาจเกิดขึ้นจากแนวทางการแก้ปัญหา ทำการวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบอ้อมโดยผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น

บทที่ 3

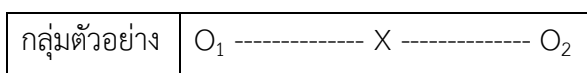
วิธีการดำเนินวิจัย

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นรูปแบบการวิจัยแบบทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Research) โดยมีรูปแบบวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One-Group Pretest-Posttest Design) ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนทดลองและหลังการทดลอง มีขั้นตอนดำเนินการวิจัยและระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นรูปแบบการวิจัยแบบทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Research) โดยมีรูปแบบวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One-Group Pretest-Posttest Design) ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่างหนึ่งกลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนทดลองและหลังการทดลอง ดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 รูปแบบการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มวัดสองครั้ง

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

O_1 หมายถึง การเก็บข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนการทดลอง

O_2 หมายถึง การเก็บข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหา หลังการทดลอง

2. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานครสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 จำนวน 1 ห้องเรียน

การเลือกโรงเรียน

การเลือกโรงเรียนใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ เลือกโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ที่มีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีเกณฑ์ คือ เป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมในด้านสิ่งอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ มีอุปกรณ์เครื่องฉายภาพ (projector) เครื่องคอมพิวเตอร์ มีห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาที่มีวัสดุ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานและเพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่นักเรียนสามารถเข้าถึงได้ และห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ให้นักเรียนได้สามารถสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองได้

จากเกณฑ์ดังกล่าว การวิจัยนี้ได้รับความร่วมมือจากโรงเรียนแห่งหนึ่งซึ่งเป็นโรงเรียนชายล้วนตั้งอยู่ในชุมชนเมือง รอบโรงเรียนประกอบด้วยสถานที่สำคัญทั้งสถานที่ราชการ วัด ตลาดสดขนาดใหญ่ สถานที่ท่องเที่ยว และห้างสรรพสินค้า ทำให้สภาพการจราจรรอบโรงเรียนคับคั่งโดยเฉพาะในช่วงเวลา 07.00 - 09.00 น. และ 16.00 - 18.00 น. โรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียนประมาณ 2,900 คน มีนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายระดับชั้นละ 12 ห้อง แบ่งเป็นแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ จำนวน 3 ห้อง แผนการเรียนคณิตศาสตร์ - ภาษาอังกฤษ จำนวน 3 ห้อง แผนการเรียนภาษาอังกฤษ - ภาษาจีน 1 ห้อง แผนการเรียนภาษาอังกฤษ - ภาษาฝรั่งเศส 1 ห้อง ห้องเรียนโครงการภาษาอังกฤษภาคพิเศษ 1 ห้อง ห้องเรียนโครงการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (GIFTED) จำนวน 2 ห้อง ห้องเรียนโครงการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถเป็นเลิศด้านดนตรี (Honors Program) จำนวน 1 ห้อง

การเลือกห้องเรียน

โรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด 12 ห้อง ในจำนวนนี้มีนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ จำนวน 3 ห้อง ซึ่งทางโรงเรียนได้อนุญาตให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยกับ

นักเรียนห้อง ม.5/1 ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนทั้งหมด 48 คน ที่ละความสามารถและมีความสนใจหลากหลาย นักเรียนส่วนใหญ่มีเป้าหมายในการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา มีความสนใจในสาขาวิชาที่แตกต่างหลากหลายทั้งด้านวิทยาศาสตร์ การแพทย์ ทันตแพทย์ ศิลปศาสตร์ มีความมุ่งมั่นในคะแนนผลการเรียนสูงเพื่อใช้ในการสอบเข้าในระดับอุดมศึกษา ในภาพรวมนักเรียนมีความคุ้นเคยกับการเรียนการสอนที่เน้นการบรรยาย นักเรียนมีอุปนิสัยร่าเริง และมีความสนิทสนมกันระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายละเอียดของขั้นตอนการสร้าง พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ มีดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของ Yager (1991) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน 2) ขั้นสำรวจ 3) ชี้นำเสนอการอภิปรายและการแก้ปัญหา และ 4) ชี้นำไปปฏิบัติจริง
- 2) วิเคราะห์บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของ Yager (1991) เพื่อช่วยให้การจัดการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และตรงตามวัตถุประสงค์ของวิธีการสอน ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม (STSE) ตามขั้นตอนการจัด
การเรียนรู้ตามรูปแบบของ Yager (1991)

ขั้นตอนการสอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Invitation) ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนสำรวจสิ่งรอบตัวที่เกิดความสงสัยตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่สงสัย จากนั้นคาดเดาคำตอบที่คิดว่าจะเป็นไปได้ของคำถามนั้น พร้อมบันทึกคำตอบต่าง ๆ ของนักเรียนไว้	1) นำเสนอและตั้งคำถามเกี่ยวกับเหตุการณ์ ข้อมูล หรือข้อเท็จจริงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยี หรือสังคม หรือสิ่งแวดล้อม 2) กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามเพิ่มเติมที่นักเรียนจำเป็นต้องสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม	1) วิเคราะห์เหตุการณ์ ข้อมูล หรือข้อเท็จจริงเกี่ยวกับคำถามด้วยความรู้เดิมด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม 2) เสนอคำถามเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม จำเป็นต้องสำรวจตรวจสอบเพื่อทำความเข้าใจเหตุการณ์ ข้อมูล หรือข้อเท็จจริงที่ครูนำเสนอ
2) ขั้นสำรวจ (Exploration) ครูให้นักเรียนหาคำตอบโดยให้นักเรียนกำหนดบทบาทของตนเอง มีการระดมความคิด วางแผน และอภิปรายถึงวิธีการหาคำตอบจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น การ	1) ชี้แนะแนวทางในการวางแผนเพื่อรวบรวมข้อมูลผ่านกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การทดลอง การสืบค้น หรือการปฏิบัติตามที่ครูออกแบบ	1) ลงมือวางแผนและกำหนดบทบาทในการแบ่งหน้าที่เพื่อรวบรวมข้อมูลผ่านกิจกรรมต่าง ๆ 2) ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยี หรือสังคม

ขั้นตอนการสอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
<p>ทดลอง การสำรวจ การค้นหาจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ เป็นต้น รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้</p>	<p>2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการรวบรวมข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยี หรือ สังคม หรือสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะนำมาสู่การตอบคำถาม</p>	<p>หรือสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะนำมาสู่การตอบคำถามที่สงสัย</p>
<p>3) ขั้นนำเสนอการอธิบายและการแก้ปัญหา (Proposing explanations and solution) นักเรียนสื่อสารและอธิบายแนวคิดที่ได้รับจากการหาคำตอบในขั้นสำรวจนักเรียนสร้างคำอธิบายใหม่โดยรวบรวมคำตอบและลงข้อสรุปของคำตอบที่ได้ จากนั้นผนวกคำตอบที่ค้นพบเข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่มีอยู่</p>	<p>1) ชี้แนะให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อลงข้อสรุป</p> <p>2) กำหนดประเด็นในการนำเสนอและอภิปรายข้อมูล</p>	<p>1) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเพื่อลงข้อสรุป</p> <p>2) นำเสนอและอภิปรายข้อมูลตามประเด็นที่ครูกำหนดด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การรายงาน การสาธิต การทดลอง การจัดแสดงตัวอย่าง เป็นต้น</p>
<p>4) ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Taking action) นักเรียนต้องตัดสินใจประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะไปปฏิบัติจริงในฐานะพลเมือง</p>	<p>1) กระตุ้นให้นักเรียนตัดสินใจ และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ</p>	<p>1) ประยุกต์นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ได้ไปใช้จริงในชีวิตประจำวัน เผยแพร่ข้อมูล</p>

ขั้นตอนการสอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
<p>เผยแพร่ข้อมูลและแนวความคิดต่าง ๆ เพื่อเป็น ปรระโยชน์ต่อตนเองและสังคม โดยอาจอยู่ใน รูปแบบของแผ่นพับ การจัดป้ายนิเทศ การจัด มุมวิทยาศาสตร์ เป็นต้น</p>	<p>สิ่งแวดล้อมที่ได้ไปใช้จริงในชีวิตประจำวัน ทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียน</p>	<p>เพื่อเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม เช่น การทำแผ่นพับเผยแพร่ข้อมูล การ จัดป้ายนิเทศ การจัดมุมวิทยาศาสตร์ การ เขียนโครงการต่าง ๆ การประกาศเสียง ตามสายภายในโรงเรียน การสร้าง สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้ได้จริงและเป็นประโยชน์ ต่อสังคม เป็นต้น</p>

3) คัดเลือกประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม หรือ สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยเลือกใช้ประเด็นเรื่อง ฝุ่นละอองในกรุงเทพฯ และประเด็นเรื่อง มลพิษจากขยะอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากเป็นประเด็นที่กำลังเกิดขึ้นในสังคม และเป็นประเด็นที่แสดงถึงผลกระทบต่ออันเนื่องมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

4) ศึกษาการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในด้านสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ขอบข่ายเนื้อหาวิชาชีววิทยา เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

5) วิเคราะห์และคัดเลือกเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยเป็นเนื้อหาขยายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 4 บทที่ 14 เรื่อง ระบบหายใจ ซึ่งสอดคล้องกับประเด็นฝุ่นละอองในกรุงเทพฯ และบทที่ 15 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดและระบบน้ำเหลือง ซึ่งสอดคล้องกับประเด็นมลพิษของขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งผลต่อสุขภาพร่างกาย

6) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ระยะยาวของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 2 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ฝุ่นละอองกรุงเทพฯ: คุณควรกังวลแค่ไหน? และหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ขยะอิเล็กทรอนิกส์: มหันตภัยร้ายจากเทคโนโลยี รวมทั้งหมด 14 แผน จำนวน 20 คาบ คาบละ 50 นาที ดังรายละเอียดในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 โครงสร้างกิจกรรมการเรียนรู้

แผนลำดับที่	เวลา	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้
CLM			
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ผู้ลงมือกรุงเทพฯ : คุณควรกังวลแค่ไหน?			
1. กลไกการหายใจของคน	20 นาที	<p>ขั้น นำเข้าสู่บทเรียน (Invitation)</p> <p>ขั้นสำรวจ (Exploration)</p>	<p>การวิเคราะห์ข่าวและอภิปรายเพื่อระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา และตั้งคำถามที่สงสัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาผู้ลงมือ</p> <p>การปฏิบัติกิจกรรมสังเกตกลไกการหายใจของคนจากแบบจำลอง และอภิปรายเพื่อคาดคะเนผลกระทบที่อาจเป็นไปได้ของผู้ลงมือต่อระบบทางเดินหายใจของคน</p>
2. โครงสร้างที่เกี่ยวข้องในระบบหายใจของคน	100 นาที	<p>ขั้นสำรวจ (Exploration)</p>	<p>ปฏิบัติการทางชีววิทยาศึกษาโครงสร้างที่เกี่ยวข้องในระบบหายใจจากบอดู หู คีฬาข้อมูลบริเวณตกละอองของผู้ลงมือที่ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในทางเดินหายใจจากเอกสารที่ครูแจก และอภิปรายเพื่อคาดคะเนผลกระทบที่อาจเป็นไปได้ของผู้ลงมือต่อประสิทธิภาพการทำงานของโครงสร้างที่เกี่ยวข้องในระบบหายใจของคน</p>

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
แผนลำดับที่	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เวลา
	CLM
3. ปริมาตรของอากาศใน การหายใจเข้า-ออก	50 นาที ขั้นสำรวจ (Exploration)
4. การแลกเปลี่ยนแก๊สและ การควบคุมการหายใจ	100 นาที ขั้นสำรวจ (Exploration)
5. โครงสร้างที่ใช้ในการ แลกเปลี่ยนแก๊สของ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและ สัตว์บางชนิด	100 นาที ขั้นสำรวจ (Exploration)
6. แนวทางการแก้ปัญหา สิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อ สุขภาพด้านระบบหายใจ ของสิ่งมีชีวิต	50 นาที ขั้นเสนอการ อธิบายและ การแก้ปัญหา (Proposing explanations and solution)

กิจกรรมทดลองวัดปริมาตรอากาศภายในปอดขณะหายใจออก และอธิบาย
ปริมาตรของอากาศในการหายใจออกของคน และอภิปรายเพื่อคาดคะเน
ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อปริมาณของอากาศในการหายใจเข้า-ออก

การสืบค้นและอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการควบคุมการหายใจ
การนำเสนอผลการศึกษ และอภิปรายผลกระทบของฝุ่นละอองต่อ
ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนแก๊สและการควบคุมการหายใจ

การสืบค้นและอธิบายโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิต
เซลล์เดียว และสัตว์บางชนิด การนำเสนอผลการศึกษา และอภิปราย
ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อการแลกเปลี่ยนแก๊สในสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

กิจกรรมกลุ่มรวบรวมความรู้ที่ได้รับจากขั้นสำรวจ วางแผนวิธีการนำเสนอ
ข้อมูลตามคำถามที่ตั้งไว้ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน และอภิปรายแลกเปลี่ยน
ความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานของแต่ละกลุ่ม

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้
เวลา	CLM
7. การแก้ปัญหา	<p>50 นาที</p> <p>แนะนำไปปฏิบัติ</p> <p>และนอก (Taking action)</p> <p>เวลาเรียน</p> <p>ละอง</p> <p>เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับปัญหาผู้เรียนและของผ่านวิธีการที่นักเรียนเลือก ได้แก่ การทำวิดีโอเกี่ยวกับสาเหตุ ผลกระทบ แนวการป้องกันและแก้ปัญหาผ่าน</p>
<p>หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ขยะอิเล็กทรอนิกส์: มหันตภัยร้ายจากเทคโนโลยี</p>	
1. สิ่งที่ยั่งยืนเกี่ยวกับสถานการณ์ขยะอิเล็กทรอนิกส์	<p>50 นาที</p> <p>นำเสนอ</p> <p>คำถามที่สงสัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์</p>
2. การกล้าเสี่ยงของสิ่งมีชีวิต	<p>150 นาที</p> <p>นำเสนอ</p> <p>การวิเคราะห์ข่าว และอภิปรายเพื่อระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา และตั้งคำถามที่สงสัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์</p> <p>ตอนที่ 1</p> <p>การศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการกล้าเสี่ยงสารในชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด นำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าหน้าชั้นเรียน</p> <p>ตอนที่ 2</p> <p>การศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับความรู้ และอภิปรายร่วมกันเพื่อคาดคะเนผลกระทบที่อาจเป็นไปได้ของขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์บางชนิด และนำเสนอข้อมูลผ่านแผนผังความคิด</p>

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
แผนลำดับที่	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เวลา
	CLM
3. การกระจายตัวของโลหะหนักผ่านระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์	<p>100 นาที</p> <p>ขั้นสำรวจ (Exploration)</p> <p>1) การศึกษาข้อมูลจากวิดิทัศน์ เรื่อง การไหลของเลือดกับการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดในทางปลา</p> <p>2) ปฏิบัติการทางชีววิทยาเพื่อศึกษาโครงสร้างระบบหมุนเวียนเลือดของคน และอภิปรายเพื่อคาดคะเนลักษณะการกระจายตัวของธาตุโลหะนั้นในร่างกายของคนตามทิศทางการหมุนเวียนเลือด</p>
4. อาการหรือโรคที่เกิดขึ้นอันเป็นผลจากการได้รับธาตุโลหะหนักเข้าสู่ร่างกาย	<p>50 นาที</p> <p>ขั้นสำรวจ (Exploration)</p> <p>การแสดงผลบทบาทสมมติในสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้ เรื่อง ผลของสารโลหะหนักต่อการแข็งตัวของเลือด ความดันเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจและชีพจร และอภิปรายเพื่อคาดคะเนเกี่ยวกับผลของสารโลหะหนักต่อการแข็งตัวของเลือด ความดันเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจและชีพจร</p>
5. หนูเลือดและหลักการให้เลือดและเลือดและการรับเลือด	<p>50 นาที</p> <p>ขั้นสำรวจ (Exploration)</p> <p>1) การศึกษาหนูเลือด A B AB และ O และหลักการการให้เลือดและการรับเลือดจากแบบจำลอง</p> <p>2) การแสดงผลบทบาทสมมติการเป็นผู้ให้เลือดและผู้ป่วยจากพิษตะกั่วที่รอรับการบริจาคเลือด สรุปรูความรู้ที่ได้รับ สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเลือดหมู่ Rh และเขียนตารางสรุปหลักการให้และการรับเลือดหมู่ Rh</p>

แผนลำดับที่		กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	
อันดับที่	เวลา	ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ CLM	
6.	50 นาที	ข้อเสนอการอธิบาย	<p>1) กิจกรรมกลุ่มรวบรวมความรู้ที่ได้รับจากชิ้นสำรวจ วางแผนและ ออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลตามคำถามที่ตั้งไว้ในขั้นนำเข้าสู่ บทเรียน และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานของแต่ละกลุ่ม</p> <p>2) การเสนอวิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ วางแผน นำเสนอแผนการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา และอภิปรายแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนการมีส่วนร่วมในแต่ละกลุ่มนำเสนอมา</p>
7.	(50 นาที และนอก เวลาเรียน)	นำไปปฏิบัติ (Taking action) เวลาเรียน)	<p>1) เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ผ่านวิธีการที่ นักเรียนเลือก ได้แก่ การทำวีดิทัศน์ภาพเคลื่อนไหวหยุด</p> <p>2) ปฏิบัติตามแผนการมีส่วนร่วมที่วางไว้ในวันออกเวลาเรียน ร่วมกัน อภิปรายสรุปผลของแผนการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับขยะ อิเล็กทรอนิกส์</p>

7) ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ตามขั้นตอนของ Yager (1991)

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา คณะครุศาสตร์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมคณะวิทยาศาสตร์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์

9) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้แก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา คณะครุศาสตร์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมคณะวิทยาศาสตร์ ส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ 1) อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ 2) อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และ 3) ครูประจำวิชาชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายแห่งหนึ่ง (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก) เพื่อตรวจพิจารณาความตรงของเนื้อหา (Content Validity) ถ้าแน่ใจว่าตรงตามเนื้อหาจะได้ “+1” ถ้าแน่ใจว่าไม่ตรงตามเนื้อหาจะได้ “-1” และถ้าไม่แน่ใจว่าตรงหรือไม่จะได้ “0” จากนั้นนำผลการพิจารณามาคำนวณหาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ในเรื่ององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหาสาระที่สอน ความสอดคล้องวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจนความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

10) นำผลจากการตรวจมาพิจารณาให้คะแนนความสอดคล้องของกิจกรรมแต่ละขั้น พบว่า คะแนนความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 12 แผน อยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ซึ่งมีความสอดคล้องในเกณฑ์ที่เหมาะสม ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ได้ให้คำแนะนำในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น และผู้วิจัยได้ปรับปรุง แก้ไข ในแต่ละประเด็น ดังนี้

10.1) ปรับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ

10.2) ปรับเปลี่ยนขั้นตอนการสอนให้สอดคล้องกับนิยามขั้นตอนการสอนของ Yager (1991) และแยกขั้นปฏิบัติออกจากขั้นนำเสนอการอธิบายและแนวทางการแก้ปัญหาเป็นอีกหนึ่งแผนการเรียนรู้

10.3) ปรับลดกิจกรรมในขั้นนำให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้

10.4) จัดเรียงลำดับเนื้อหาให้มีความเหมาะสม เช่น ลำดับเนื้อหาในตารางสรุปกลไกการหายใจของคนโดยจัดลำดับการทำงานของกล้ามเนื้อเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครง ต่อจากการทำงานของกล้ามเนื้อกระบังลม และผลที่เกิดขึ้นคือความดันในช่องท้องลดลง ตามลำดับ

10.5) เพิ่มเติมเนื้อหาที่สอน เช่น ความรู้เรื่องขนาดของฟูละออง โดยเป็นแสดงตัวเลขของขนาดต่าง ๆ และยกตัวอย่างฟูละอองในขนาดนั้น ๆ ความรู้เกี่ยวกับการไหลเวียนของโลหะหนักในร่างกายสัตว์

11) ปรับแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน

12) นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ฉบับปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2561 ที่ไม่เคยเรียน เรื่อง ระบบหายใจและไม่ใช้กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 6 แผน

13) นำสิ่งที่ได้จากการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาคณะครุศาสตร์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมคณะวิทยาศาสตร์ เพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้อีกครั้งให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม โดยมีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาจากบทความของ Weir (1974) และความตระหนักทางสิ่งแวดล้อมของ Miller (1990) เพื่อระบุนิยามเชิงปฏิบัติการ แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 องค์ประกอบและนิยามเชิงปฏิบัติการของความสามารถในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบ	นิยามเชิงปฏิบัติการ
1. การระบุปัญหา	การระบุสิ่งที่เป็นปัญหาจากสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่กำหนด
2. การวิเคราะห์ปัญหา	การระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหา และบอกความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่นำมาสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อม

องค์ประกอบ	นิยามเชิงปฏิบัติการ
3. การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา	การเสนอทางเลือกในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ซึ่งเชื่อมโยงระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสังคม โดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาอธิบาย
4. การประเมินผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา	การบอกจุดเด่น ข้อจำกัด และผลที่อาจเกิดขึ้นจากแนวทางการแก้ปัญหา

2) ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบอัตนัย ประกอบด้วยส่วนสถานการณ์และส่วนคำถาม และเป็นแบบวัดคู่ขนานฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาต่อไป

3) วิเคราะห์การกำหนดเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาจากงานวิจัยต่าง ๆ พบว่า เกณฑ์การประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2003 (OECD, 2003) มีความน่าเชื่อถือและถูกนำไปอ้างอิงอย่างแพร่หลาย แต่มีข้อจำกัด คือ ไม่มีการกำหนดช่วงคะแนนในการตัดสินผล เอกสารแต่ละฉบับมีวิธีการกำหนดเกณฑ์ตัดสินผลไว้หลากหลายแตกต่างกัน ดังที่ได้นำเสนอในบทที่ 2 หน้า 43 - 46 อย่างไรก็ตามพบว่า มีงานวิจัยของอัญญาพร สุคนธ์พันธ์ (2559) ซึ่งใช้กรอบแนวคิดของ PISA 2003 และกำหนดช่วงเกณฑ์ไว้ 4 เกณฑ์เช่นเดียวกัน แต่การกำหนดเกณฑ์สูงสุดในระดับ “ดี” นั้น ไม่สอดคล้องกับเอกสารอื่น ซึ่งมีระดับความสามารถที่สูงกว่าระดับ “ดี” การวิจัยนี้จึงปรับเกณฑ์ให้สอดคล้องกับเอกสารอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหา

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถในการแก้ปัญหา
60 - 100	ระดับดีที่สุด
50 - 59	ระดับดี
40 - 49	ระดับพื้นฐาน
0 - 39	ระดับต่ำ

4) ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 2 ชุด ซึ่งเป็นแบบวัดคู่ขนาน โดยแต่ละชุดดำเนินการดังนี้

4.1) กำหนดลักษณะของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นแบบอัตนัย ตามลักษณะแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) เป็นแบบอัตนัย ประกอบด้วย 1) ส่วนสถานการณ์ และ 2) ส่วนข้อคำถาม

4.2) กำหนดเค้าโครงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยกำหนดสถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหามัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วยข้อคำถามที่ครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การระบุปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอแนวทางแก้ปัญหา และ 4) การประเมินผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา (ดังแสดงในภาคผนวก ข)

4.3) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยพัฒนาขึ้นจากเกณฑ์ของ Weir (1974) และบทความเกี่ยวกับความตระหนักทางสิ่งแวดล้อมของ Miller (1990) (ดังแสดงในภาคผนวก ข)

4.4) ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาดังกล่าวทางสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับองค์ประกอบแต่ละด้าน พร้อมทั้งสร้างแนวคำตอบของแบบวัดให้สอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนน

5) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาดังกล่าวทางสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้นทั้งฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน พร้อมทั้งแนวคำตอบ เสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษาคณะครุศาสตร์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมคณะวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบพิจารณาและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์

6) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแนวคำตอบของแบบวัดให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ 1) อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ 2) อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และ 3) ครูประจำวิชาชีววิทยาในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายแห่งหนึ่ง (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบพิจารณาเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เพื่อพิจารณาว่าแบบวัดวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ ถ้าแน่ใจว่าตรงจะได้ “+1” ถ้าไม่แน่ใจว่าตรงจะได้ “-1” และถ้าไม่แน่ใจว่าตรงหรือไม่จะได้ “0” จากนั้นนำค่าการพิจารณามาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิ (Item Objective Congruence: IOC) และคัดเลือกข้อที่มีดัชนีความสอดคล้องที่มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงจะถือได้ว่าวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาดังกล่าวทางสิ่งแวดล้อมทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 (ดังแสดงในภาคผนวก ค)

ถึงแม้ว่าค่าดัชนีความสอดคล้องจะอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม แต่ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับแก้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขในแต่ละประเด็น ดังนี้

6.1) ปรับแก้สถานการณ์ให้อ่านเข้าใจง่าย ตรงประเด็น และแสดงถึงปัญหาเพียงปัญหาเดียว ไม่ซับซ้อนเกินไป

6.2) แก้ไขคำผิดในส่วนสถานการณ์

6.3) ปรับแนวคำตอบให้มีความสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการขององค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา และมีความใกล้เคียงกับคำตอบที่คาดว่าจะเป็นไปได้มากที่สุด

7) นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีบริบทใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนเดียวกันที่ผ่านการเรียน เรื่อง ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือดและระบบน้ำเหลืองมาแล้ว จำนวน 20 คน

8) ตรวจสอบและให้คะแนน จากนั้นนำผลคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (Cronbach's alpha) และค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (rater agreement index; RAI) พบว่ามีค่า ดังนี้

9) ค่าความยาก (p) ของแบบวัดทั้งฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน มีค่าอยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 0.20 ถึง 0.70 ที่เป็นช่วงค่อนข้างยากถึงค่อนข้างง่าย จึงนำไปใช้วัดได้ (ดังแสดงในภาคผนวก ค)

10) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และบางข้อมีค่ามากกว่า 0.40 คือ จำแนกได้ดีมาก (ดังแสดงในภาคผนวก ค)

11) ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (Cronbach's alpha) ของแบบวัดทั้งฉบับ ฉบับก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 0.78 และฉบับหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 0.82 (ดังแสดงในภาคผนวก ค)

12) ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater agreement index; RAI) ของแบบวัดฉบับก่อนเรียน มีค่าอยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 0.70 ถึง 1.00 คือ มีความสอดคล้องดีถึงดีมาก

และฉบับหลังเรียน มีค่าอยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 0.70 ถึง 1.00 คือ มีความสอดคล้องดีถึงดีมาก (ดังแสดงในภาคผนวก ค)

13) นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่ได้รับการปรับแก้แล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นนำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้

4.1 การเตรียมนักเรียนและเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยเตรียมนักเรียนด้วยการแนะนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งแจ้งวัตถุประสงค์ในการเรียน และเงื่อนไขในการเรียนแก่กลุ่มตัวอย่างทราบ จากนั้นทำการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม

4.2 การดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือด ด้วยรูปแบบการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม จำนวน 14 แผน 20 คาบ ใช้เวลาทั้งหมด 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

ผู้วิจัยทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ผล ดังนี้

1) วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียน โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเฉลี่ยร้อยละ (\bar{X} ร้อยละ) และทดสอบค่าสถิติที (t -test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้ ด้วยสถิติทดสอบแบบกลุ่มเดียว (One-Sample t -test) กำหนดค่า

ทดสอบ (test value) เท่ากับ 50 ตามเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาตามที่กำหนดไว้

2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบค่าสถิติที (t-test) ของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยสถิติทดสอบที่แบบไม่อิสระต่อกัน (Paired t-test) กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized gain: <g>) ของนักเรียนเพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งมีคะแนนเต็ม 36 คะแนน ได้ผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าร้อยละของค่าเฉลี่ย (\bar{X} ร้อยละ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

แบบวัด	\bar{X}	S.D.	\bar{X} ร้อยละ	t-test	Sig.
ความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งฉบับ (n=42)					
ฉบับก่อนทดลอง	20.69	5.01	50.01		
ฉบับหลังทดลอง	22.83	4.96	63.43	6.31	.000*

* $p < .05$ (One Sample t-test), test value = 50

จากตารางที่ 12 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการแก้ปัญหาของกลุ่มเป้าหมาย หลังทดลองมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 63.43 แสดงว่า กลุ่มเป้าหมายมีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ “ดี” ขึ้นไป

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

การทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและ
หลังเรียนของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ
สิ่งแวดล้อม ผลปรากฏดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าร้อยละของค่าเฉลี่ย ($\bar{X}_{ร้อยละ}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสถิติ
ทดสอบที (t -test) และระดับความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของ
นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

แบบวัด	\bar{X}	S.D.	$\bar{X}_{ร้อยละ}$	ระดับความสามารถ ในการแก้ปัญหา	t -test	Sig.
ความสามารถในการแก้ปัญหาระดับ (n = 42)						
ก่อนทดลอง	20.69	5.01	57.47	ระดับดี	3.21	.001*
หลังทดลอง	22.83	4.96	63.43	ระดับดีที่สุด		
การระบุปัญหา						
ก่อนทดลอง	5.29	1.90	66.07	ระดับดีที่สุด	1.02	.158
หลังทดลอง	5.62	1.68	70.24	ระดับดีที่สุด		
การวิเคราะห์ปัญหา						
ก่อนทดลอง	4.71	1.31	58.93	ระดับดี	1.75	.044*
หลังทดลอง	5.12	1.45	63.99	ระดับดีที่สุด		
การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา						
ก่อนทดลอง	5.98	1.66	49.80	ระดับพื้นฐาน	2.06	.023*
หลังทดลอง	6.60	2.26	54.96	ระดับดี		
การประเมินผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา						
ก่อนทดลอง	4.71	2.03	58.93	ระดับดี	2.51	.008*
หลังทดลอง	5.50	1.50	68.75	ระดับดีที่สุด		

* $p < .05$ (Paired Sample t -test)

จากตารางที่ 13 จากคะแนนเต็มของความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งหมด 36 คะแนน พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มทดลองก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีคะแนนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.69 คะแนน และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.01 คะแนน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีคะแนนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.83 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานเท่ากับ 4.96 คะแนน เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการ แก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองด้วยสถิติทดสอบที (t-test) พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนหลังการทดลองมีค่าสูงกว่า ก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้งหมด 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และการประเมินผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา พบว่า คะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบของความสามารถใน การแก้ปัญหาหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อยู่ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และการประเมินผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา และมีคะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาลงหลังทดลองไม่แตกต่างกับก่อน ทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อยู่ 1 องค์ประกอบ ได้แก่ การระบุปัญหา

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยแบบทดลองเบื้องต้น หนึ่งกลุ่มวัดสองครั้ง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม กลุ่มเป้าหมายที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 42 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม จำนวน 14 แผน รวมระยะเวลา 7 สัปดาห์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา มีค่าความเที่ยง (Cronbach's alpha) ของแบบวัดทั้งฉบับ ฉบับก่อน และหลังเรียนเท่ากับ 0.78 และ 0.82 ตามลำดับ และมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index; RAI) ของแบบวัดฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนอยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 0.70 ถึง 1.00 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที (t-test) ผู้วิจัยแสดงรายละเอียดสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะไว้ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนอยู่ในระดับ “ดี” ขึ้นไป
2. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

ผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยสามารถแบ่งการอภิปรายผลได้เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียน และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 2 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

โดยมีเหตุผลในการสนับสนุนการวิจัยทั้ง 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียน และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนอยู่ในระดับ “ดี” ขึ้นไป ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 สอดคล้องกับงานวิจัยของสอดคล้องกับงานวิจัยของปรัชญา จันตา (2556) และ Kongson (World Economic Forum Report 2014-2015) เนื่องจากเหตุผลต่อไปนี้

ประการที่หนึ่ง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดของ Piaget ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) แบบพุทธิปัญญานิยม (Cognitive Constructivism) ที่มีหลักให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Actively Construct) มากกว่าการรับความรู้และการจดจำ (Passive Receive) (Piaget, 1972 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2559) ในการวิจัยนี้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอน Constructivist Learning Model (CLM) ที่เสนอโดย Yager (1991) ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 4 ขั้น แต่ละขั้นตอนมีกิจกรรมที่ทำให้ให้นักเรียนแสดงความรู้เดิมที่ตนมีอยู่มาก่อน จากนั้นนักเรียนได้รับ

ความรู้ผ่านกระบวนการซึมซาบ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaningful learning) สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) ของ Ausubel (1963 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2559) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีความหมายแก่นักเรียน หากการเรียนรู้นั้น สามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน และนำความรู้นั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ จึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับวรรณทิพา รอดแรงคำ (2544) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถที่ต้องทบทวนความจำจากความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ และใช้ความคิดรวบรวมกฎเกณฑ์ วิธีการที่จะนำมาแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้

ประการที่สอง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีลักษณะที่สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยละขั้นตอนส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาดังนี้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูมีบทบาทเป็นผู้นำเสนอและกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์สถานการณ์ข่าวหรือประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวผู้เรียน ได้แก่ สถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองในกรุงเทพฯ และสถานการณ์การลักลอบคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ของโรงงานอย่างผิดกฎหมาย ซึ่งสอดคล้องกับประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ที่ระบุว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาจากกรณีศึกษาที่เป็นปัญหาสังคมทั่วไป เป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับในชีวิตจริง และสอดคล้องกับ Eggen & Kauchak (2016) ที่เสนอว่า การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ ต้องนำเสนอปัญหาที่อยู่ในบริบทของโลกของความเป็นจริง และมอบหมายให้นักเรียนฝึกกระบวนการแก้ปัญหาของปัญหานั้น

ขั้นสำรวจ นักเรียนได้วางแผนกระบวนการค้นหาคำตอบจากที่สิ่งที่ตนเองสงสัยร่วมกันเป็นกลุ่ม เลือกคำถามที่สมาชิกในกลุ่มมีความคิดเห็นตรงกันว่ามี ความสนใจและอยากหาคำตอบมากที่สุด วางแผนการทำงานร่วมกันเพื่อค้นหาคำตอบของกลุ่ม ลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเองผ่านวิธีการต่าง ๆ เช่น การปฏิบัติการทดลอง การสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต การสำรวจในสถานที่จริง การปฏิบัติกิจกรรมตามที่ครูกำหนดโดยมีครูเป็นผู้แนะนำ ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Actively Construct) มากกว่าการรับความรู้และจดจำ (Passive Receive) สอดคล้องกับประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556) ที่ระบุว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคือต้องฝึกให้

นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง นักเรียนได้ทำงานหรือทำกิจกรรมอยู่เสมอ มีการจัดบรรยากาศหรือสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้นักเรียนมีความอิสระในการคิด กล้าคิด และกล้าแสดงออก

ชั้นนำเสนอการอธิบายและการแก้ปัญหา เป็นขั้นหลังจากที่นักเรียนได้สำรวจค้นหาเพื่อตอบคำถามสิ่งที่ตนสงสัยแล้ว นักเรียนได้รวบรวมความรู้ที่ได้รับจากขั้นสำรวจเพื่อสร้างคำอธิบายใหม่ตามที่ตนเข้าใจ ได้ร่วมกันอภิปรายเชื่อมโยงความรู้กับประเด็นปัญหา และได้มองเห็นในมุมมองของผลกระทบจากสังคม สิ่งแวดล้อมที่นำมาสู่ตนเองและบุคคลรอบข้าง โดยครูเป็นผู้กระตุ้นผ่านการถามคำถาม ตัวอย่างเช่น “เมื่อฝุ่นละอองเข้าสู่ภายในร่างกายและตกสะสมที่บริเวณต่าง ๆ ตามทางเดินหายใจ นักเรียนคิดว่าบริเวณทางเดินหายใจส่วนใดที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้มากที่สุด เพราะเหตุใด” “ในครอบครัวของนักเรียน มีสมาชิกคนใดได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองหรือไม่ อย่างไร หากได้รับผลกระทบ นักเรียนมีวิธีการป้องกันหรือแก้ไขอย่างไร” “จากความรู้เรื่องการแลกเปลี่ยนแก๊สและการควบคุมการหายใจ นักเรียนจะอธิบายว่าอย่างไร เมื่อมีการงดไม่ให้ออกกำลังกายกลางแจ้งขณะที่มีฝุ่นละอองในบรรยากาศเกินมาตรฐาน” “ฝุ่นละอองน่าจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตใดบ้าง” “นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขหรือป้องกันไม่ให้สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นได้รับผลกระทบได้อย่างไร” สอดคล้องกับ Stapp (1969) และ Toung Vi & Rambo (2003) ที่กล่าวว่า เพื่อที่จะแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้นั้นควรมีความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อมและปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ตระหนักรู้ถึงวิธีการแก้ปัญหาได้ สามารถรับรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในแง่ของผลกระทบต่อสุขภาพและชีวิตความเป็นอยู่ และมีความห่วงใยต่อสิ่งแวดล้อมโดยเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ และสอดคล้องกับ Eggen & Kauchak (2016) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาควรจัดให้นักเรียนเห็นความสำคัญระหว่างปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน และส่งเสริมให้ความรู้ลึกถึงการแก้ปัญหา

ขั้นลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของสังคมผ่านการกระบวนการระดมความคิด กระบวนการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์และสถานภาพของตนเองในสังคม ส่งผลให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมและเกิดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม อันจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น สอดคล้องกับ Miller (1990) ที่กล่าวว่า ในการพัฒนา

ความตระหนักในสิ่งแวดล้อมให้ประสบความสำเร็จอย่างแท้จริงจะต้องผ่านมองเห็นความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกัน เกี่ยวพันกันอย่างเป็นระบบ มองเห็นความเชื่อมโยงทางสิ่งแวดล้อมกับระบบเศรษฐกิจและการเมือง มีการแสวงหาทางเลือกใหม่ ๆ ในการจัดการทางเศรษฐกิจและสังคม ร่วมกับการพัฒนาวิธีการจัดการทางสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งหมด 4 องค์ประกอบ พบว่า มีองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาที่คะแนนเฉลี่ยหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อยู่ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และการประเมินผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา และมีองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาที่คะแนนเฉลี่ยหลังทดลองไม่แตกต่างกับก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อยู่ 1 องค์ประกอบ ได้แก่ การระบุปัญหา ซึ่งนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบดังกล่าวในระดับ “ดี” อาจมีสาเหตุเนื่องจากการระบุปัญหาเป็นขั้นตอนที่สอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาเป็นต้นมา ตั้งแต่หลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2518 ที่ปรากฏในรูปของทักษะ ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2518; ปริญญา ลิ้มปานนท์, 2547) เรื่อยมาจนถึงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ที่กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐาน มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี ได้พัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ตอนที่ 2 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ถึงแม้ว่าผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนด และแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ แต่พบว่าการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว มีข้อจำกัดบางประการ

โดยเมื่อวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการของนักเรียนรายบุคคลพบว่า แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีพัฒนาการความสามารถดังกล่าวในระดับต่ำ ดังปรากฏในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 จำนวน และร้อยละของนักเรียนที่มีระดับก้าวหน้าทางการเรียนระดับสูง (High gain) ระดับปานกลาง (Medium gain) และระดับต่ำ (Low gain) หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

ระดับความก้าวหน้า <g>	จำนวน	ร้อยละ
ระดับสูง (High gain)	5	11.90
ระดับปานกลาง (Medium gain)	10	23.81
ระดับต่ำ (Low gain)	27	64.29

จากตารางที่ 14 พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนระดับความก้าวหน้าอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 64.29 รองลงมาคือ ระดับปานกลางและระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 23.81 และ 11.90 ตามลำดับ เนื่องจากเหตุผลต่อไปนี้

ประการที่หนึ่ง จากหลักการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมของ Stapp (1969) และ Toung Vi & Rambo (2003) ที่กล่าวว่า เพื่อที่จะแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้นั้นควรมีความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อมและปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ตระหนักถึงวิธีการแก้ปัญหาได้ สามารถรับรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในแง่ของผลกระทบต่อสุขภาพและชีวิตความเป็นอยู่ และมีความห่วงใยต่อสิ่งแวดล้อมโดยเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ แต่ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้พบว่า ในขั้นสำรวจมีสัดส่วนของการสืบค้นข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมากกว่าสัดส่วนความรู้ในด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยในการวิจัยนี้ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาและผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นของปัญหานั้นผ่านการถามตอบท้ายคาบเรียน ดังนั้นนักเรียนจึงอาจมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาสิ่งแวดล้อมในแง่ของผลกระทบต่อสุขภาพ แต่อาจยังไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมมากนัก จึงเป็นเหตุให้ระดับความก้าวหน้าของความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นในระดับต่ำ

ประการที่สอง นักเรียนบางส่วนมีความไม่คุ้นเคยกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียนมีความมุ่งหวังในการเรียนต่อระดับอุดมศึกษา ให้ความสนใจการสอบวัดความรู้มากกว่าพัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ จึงมีความคาดหวังต่อการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบของการเรียนที่ได้รับความรู้ทางเดียว ต้องการการสรุปเนื้อหาที่เข้าใจง่าย สังเกตได้จากการเขียนสิ่งที่คาดหวังต่อรายวิชาชีววิทยาก่อนการจัดการเรียนรู้ดังตัวอย่าง

“เกรดสี่ ความเข้าใจในเนื้อหาของวิชา การนำไปใช้ต่อในระดับมหาวิทยาลัย สอนกระชับ ไม่ยืดเยื้อ”

นักเรียนเลขที่ 38 วันที่ 21 มิ.ย. 2562

“ครูให้การบ้านไม่เยอะมาก ไม่นัดเรียนเพิ่ม ความเข้าใจเนื้อหาที่เรียน ได้คะแนนเยอะ ๆ งานซ่อมไม่เยอะมากและไม่มาก”

นักเรียนเลขที่ 45 วันที่ 21 มิ.ย. 2562

“4.00 (เกรด) สรุปบทเรียนทุกบทที่เรียน (ลงกระดาษ) การบ้านไม่เยอะ”

นักเรียนเลขที่ 28 วันที่ 21 มิ.ย. 2562

“อยากได้เกรด 4 เพราะมันคือกำลังใจในการเรียนวิชานี้ต่อ การที่มาเรียนแล้วรู้ว่ายังไม่ได้เกรด 4 ตามที่ต้องการมันน่าเศร้า และจะทำให้ไม่อยากเรียนวิชานี้”

นักเรียนเลขที่ 44 วันที่ 21 มิ.ย. 2562

“ความรู้ที่จะนำไปสอบทันตะแพทย์”

นักเรียนเลขที่ 35 วันที่ 21 มิ.ย. 2562

ด้วยเหตุนี้ ถึงแม้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้จะเพิ่มขึ้น แต่ยังคงเพิ่มขึ้นในระดับต่ำเนื่องมาจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยครูควรคำนึงถึงรายละเอียด ดังนี้

1) ครูควรเลือกใช้กิจกรรมการเรียนรู้ให้มีระดับการมีส่วนร่วมและมีการสร้างความรู้ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของนักเรียนในชั้นเรียน หากนักเรียนคุ้นเคยกับการเรียนรู้ที่เน้นครูเป็นศูนย์กลางมากกว่า ควรเริ่มจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการชี้แนะค่อนข้างมากเสียก่อน จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไปจึงเพิ่มระดับบทบาทของนักเรียนให้มากขึ้น เพื่อป้องกันไม่ให้นักเรียนรู้สึกเครียดและกดดันระหว่างการจัดการเรียนรู้

2) จากการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอน CLM ของ Yager (1991) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสำรวจ ขั้นนำเสนอการอธิบายและการแก้ปัญหา และขั้นนำไปปฏิบัติจริง ผู้วิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาในขั้นสำรวจเป็นส่วนมาก ทำให้เกิดระยะห่างระหว่างระหว่างขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสำรวจ และขั้นนำเสนอการอธิบายและการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนหลุดความสนใจกับคำถามที่นักเรียนตั้งขึ้นในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนสามารถติดตามสิ่งที่เรียนรู้ได้ ครูจึงควรทบทวนคำถามที่นักเรียนสงสัยจากขั้นนำเข้าสู่บทเรียนก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้ในขั้นสำรวจทุกคาบ

3) เนื่องจากขั้นนำเสนอการอธิบายและการแก้ปัญหาเป็นขั้นที่นักเรียนต้องรวบรวมความรู้ที่ได้รับจากขั้นสำรวจเพื่อนำมาสร้างคำอธิบายใหม่ของตนเอง ดังนั้นเพื่อให้นักเรียนสามารถรวบรวมความรู้ได้อย่างครบถ้วน ครูควรให้เวลานักเรียนหรือมอบหมายงานเพิ่มเติมที่ช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้จากขั้นสำรวจ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอความรู้ของตนเองและแสดงความคิดเห็นร่วมกันเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายใหม่ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยพบข้อสังเกตที่นำไปสู่ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1) จากการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย พบว่า ในการเรียนรู้ในชั้นสำรวจ นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถติดตามสิ่งที่ตนเองรู้และสิ่งที่ตนเองสงสัยได้ในช่วงตอนต้น แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปนักเรียนบางส่วนไม่สามารถทบทวนสิ่งที่ตนเองสงสัยและสิ่งที่ตนเองเรียนรู้ผ่านไปแล้วได้ ซึ่งอาจส่งผลต่อการสร้างคำอธิบายใหม่และการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งอาจจะสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยเทคนิคการควบคุมความรู้ความเข้าใจ ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ร่วมกับเทคนิคการควบคุมความรู้ความเข้าใจที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

2) ระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยพบว่า ในการเรียนรู้ในชั้นนำเสนอการอธิบายและการแก้ปัญหา นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ได้แย่ง ตั้งคำถามและตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลเพื่อนำมาสู่การตัดสินใจเลือกข้อมูล ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนด้วย

3) จากการวิจัยครั้งนี้พบข้อมูลจากการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนซึ่งมีแนวคำตอบที่หลากหลายและมีความซับซ้อนของวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน นักเรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนหนึ่งเลือกใช้ความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมมาใช้ในการแก้ปัญหา จึงควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

4) ระหว่างการเก็บข้อมูลวิจัยพบว่า ในการเรียนรู้ในชั้นสำรวจมีสัดส่วนของการสืบค้นข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งมากกว่าสัดส่วนความรู้ในด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม นักเรียนสามารถวิเคราะห์ผลกระทบระหว่างปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายได้เป็นอย่างดี แต่ยังมีสัดส่วนที่นักเรียนได้วิเคราะห์ถึงผลกระทบของปัญหาสิ่งแวดล้อมต่อสังคม เศรษฐกิจและการเมืองอยู่น้อย จึงควรมีการพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมให้มีสัดส่วนด้านสังคมมากขึ้น เพื่อส่งเสริมให้ระดับความก้าวหน้าของความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น

รายการภาคผนวก

- ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ
- ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
 2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
- ภาคผนวก ง คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

แผนการจัดการเรียนรู้

- | | |
|--|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน | อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์
ศึกษา ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. อาจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.วัชรภรณ์ ดิยะสัจย์กุลโกวิท | อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. ครูญาธิป คล้ายกล้า | ครุวิทยาศาสตร์
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย |

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

- | | |
|--|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์ | อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์
ศึกษา ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. อาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์ | อาจารย์ประจำศูนย์วิทยาศาสตร์
ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร | ผู้ช่วยผู้อำนวยการ โรงเรียนสาธิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม |

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แผนผังเค้าโครงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2.3 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม



1.1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ แผนที่ 7

เรื่อง “สิ่งที่สงสัยเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์”

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา ชีววิทยา 3 (ว _____) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เวลา 50 นาที

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัยเกี่ยวกับมลพิษของขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้
2. วางแผนการค้นหาคำตอบเพื่อตอบคำถามที่สงสัยเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้
3. ทำงานเป็นกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้

สาระสำคัญ

นักวิทยาศาสตร์เมื่อพบปรากฏการณ์หรือวัตถุต่าง ๆ ในธรรมชาติที่ไม่เคยพบเห็น มักจะเกิดความสงสัย และตั้งคำถามที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Invitation) (50 นาที)

ชั้นนำ (5 นาที)

1) นักเรียนดูภาพเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพที่ 1 และทำใบกิจกรรมที่ 1 สิ่งที่คุณรู้แล้ว และสิ่งที่คุณสงสัยเกี่ยวกับมลพิษขยะอิเล็กทรอนิกส์ (What I know & What I want to know) ตอนที่ 1 สิ่งที่คุณรู้ (What I know) เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เวลาในการเขียน 5 นาที



ภาพที่ 1 กองขยะอิเล็กทรอนิกส์ (ซ้าย) ชิ้นส่วนที่ถูกคัดแยกออกจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ขวา)

ที่มาภาพ <https://greennews.agency/?p=17662>

2) อาสาสมัคร หรือตัวแทนนักเรียน จำนวน 3-4 คน นำเสนอความคิดเห็นของตนเองจากการทำกิจกรรม ตอนที่ 1 สิ่งที่คุณรู้ (What I know) จากนั้นนักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมือน และความแตกต่างของสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้วเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้นักเรียนแบ่งปันสิ่งที่ตนเองรู้แล้วกับเพื่อนร่วมชั้น

ขั้นสอน (30 นาที)

3) นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4 คน โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาในเทอมก่อนหน้าเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม จากนั้นครูแจกบทความ เรื่อง “ขยะอิเล็กทรอนิกส์ ขยะพิษที่ไม่ควรมองข้าม” ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มตามจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มเพื่อศึกษาเกี่ยวกับมลพิษจากขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพด้านระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ โดยใช้เวลาในการศึกษาบทความ 5 นาที

4) นักเรียนแต่ละคนเขียนสิ่งที่ตนเองสงสัย และอยากรู้เกี่ยวกับอันตรายของมลพิษจากขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ลงในใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 สิ่งที่คุณสงสัย (What I want to know)

5) นักเรียนแบ่งปันสิ่งที่ตนเองสงสัยให้กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ กันเป็นคู่

6) นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนสิ่งที่ตนเองสงสัย ร่วมกับเพื่อนในกลุ่มตามลักษณะของการเรียนรู้แบบแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Think-Pair-Share) เพื่อรวบรวม และจัดกลุ่มประเด็นที่สมาชิกในกลุ่มตนเองสงสัย และอยากรู้ทั้งหมด

7) นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเลือกประเด็นที่สงสัย และอยากรู้ประจำกลุ่มของตนเองที่สมาชิกในกลุ่มทุกคนมีความคิดเห็นตรงกันว่ามีความสนใจ และอยากหาคำตอบ

8) ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอประเด็นที่กลุ่มตนเองสงสัย และอยากรู้ และครูเขียนประเด็นดังกล่าวลงบนกระดานหน้าชั้นเรียน (โดยมีตัวอย่างของคำถามดังต่อไปนี้)

- ขยะอิเล็กทรอนิกส์คืออะไร ได้แก่อะไรบ้าง
- ขยะอิเล็กทรอนิกส์มาจากไหน
- ในประเทศไทยมีขยะอิเล็กทรอนิกส์ปริมาณเท่าใด
- สารพิษที่เกิดจากขยะอิเล็กทรอนิกส์มีอะไรบ้าง
- สารพิษจากขยะอิเล็กทรอนิกส์ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมหรือไม่อย่างไร

- สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่รอบพื้นที่ทิ้งขยะอิเล็กทรอนิกส์จะได้รับผลกระทบหรือไม่ อย่างไร
- สารพิษจากขยะอิเล็กทรอนิกส์ส่งผลต่อมนุษย์หรือไม่ อย่างไร
- เราจะมีอาการผิดปกติอย่างไร หากได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย
- เราจะมีวิธีการรักษาเมื่อได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายได้อย่างไร
- วิธีการกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์สามารถทำได้อย่างไรบ้าง)

9) ครูช่วยเพิ่มเติมคำถามที่มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์ระหว่างขยะอิเล็กทรอนิกส์กับเนื้อหาบทเรียน เรื่อง “ระบบหมุนเวียนเลือดของสิ่งมีชีวิต” และคำถามที่เกี่ยวข้องการมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา (เช่นคำถามดังต่อไปนี้

- สารพิษจากขยะอิเล็กทรอนิกส์จะเข้าสู่ร่างกายของเราได้อย่างไร
- ระบบใดในร่างกายของคนที่ได้รับผลกระทบจากสารพิษจากขยะอิเล็กทรอนิกส์
- สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ จะรับสารพิษเข้าสู่เซลล์หรือร่างกายได้หรือไม่ อย่างไร
- ใครเป็นผู้ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์นี้บ้าง
- เราจะมีวิธีจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างไร)

ขั้นสรุป (15 นาที)

10) นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันวิเคราะห์ความเหมือน และความแตกต่างของประเด็นคำถามที่แต่ละกลุ่มสงสัย และอยากรู้ เพื่อจัดคำถามที่มีใจความเดียวกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และคัดแยกคำถามที่มีเป้าหมายซ้ำกัน เพื่อสรุปเป็นคำถามประจำชั้นเรียน

(โดยมีตัวอย่างการแบ่งกลุ่มของคำถาม ดังต่อไปนี้

- ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ความหมาย ตัวอย่าง
- สภาพการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันของประเทศไทย
- ผลกระทบของขยะอิเล็กทรอนิกส์ต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และสิ่งแวดล้อม
- ผลกระทบของขยะอิเล็กทรอนิกส์ต่อมนุษย์ และสิ่งที่เกิดขึ้นกับร่างกายเมื่อได้รับผลกระทบจากขยะอิเล็กทรอนิกส์
- แนวทางการป้องกัน และหลีกเลี่ยงการรับสารพิษจากขยะอิเล็กทรอนิกส์
- แนวทางการป้องกัน และแก้ไขปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์อย่างถูกวิธี และปลอดภัย)

- 11) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายวางแผนกระบวนการหาคำตอบ ในประเด็นดังต่อไปนี้
- จากการจัดกลุ่มคำถามข้างต้น กลุ่มคำถามใดที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้ และหาคำตอบเป็นอันดับแรก ก่อนที่ศึกษาเกี่ยวกับมลพิษของขยะอิเล็กทรอนิกส์ เพราะเหตุใด

(คำถามข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ และตัวอย่างขยะประเภทนี้ เพื่อให้ทราบข้อมูลพื้นฐาน และรู้จักความเป็นมาของขยะอิเล็กทรอนิกส์ในเบื้องต้นก่อน)

- กลุ่มคำถามใดที่ควรหาคำตอบเป็นอันดับถัดไป เพราะเหตุใด
(สาเหตุที่ทำให้เกิดขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย, ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และมนุษย์, แนวทางป้องกัน และการกำจัดอย่างถูกวิธี และปลอดภัย)
- สาเหตุ ผลกระทบ และแนวทางการป้องกัน สิ่งใดควรหาคำตอบก่อน
(สาเหตุก่อน และตามด้วยผลกระทบ เพราะสาเหตุ และผลกระทบที่เกิดขึ้นทำให้รู้ว่าแนวทางการป้องกัน และแก้ไขปัญหาใดมีความเหมาะสมกับสิ่งที่เกิดขึ้นมากที่สุด)
- แต่ละกลุ่มคำถาม ควรหาคำตอบด้วยวิธีการ หรือแนวทางใด เพราะเหตุใด
(เช่น สืบค้นจากแหล่งข้อมูลออนไลน์ ห้องสมุด หนังสือพิมพ์ สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น)

- 12) นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการวางแผนกระบวนการหาคำตอบของกลุ่มตนเองใน **ตอนที่ 1** ใบงานที่ 2 วิธีการหาคำตอบในสิ่งที่ฉันสงสัย (How to know)

- 13) นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันวางแผนกระบวนการหาคำตอบที่เหมาะสมจากผลการอภิปรายของแต่ละกลุ่มร่วมกับครู เพื่อคัดเลือกแนวทางหาคำตอบของชั้นเรียนที่มีความเหมาะสม

- 14) นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการวางแผนกระบวนการหาคำตอบของชั้นเรียนลงใน **ตอนที่ 2** ใบงานที่ 2 วิธีการหาคำตอบในสิ่งที่ฉันสงสัย (How to know)

- 15) ครูมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มต้นหาคำตอบเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของขยะอิเล็กทรอนิกส์ และให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มสำรวจขยะอิเล็กทรอนิกส์ในชีวิตประจำวันของตนเอง รายบุคคล แล้วนำมาจัดทำในรูปแบบโปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ในกระดานที่ครูแจกให้ เพื่อนำเสนอ และแลกเปลี่ยนกันในชั้นเรียนก่อนนำไปติดประกาศตามจุดต่าง ๆ ของโรงเรียน เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์แก่เพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ

16) ครูนำนักเรียนอภิปรายเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินโปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ โดยให้ครอบคลุมประเด็น ดังต่อไปนี้

- ความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของข้อมูล
- ความสวยงาม และความคิดสร้างสรรค์ของการออกแบบโปสเตอร์ประชาสัมพันธ์
- ความหลากหลายของการสำรวจขยะอิเล็กทรอนิกส์ในชีวิตประจำวัน

17) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันประเมินการทำงานเป็นกลุ่มด้วยแบบประเมินที่ครูแจกให้

สื่อการเรียนรู้

1. สื่อ PowerPoint เรื่อง สิ่งที่เกี่ยวข้องกับขยะอิเล็กทรอนิกส์
2. บทความ เรื่อง ขยะอิเล็กทรอนิกส์ ขยะพิษที่ไม่ควรมองข้าม
3. ใบงานที่ 1 สิ่งที่คุณรู้ และสิ่งที่คุณสงสัยเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ (What I know, What I want to know about electronic wastes)
4. ใบงานที่ 2 วิธีการหาคำตอบในสิ่งที่คุณสงสัย (How to know)
5. วัสดุ อุปกรณ์ ได้แก่ กระดาษบุฟูป ปากกาเมจิก

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องประเมิน	วิธีการวัดผล	ประเด็นที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์ประเมิน
1. นักเรียนสามารถตั้งคำถามในสิ่งที่สงสัยเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้	การเขียนตอบในตอนต้นที่ 2 ของใบกิจกรรมที่ 1	ทักษะกระบวนการ	ใบกิจกรรม 1	ดี นักเรียนตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัยเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถสำรวจตรวจสอบได้อย่างน้อย 5 คำถาม ปานกลาง นักเรียนตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัยเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถสำรวจตรวจสอบได้อย่างน้อย 3 คำถาม

สิ่งที่ต้องประเมิน	วิธีการวัดผล	ประเด็นที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์ประเมิน
				<p>ควรปรับปรุง นักเรียนตั้งคำถามที่นักเรียนสงสัยเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถสำรวจตรวจสอบได้อย่างน้อย 1 คำถาม</p>
<p>2. นักเรียนวางแผนการค้นหาคำตอบเพื่อตอบคำถามที่สิ่งที่ยสงสัยเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้</p>	<p>การวางแผนร่วมกันเพื่อค้นหาคำตอบ</p>	<p>ทักษะกระบวนการ</p>	<p>ใบงานที่ 2</p>	<p>ดี นักเรียนวางแผนการค้นคว้าหาคำตอบได้ชัดเจนและเป็นไปได้</p> <p>ปานกลาง นักเรียนวางแผนการค้นคว้าหาคำตอบได้ค่อนข้างชัดเจนและเป็นไปได้</p> <p>ควรปรับปรุง นักเรียนวางแผนการค้นคว้าหาคำตอบส่วนใหญ่ไม่ชัดเจนและเป็นไปไม่ได้</p>
<p>3. ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้</p>	<p>1. การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยเพื่อนสมาชิก</p> <p>2. การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยครู</p>	<p>คุณลักษณะอันพึงประสงค์</p>	<p>1. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยเพื่อนสมาชิก</p> <p>2. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยครู</p>	<p>ดีมาก นักเรียนให้ความร่วมมือและตอบคำถามในการจัดการเรียนรู้ตลอดคาบ</p> <p>ดี นักเรียนให้ความร่วมมือและตอบคำถามในการจัดการเรียนรู้เป็นส่วนใหญ่</p>

สิ่งที่ต้องประเมิน	วิธีการวัดผล	ประเด็นที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์ประเมิน
				<p>ปานกลาง นักเรียนให้ ความร่วมมือและ ตอบคำถามในการ จัดการเรียนรู้ บางครั้ง</p> <p>ควรปรับปรุง นักเรียน ไม่ให้ความร่วมมือ และตอบคำถามใน การจัดการเรียนรู้</p>



แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยเพื่อนสมาชิก

กลุ่มที่.....

วันที่ประเมิน.....

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
2. ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
3. ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
4. ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
5. ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันประเมินการทำงานกลุ่มของสมาชิกในกลุ่มตามเกณฑ์ต่อไปนี้ และใส่คะแนนในช่องว่างให้ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนน:

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนนของสมาชิกแต่ละคน			
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4
1. การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น				
2. การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น				
3. ความตั้งใจ และกระตือรือร้น				
4. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่				
5. ความร่วมมือในการทำงาน				
รวมคะแนน				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยครูผู้สอน

ห้อง ม. 5/

วันที่ประเมิน.....

คำชี้แจง: ให้ครูประเมินการทำงานกลุ่มของแต่ละกลุ่มตามเกณฑ์ต่อไปนี้ และใส่คะแนนในช่องว่างให้ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนน:

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น										
2. การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น										
3. ความตั้งใจ และกระตือรือร้น										
4. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่										
5. ความร่วมมือในการทำงาน										
รวมคะแนน										

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนอ่านบทความต่อไปนี้แล้วแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มเกี่ยวกับ “สิ่งที่ฉันสงสัย (What I want to know)” พร้อมบันทึกลงในตอนที่ 2 ของใบงานที่ 1



กองขยะอิเล็กทรอนิกส์และขยะอุตสาหกรรมจำนวนมากศาลฎกทิ้งไว้กลางแจ้ง ณ โรงงานแห่งหนึ่ง ภายหลังจากสั่งปิดชั่วคราว เหตุด้วยมีการจัดการที่ผิดสุขลักษณะ

ที่ผ่านมาเราอาจไม่เคยตั้งคำถามถึงผลกระทบของปัญหาขยะอิเล็กทรอนิกส์ต่อสิ่งแวดล้อม อาจเพราะขยะจำนวนมากเหล่านั้นไม่ได้เคลื่อนกลาตอยู่หน้าบ้าน กระทั่งภาพกองขยะจำนวนมากศาลฎกปรากฏออกมาอย่างต่อเนื่อง คำถามคือ กองขยะอิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นมาจากไหน แน่นอนว่า มันเคยเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ชีวิตประจำวันของเรา เมื่อหมดอายุการใช้งาน ก็ถูกนำไปทิ้งกองรวมกันจนกลายเป็นกองขยะเคลื่อนกลาตอย่างภาพข่าวที่เราเห็นกัน

สิ่งที่น่าวิตกเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ คือ กระบวนการกำจัดที่ไม่ถูกวิธี ด้วยขยะอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยสารโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพชีวิตของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ในสภาพปกติโลหะหนักที่อยู่ในขยะอิเล็กทรอนิกส์จะไม่เป็นอันตราย แต่หากได้รับการเปลี่ยนแปลงสภาพ เช่น การเผา การคัดแยกโดยอาศัยความร้อน จะทำให้สารโลหะหนักเหล่านั้นสามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้



คนงานในโรงงานแห่งหนึ่งกำลังคัดแยกตะกั่วจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยอาศัยความร้อน แต่ไม่ได้ทำในระบบปิด ส่งผลให้สารโลหะหนักสามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้



<https://greennews.agency/?p=17662>

เรื่องจากภาพ... สารโลหะหนักที่พบได้ในขยะอิเล็กทรอนิกส์ เช่น “ตะกั่ว” พบมากในแบตเตอรี่ ผลสมในฉนวนสายไฟ แผ่นวงจรไฟฟ้า (ตะกั่วบัดกรี) ... “แคดเมียม” มักพบในแผ่นวงจรพิมพ์ จอภาพ ... “ปรอท” มักพบในตัวตัดความร้อน สวิตช์ หลอดไฟ และสารโลหะหนักอื่น ๆ อีกมากมาย

นำแปลใจที่แม้เราจะทราบว่ายูเอชเอ็กซ์เรย์ประกอบด้วยสารโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ แต่เราก็ยังพบเห็นกระบวนการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพได้ตามหลายพื้นที่ของประเทศไทย ตัวอย่างเช่น หมู่บ้านกำจัดขยะอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่แห่งหนึ่งแห่งในจังหวัดกาฬสินธุ์ ชาวบ้านในพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพคัดแยกของเก่าและชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์เพื่อหารายได้จุนเจือครอบครัวมายาวนานกว่า 20 ปี แต่ขณะเดียวกันทุกคนก็ต้องเสี่ยงกับการรับสารตะกั่วเข้าไปในร่างกายอันเป็นผลมาจากการคัดแยกขยะที่ไม่มีเครื่องป้องกัน



ชาวบ้านส่วนใหญ่มีอาชีพคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ขาย ทำให้เสี่ยงต่อการปนเปื้อนสารพิษตะกั่ว

จนกระทั่งเมื่อกลางปี 2556 ที่ผ่านมา หน่วยงานส่วนกลางได้ทำการสุ่มตรวจเลือดของเด็กและผู้ใหญ่ จำนวน 121 คน พบว่ามีเด็ก 21 คน และผู้ใหญ่อีก 3 คน มีสารตะกั่วในเลือดสูง โดยผู้ป่วยกลุ่มที่เป็นเด็กเล็กมีปัญหาพัฒนาการ เพราะถูกสารตะกั่วเข้าไปทำลายเซลล์เม็ดเลือดขาว ถึงแม้ว่าเด็กกลุ่มนั้นจะไม่ได้สัมผัสกับสารตะกั่วจากการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์โดยตรงก็ตาม

นอกจากผลกระทบต่อโดยตรงจากการคัดแยกขยะแล้ว เศษขยะที่เหลือจากการคัดแยกยังถูกนำไปทิ้งรวมกันไว้ที่บ่อขยะของหมู่บ้านจำนวนมาก บางส่วนถูกทำลายโดยวิธีการเผา ทำให้สร้างปัญหามลพิษทางอากาศ การหายใจเอาควันพิษเข้าไปในปอด ทำให้บางคนมีอาการสาหัส งาม ไอ และเกิดโรคมะเร็งและทำลายสุขภาพของประชาชนในพื้นที่และหมู่บ้านใกล้เคียงอีกด้วย



เศษขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่เหลือจากการคัดแยกจำนวนมาก ถูกนำมาทิ้งรวมกันที่บ่อขยะของหมู่บ้าน บางส่วนถูกเผาทำลาย สร้างมลพิษทางอากาศแก่ชาวบ้านละแวกใกล้เคียง



นายอำเภอ พร้อมด้วยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเร่งตรวจสอบกำจัดขยะและสำรวจปัญหาสุขภาพคนในชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดกาฬสินธุ์

แหล่งที่มา

ทีมข่าวสิ่งแวดล้อม. (2561, 18 กรกฎาคม). *ไทยแลนด์แดน...ถังขยะโลก*. สืบค้นจาก <https://greennews.agency/?p=17662>

ผู้จัดการออนไลน์. (2557, 21 พฤษภาคม). *ห่วงชาวบ้านโคกสะอาดเจ็บป่วยจากพิษตะกั่ว เหตุกว่า 80% ทำอาชีพแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ขาย*. สืบค้นจาก <https://mgronline.com/local/detail/9570000056328>

ผู้จัดการออนไลน์. (2561, 28 สิงหาคม). *ทรมานสุดครัวขยะอิเล็กทรอนิกส์ทำจุกมกมลพิษตายค้ำจี้ สสจ.กาฬสินธุ์ตรวจสารพิษในร่างกาย*. สืบค้นจาก <https://mgronline.com/local/detail/9610000086249>

ใบงานที่ 1

“สิ่งที่ฉันรู้ และสิ่งที่ฉันสงสัยเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์”

(What I know, What I want to know about electronic wastes)

ชื่อ ชั้น..... วันที่.....

ตอนที่ 1 สิ่งที่ฉันรู้ (What I know)

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเขียนอธิบายสิ่งที่ตนเองรู้เกี่ยวกับคำสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. ขยะอิเล็กทรอนิกส์ คืออะไร และขยะอิเล็กทรอนิกส์มาจากไหน

.....

.....

.....

.....

2. ขยะอิเล็กทรอนิกส์มีสารพิษอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. สารพิษในขยะอิเล็กทรอนิกส์มีอันตรายอย่างไร

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 2

วิธีการหาคำตอบในสิ่งที่ฉันทึ่งสงสัย (How to know)

กลุ่มที่.....ชั้น.....วันที่.....

ตอนที่ 1 แผนการค้นคว้าการคำตอบของกลุ่ม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลตามหัวข้อที่กำหนดให้ด้านล่าง

1. สิ่งที่น่าสนใจในกลุ่มมีความคิดเห็นตรงกันว่ามีคามสนใจ และอยากหาคำตอบมากที่สุด คืออะไร และเพราะอะไร

.....

.....

.....

2. บันทึกการวางแผนการทำงานเพื่อค้นหาคำตอบของสิ่งที่สมาชิกในกลุ่มมีความสนใจอยากรู้

แผนการศึกษาค้นคว้าของกลุ่ม

กำหนดเวลา	งานที่ต้องทำ	สิ่งที่จำเป็นต้องใช้	หมายเหตุ

3. วิธีการนำเสนอผลงาน คือ

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ แผนที่ 8

เรื่อง “การลำเลียงสารของสิ่งมีชีวิต”

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา ชีววิทยา 3 (ว _____) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เวลา 150 นาที

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล อธิบาย และเปรียบเทียบระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด

วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. เปรียบเทียบการลำเลียงสารของสิ่งมีชีวิตที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแตกต่างกันได้
2. วิเคราะห์ผลกระทบของสารโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิตที่มีระบบหมุนเวียนเลือดประเภทต่างๆ
3. ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้

สาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนจะมีการแลกเปลี่ยนสารระหว่างเซลล์กับสิ่งแวดล้อมโดยตรง ในขณะที่สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างซับซ้อนจะมีระบบหมุนเวียนเลือดทำหน้าที่ลำเลียงสารไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ระบบหมุนเวียนเลือดมี 2 แบบ คือ ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด พบในสัตว์จำพวก หอย แมลง กุ้ง ส่วนระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด พบในสัตว์มีกระดูกสันหลัง รวมทั้งมนุษย์

ขยะอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง ซากเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าหรือสนามแม่เหล็กในการทำงานที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน หรือหมดอายุการใช้งาน หรือล้าสมัย ปัญหาจากขยะอิเล็กทรอนิกส์นั้นเกิดจากส่วนประกอบที่เป็นสารอันตราย เช่น สารตะกั่ว แคดเมียมปรอท หากได้รับการจัดการที่ไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม มีความเสี่ยงที่สิ่งมีชีวิตจะได้รับเข้าสู่ร่างกายได้

เนื้อหา/สาระ

1. การลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีระบบหมุนเวียนเลือด ได้แก่

อะมีบา (Ameba) และพารามีเซียม (Paramecium) ใช้กระบวนการแพร่และการไหลเวียนของไซโทพลาสซึมภายในเซลล์ ฟองน้ำ มีการลำเลียงสารอาหารโดยกระบวนการแพร่ และกระบวนการแอกทีฟทรานสปอร์ต ไฮดรา (hydra) พลานาเรีย (planaria) ใช้วิธีการแพร่สารอาหารเข้าสู่เซลล์หรือใช้กระบวนการแอกทีฟทรานสปอร์ต

2. การลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่ระบบหมุนเวียนเลือด แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ

2.1 ระบบหมุนเวียนเลือดแบบวงจรเปิด (open circulatory system) หมายถึง ระบบเลือดที่เลือดไหลออกจากหัวใจ แล้วไหลผ่านช่องว่างของลำตัวและอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย แล้วไหลกลับเข้าสู่หลอดเลือดและเข้าสู่หัวใจต่อไป ได้แก่ หอย แมลง กุ้ง

แมลง

- หัวใจ (heart) เป็นส่วนของหลอดเลือดสูบฉีดเลือดไปทางด้านหัวไปสู่เนื้อเยื่อต่างๆ
- เลือดไม่มีสีหรือมีสีฟ้าอ่อน ๆ เพราะมีฮีโมไซยานิน (hemocyanin) ที่มีทองแดง (Cu) เป็นองค์ประกอบ
- ช่องว่างภายในลำตัว (hemocoel) ทำหน้าที่รับเลือดจากหลอดเลือด เพื่อลำเลียงสารไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และเป็นแหล่งแลกเปลี่ยนก๊าซ

2.2 ระบบหมุนเวียนเลือดแบบวงจรปิด (closed circulatory system) หมายถึง ระบบเลือดที่มีเลือดไหลเวียนอยู่ภายในท่อของหลอดเลือดและหัวใจตลอด โดยมีทิศทางการไหลออกจากหัวใจไปตามหลอดเลือดและไหลกลับเข้าสู่หัวใจอีกเป็นวงจรต่อเนื่องกันไป พบในสัตว์พวกแอนเนลิด และสัตว์มีกระดูกสันหลัง

ไส้เดือนดิน

- มีหัวใจเทียม (pseudoheart) มาจากท่อนหลอดเลือดที่พองออก
- มี dorsal blood vessel นำเลือดกลับเข้าสู่หัวใจ ventral blood vessel รับเลือดจากหัวใจไปส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และมีหลอดเลือดฝอย (capillary) กระจายอยู่ทั่วไปของร่างกาย

ปลา

- มีหัวใจ (heart) 2 ห้อง คือ 1. หัวใจห้องบน (atrium) รับเลือดจากร่างกาย แล้วเข้าสู่หัวใจห้องล่าง และ 2. หัวใจห้องล่าง (ventricle) ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดไปยังเหงือก
- เหงือก ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนในน้ำกับเลือด

นกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

- มีหัวใจ 4 ห้องสมบูรณ์ คือ ห้องบน 2 ห้อง (atrium) และห้องล่าง 2 ห้อง (ventricle)
- เป็นรูปแบบของหัวใจที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง เพราะสามารถแยกเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ และเลือดที่มีออกซิเจนสูงออกจากกันโดยเด็ดขาด

3. ผลกระทบของขยะอิเล็กทรอนิกส์ต่อการลำเลียงสารของสิ่งมีชีวิต

ปัญหาจากขยะอิเล็กทรอนิกส์เกิดจากส่วนประกอบที่เป็นสารอันตราย เช่น สารตะกั่ว แคดเมียมปรอท หากได้รับการจัดการที่ไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่สัมผัสกับสารอันตรายมีความเสี่ยงที่จะได้รับสารนั้นเข้าสู่ร่างกายผ่านระบบหมุนเวียนสารได้

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นสำรวจ (Exploration)

ตอนที่ 1 สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีการลำเลียงสารในร่างกายเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ขั้นนำ (10 นาที)

1) นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันทบทวนคำถามประจำชั้นเรียนที่กำหนดไว้ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Invitation) เกี่ยวกับคำถามที่ได้รับคำตอบแล้ว และคำถามต้องการหาคำตอบถัดไป

(โดยคำถามที่ได้รับคำตอบแล้ว คือ

- ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับขยะอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ความหมาย ตัวอย่างขยะประเภทนี้
- สภาพการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันของประเทศไทย
- สาเหตุที่ทำให้เกิดขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย

และคำถามที่ต้องการหาคำตอบถัดไป คือ

- ผลกระทบของขยะอิเล็กทรอนิกส์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม)

2) นักเรียนดูภาพกองขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกเผาทำลายอย่างผิดวิธี และตอบคำถามที่ครูถาม เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ผ่านคำถามต่อไปนี้ด้วย
ลักษณะการเรียนรู้แบบ Think-Pair-Share



ภาพที่ 1 กองขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกเผาทำลายในบ่อขยะชุมชน

ที่มา <https://mgronline.com/local/detail/9610000086249>

- บริเวณรอบกองขยะอิเล็กทรอนิกส์นี้ น่าจะมีสิ่งมีชีวิตอะไรอาศัยอยู่บ้าง
- มีแนวโน้มจะเกิดอะไรขึ้นกับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่รอบกองขยะอิเล็กทรอนิกส์นี้
- สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่รอบกองขยะอิเล็กทรอนิกส์ได้รับผลกระทบนั้นอย่างไร/วิธีการใด
- สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่รอบกองขยะอิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิดจะได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายด้วยวิธีการ/แนวทางที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน อย่างไร
- เมื่อสารพิษเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิต สารนั้นจะถูกลำเลียงต่อไปยังส่วนอื่น ๆ อย่างไร

3) นักเรียนแบ่งปันคำตอบของคำถามที่ครูถามให้กับเพื่อนที่นั่งข้าง ๆ กันเป็นคู่ (Pair)

4) นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม (Share)

5) ครูสุ่มนักเรียน 3-4 กลุ่ม นำเสนอ และแลกเปลี่ยนคำตอบของคำถามเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิตร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน และตกลงกับนักเรียนว่า คำตอบที่นักเรียนตอบมา มีความหลากหลายและจะถูกต้องหรือไม่ จะได้รับการตรวจสอบจากการทำงานกิจกรรมต่อไป

ขั้นสอน (70 นาที)

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาโครงสร้างที่ใช้ในการลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดผ่านศูนย์การเรียนรู้จำนวน 7 ศูนย์ พร้อมบันทึกความรู้ลงในใบกิจกรรมที่ 1 “สิ่งมีชีวิตมีการลำเลียงสารในร่างกายอย่างไร” กำหนดเวลาในการศึกษาศูนย์ละ 7 นาที รวมเวลาทั้งสิ้นประมาณ 50 นาที

(โดยศูนย์การเรียนรู้ ประกอบด้วย 7 ศูนย์ ดังนี้

- ศูนย์ที่ 1 อะมีบา พารามีเซียม
- ศูนย์ที่ 2 ฟองน้ำ ไฮดรา พลานาเรีย
- ศูนย์ที่ 3 แมลง
- ศูนย์ที่ 4 ไส้เดือนดิน
- ศูนย์ที่ 5 ปลา
- ศูนย์ที่ 6 กบ
- ศูนย์ที่ 7 หู)

2) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด พร้อมตอบคำถามท้ายกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 1

3) ครูสุ่มนักเรียน 3-4 กลุ่ม นำเสนอคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรม และครูอธิบายเสริมความรู้ให้นักเรียนในส่วนที่ไม่สมบูรณ์

ขั้นสรุป (10 นาที)

- 1) นักเรียนสรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารของสิ่งมีชีวิต โดยการตอบคำถามที่ครูถามดังนี้
 - สิ่งมีชีวิตที่มีร่างกายไม่ซับซ้อน เช่น อะมีบา พารามีเซียม มีการลำเลียงสารในร่างกายด้วยวิธีใด
 - สิ่งมีชีวิตที่มีร่างกายซับซ้อน เช่น หอย ไส้เดือนดิน ปลา มีการลำเลียงสารในร่างกายด้วยวิธีใด
 - ระบบหมุนเวียนเลือดมีกี่แบบ อะไรบ้าง
 - ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดมีลักษณะอย่างไร ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตมา 2 ชนิด
 - ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดมีลักษณะอย่างไร ยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตมา 2 ชนิด
- 2) ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างสัตว์ที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดมาอย่างละ 1 ตัวอย่าง พร้อมทั้งเขียนแผนภาพประกอบ

ตอนที่ 2 สารโลหะหนักจากขยะอิเล็กทรอนิกส์มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

ขั้นนำ (10 นาที)

- 1) นักเรียนตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิต และผลกระทบของสารโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ดังนี้
 - ขยะอิเล็กทรอนิกส์มีผลกระทบกับสิ่งมีชีวิตหรือไม่ เหตุใดจึงคิดเช่นนั้น
- 2) ครูสุ่มนักเรียน 3-4 กลุ่ม นำเสนอคำตอบของคำถาม และตกลงกับนักเรียนว่า คำตอบที่นักเรียนตอบมามีความหลากหลายและจะถูกต้องหรือไม่ จะได้รับการตรวจสอบจากการทำกิจกรรมต่อไป

ขั้นสอน (30 นาที)

- 3) นักเรียนอ่านใบความรู้ “ทำไมขยะอิเล็กทรอนิกส์จึงมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม” จากนั้นช่วยกันระบุผลกระทบของขยะอิเล็กทรอนิกส์ต่อสิ่งมีชีวิต และบันทึกข้อมูลลงในกระดาษแผ่นปฐพีที่ครูแจกให้
- 4) นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบของสารโลหะหนักที่มาจากขยะอิเล็กทรอนิกส์ต่อสิ่งมีชีวิต

(โดยอาจสรุปได้ว่า

สารพิษโลหะหนักที่พบในขยะอิเล็กทรอนิกส์ เช่น สารตะกั่ว แคดเมียม ปรอท เบริลเลียม สารหนู แบริยม เมื่อรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมอาจจะสามารถทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในรอบพื้นที่ที่มีการรั่วไหลได้ โดยสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดอาจจะได้รับสารพิษโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายด้วยวิธีการแตกต่างกัน อาจจะผ่านการสัมผัสทางผิวหนัง ผ่านการกินโดยตรง ผ่านการหายใจ หรือผ่านการกินตามลำดับห่วงโซ่อาหาร จากนั้นจึงถูกลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายผ่านระบบหมุนเวียนเลือด และทำอันตรายต่อระบบต่าง ๆ เช่น ระบบประสาท ระบบเลือด ระบบสืบพันธุ์ ระบบขับถ่าย เป็นต้น)

ขั้นสรุป (10 นาที)

5) นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังความคิดแสดงระบบหมุนเวียนเลือดของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ผลกระทบของโลหะหนักต่อสิ่งมีชีวิต วิธีการรับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย ลงในกระดาศปฐูพที่ครูแจกให้

6) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังความคิดของกลุ่ม จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนผังความคิดว่า ครอบคลุมเนื้อหาที่เรียนและมีความถูกต้องหรือไม่

7) นักเรียนแต่ละคนเขียนอนุทิน ตามหัวข้อที่ครูกำหนดดังนี้

7.1 นักเรียนได้เรียนรู้อะไรเกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์

7.2 นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

7.3 นักเรียนจะนำความรู้นี้ไปใช้อย่างไร

7.4 นักเรียนรู้สึกอย่างไรกับกิจกรรมการเรียนการสอนนี้

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ประจำศูนย์การเรียนรู้ เกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ อะมีบา พารามีเซียม ฟองน้ำ ไฮดรา พลาณาเรีย แมลง ไส้เดือนดิน ปลา และหนู
2. ใบความรู้ เรื่อง “ทำไมขยะอิเล็กทรอนิกส์จึงมีผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม”
3. ใบกิจกรรมที่ 1 “สิ่งมีชีวิตมีการลำเลียงสารในร่างกายอย่างไร”
4. ใบอนุทิน
5. วัสดุ อุปกรณ์ ได้แก่ กระดาศปฐูพ ปากกาเมจิก

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องประเมิน	วิธีการวัดผล	ประเด็นที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์ประเมิน
1. เปรียบเทียบ การลำเลียงสาร ของสิ่งมีชีวิตแต่ละ ชนิดและระบบ หมุนเวียนเลือด แบบเปิดและระบบ หมุนเวียนเลือด แบบปิดได้	- การตอบคำถาม ทำกิจกรรมใน ใบกิจกรรมที่ 1 - การตอบคำถาม ของนักเรียนใน ห้องเรียน	ความรู้/ความ เข้าใจ	- ใบงานที่ 1 “สิ่งมีชีวิตมีการ ลำเลียงสารใน ร่างกายอย่างไร”	ดี นักเรียนตอบคำถามทำ กิจกรรมได้ถูกต้อง 4 ข้อจาก 5 ข้อ ปานกลาง นักเรียนตอบ คำถามทำกิจกรรมได้ ถูกต้อง 3 ข้อ ควรปรับปรุง นักเรียนตอบ คำถามได้ถูกต้อง 2 ข้อ
2. วิเคราะห์ - ผลกระทบของ สารโลหะหนักต่อ สิ่งมีชีวิตที่มีระบบ หมุนเวียนเลือด แบบเปิดและแบบ ปิดได้	- การอภิปราย แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นเกี่ยวกับ ผลกระทบของสาร โลหะหนักต่อ สิ่งมีชีวิต	ทักษะ กระบวนการ การ คิดเห็น	แบบประเมินการ อภิปรายแสดง ความคิดเห็น	ดี นักเรียนระบุผลกระทบ ของสารโลหะหนักต่อ สิ่งมีชีวิตได้อย่างมีเหตุผล ปานกลาง นักเรียนระบุ ผลกระทบของสารโลหะ หนักต่อสิ่งมีชีวิตได้อย่าง มีเหตุในบางประเด็น ควรปรับปรุง นักเรียนระบุ ผลกระทบของสารโลหะ หนักต่อสิ่งมีชีวิตส่วน ใหญ่ไม่สมเหตุสมผล
3. ทำงานร่วมกัน เป็นกลุ่มได้	1. การประเมิน พฤติกรรมการทำงาน กลุ่มโดย เพื่อนสมาชิก 2. การประเมิน พฤติกรรมการทำงาน กลุ่มโดยครู	คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	1. แบบประเมิน พฤติกรรมการทำงาน กลุ่มโดย เพื่อนสมาชิก 2. แบบประเมิน พฤติกรรมการทำงาน กลุ่มโดยครู	ดี นักเรียนแสดงพฤติกรรม การทำงานกลุ่มเป็น ประจำ ปานกลาง นักเรียนแสดง พฤติกรรมการทำงาน กลุ่มบางครั้ง ควรปรับปรุง นักเรียนแสดง พฤติกรรมการทำงาน กลุ่มน้อยครั้ง

แบบประเมินการอภิปรายแสดงความคิดเห็น

คำชี้แจง: ให้ประเมินจากการสังเกตการร่วมอภิปรายในระหว่างเรียน และการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม โดยให้ระดับคะแนนลงในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน

เกณฑ์การให้คะแนน

3 หมายถึง ดี 2 หมายถึง พอใช้ 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง

เลขที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน					คะแนน (15 คะแนน)
		การแสดงความคิดเห็น	ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	ตรงประเด็น	สมเหตุสมผล	มีความเชื่อมั่นในการแสดงออก	

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

เกณฑ์การประเมิน : นักเรียนได้คะแนน 12 คะแนนขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยเพื่อนสมาชิก

กลุ่มที่.....

วันที่ประเมิน.....

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
2. ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
3. ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
4. ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
5. ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันประเมินการทำงานกลุ่มของสมาชิกในกลุ่มตามเกณฑ์ต่อไปนี้ และใส่คะแนนในช่องว่างให้ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนน:

- พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน
 พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน
 พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนนของสมาชิกแต่ละคน			
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4
1. การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น				
2. การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น				
3. ความตั้งใจ และกระตือรือร้น				
4. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่				
5. ความร่วมมือในการทำงาน				
รวมคะแนน				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยครูผู้สอน

ห้อง ม. 5/

วันที่ประเมิน.....

คำชี้แจง: ให้ครูประเมินการทำงานกลุ่มของแต่ละกลุ่มตามเกณฑ์ต่อไปนี้ และใส่คะแนนในช่องว่างให้ถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนน:

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

รายการประเมิน	ระดับคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น										
2. การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น										
3. ความตั้งใจ และกระตือรือร้น										
4. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่										
5. ความร่วมมือในการทำงาน										
รวมคะแนน										

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ใบความรู้

“ทำไมขยะอิเล็กทรอนิกส์จึงมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม”

เนื่องจากส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์มีสารโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถจำแนกสารอันตรายที่อยู่ในผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าไว้ได้ดังนี้ **ตะกั่ว** เป็นส่วนประกอบในการบัดกรีแผ่นวงจรพิมพ์และหลอดภาพรังสีแคโทด (CRT) เป็นต้น โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นจะไปทำลายระบบประสาทส่วนกลาง ระบบโลหิต การทำงานของไต การสืบพันธุ์ และมีผลต่อการพัฒนาสมองของเด็ก และทำลายระบบประสาท ระบบเลือด และระบบสืบพันธุ์ในผู้ใหญ่ นอกจากนี้พิษยังสามารถสะสมได้ในสิ่งแวดล้อมก่อให้เกิดผลเฉียบพลันหรือแบบเรื้อรังได้ในพืชและสัตว์

แคดเมียม มักพบในแผ่นวงจรพิมพ์ ตัวต้านทาน และหลอดภาพรังสีแคโทด เป็นต้น ซึ่งสารนี้จะสะสมในร่างกายโดยเฉพาะที่ไต ทำลายระบบประสาท ส่งผลกระทบต่อพัฒนาการและการมีบุตรหรืออาจมีผลกระทบต่อพันธุกรรม

ปรอท มักพบในตัวตัดความร้อน สวิตช์และจอยแบน โดยจะส่งผลในการทำลายอวัยวะต่าง ๆ รวมทั้งสมอง ไต และเด็กในครรภ์มารดาได้และถ้าลงสู่แหล่งน้ำจะเปลี่ยนรูปเป็น Methylated Mercury และตกตะกอน ซึ่งสะสมในสิ่งมีชีวิตได้ง่าย และสะสมต่อไปตามห่วงโซ่อาหาร

โครเมียมเฮกซะวาเลน ใช้ในการป้องกันการกัดกร่อนของแผ่นโลหะเคลือบสังกะสีซึ่งสามารถผ่านเข้าสู่ผนังเซลล์ได้ง่าย จะส่งผลในการทำลายดีเอ็นเอ และเป็นสารก่อมะเร็งสำหรับมนุษย์

เบริลเลียม ใช้ในแผงวงจรหลัก เป็นสารก่อมะเร็งโดยเฉพาะมะเร็งปอด โดยผู้ที่ได้รับสารนี้อย่างต่อเนื่องจากการสูดดมจะกลายเป็นโรค Beryllicosis ซึ่งมีผลกับปอด หากสัมผัสก็จะทำให้เกิดแผลที่ผิวหนังอย่างรุนแรง

สารหนู ใช้ในแผงวงจร ซึ่งทำลายระบบประสาท ผิวหนัง และระบบการย่อยอาหาร หากได้รับปริมาณมากอาจทำให้ถึงตายได้

แบเรียม ใช้ในแผ่นหน้าของหลอดรังสีแคโทด ซึ่งเป็นสารที่มีผลต่อสมอง ทำให้สมองบวม กล้ามเนื้ออ่อนล้า ทำลายหัวใจ ตับ และม้าม

ที่มา “ขยะอิเล็กทรอนิกส์” ปัญหาสิ่งแวดล้อมจากสังคมเทคโนโลยี. (2557). *Green Research*, 11(26), สืบค้นจาก <https://www.deqp.go.th/media/images/A/2E/GR26.1.pdf>

ใบกิจกรรมที่ 1

“สิ่งมีชีวิตมีการลำเลียงสารในร่างกายอย่างไร”

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....วันที่.....

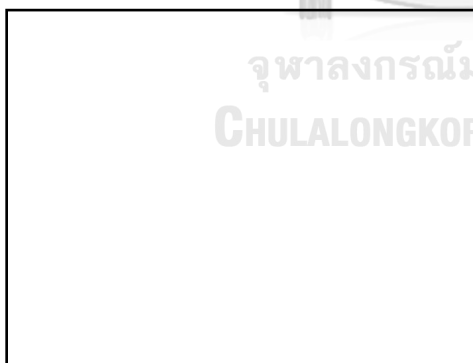
คำชี้แจง: ให้บันทึกความรู้เกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ตามข้อมูลที่ครูจัดเตรียมให้ พร้อมวาดรูปประกอบคำอธิบาย

สิ่งมีชีวิตที่ศึกษา



ภาพ.....

สิ่งมีชีวิตที่ศึกษา



ภาพ.....

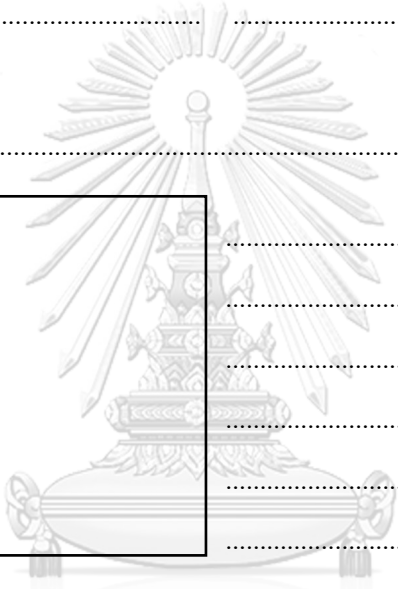
สิ่งมีชีวิตที่ศึกษา



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

ภาพ.....

สิ่งมีชีวิตที่ศึกษา

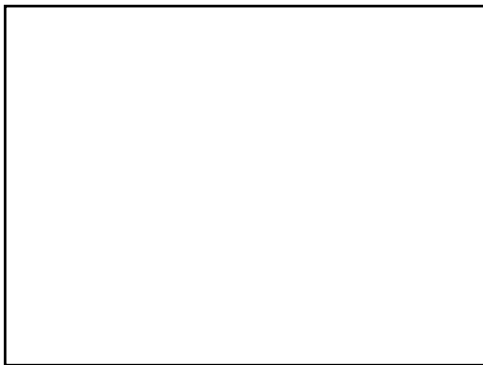


.....
.....
.....
.....
.....
.....

ภาพ.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

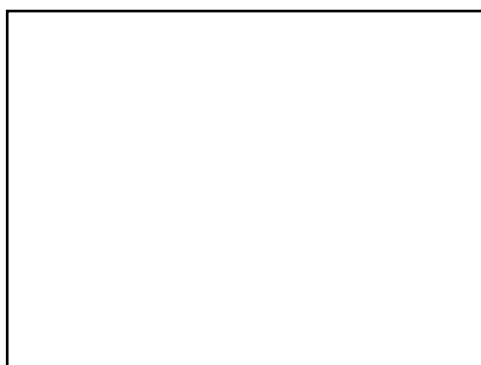
สิ่งมีชีวิตที่ศึกษา



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

ภาพ.....

สิ่งมีชีวิตที่ศึกษา



.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพ.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น อะมีบา พารามีเซียม มีวิธีการลำเลียงสารอย่างไร
.....
.....
2. ฟองน้ำและไฮดรา มีระบบหมุนเวียนเลือดในการลำเลียงสารหรือไม่ อย่างไร
.....
.....
3. พลานาเรียมีโครงสร้างร่างกายที่ซับซ้อนกว่าไฮดรา แต่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งที่มีวิธีการ
ลำเลียงสารเช่นเดียวกับไฮดรา เพราะเหตุใด
.....
.....
4. หอย แมลง ไส้เดือนดิน ปลา และหนู มีการลำเลียงสารเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
.....
.....
5. ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดและระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิดแตกต่างกันอย่างไร จง
อธิบาย
.....
.....
.....

ใบอนุทิน

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....วันที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรเกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์จากคาบเรียนนี้

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

.....

.....

.....

.....

3. หลังจากคาบเรียนนี้ นักเรียนจะนำความรู้นี้ไปใช้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนรู้สึกอย่างไรกับกิจกรรมการเรียนการสอนในคาบเรียนนี้

.....

.....

.....

.....

2.1 แผนผังเค้าโครงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ฉบับก่อนเรียนและฉบับเรียน

ตารางที่ 15 แผนผังเค้าโครงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ฉบับก่อนเรียนและฉบับเรียน

สถานการณ์	การระบุ ปัญหา	การวิเคราะห์ ปัญหา	การเสนอแนว ทางแก้ไข	การประเมิน ผลลัพธ์	รวม
ฉบับก่อนเรียน					
โรคปอดจากแร่ใยหิน (asbestosis)	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	1 (3 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	4 (9 คะแนน)
คว้นบุ หรือ มีมือสอง อันตรายยิ่งกว่าสูบบุหรี่	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	1 (3 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	4 (9 คะแนน)
พิษภัยจากขยะ อิเล็กทรอนิกส์	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	1 (3 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	4 (9 คะแนน)
สารพัดโรคร้ายจากภัย ขยะ	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	1 (3 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	4 (9 คะแนน)
รวม 16 ข้อ (36 คะแนน)					
ฉบับหลังเรียน					
“โรคถุงลมโป่งพอง” แค่ประกอบอาหารก็ อาจเป็นได้	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	1 (3 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	4 (8 คะแนน)
บุหรี่ยี่ห้อร้าย ทำลาย หัวใจ	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	1 (3 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	4 (8 คะแนน)
พิษจากโรงงานหลอม เหล็ก	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	1 (3 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	4 (8 คะแนน)
ภัยร้ายจากกองขยะ	1 (2 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	1 (3 คะแนน)	1 (2 คะแนน)	4 (8 คะแนน)
รวม 16 ข้อ (36 คะแนน)					

2.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 16 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารในการแก้ปัญหาของ Weir (1974) และบทความทางสิ่งแวดล้อมของ Miller (1990)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
1. การระบุปัญหา	ไม่ระบุสิ่งที่ปัญหา หรือ ระบุสิ่งที่ปัญหาได้สอดคล้อง ระบุสิ่งที่ปัญหาได้สอดคล้อง ระบุสิ่งที่ปัญหาได้สอดคล้อง	ตามสถานการณ์ที่กำหนด แต่ไม่ ครบถ้วนสมบูรณ์	ตามสถานการณ์ที่กำหนดและ ครบถ้วนสมบูรณ์
2. การวิเคราะห์ ปัญหา	ไม่ระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหา หรือระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหา สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด แต่ไม่ได้รับความสัมพันธ์ระหว่าง ที่กำหนด	ระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาได้ สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด	ระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาได้ สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด และ ระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่นำมาสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อม
3. การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา	ไม่ระบุแนวทางการแก้ปัญหา หรือระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่ไม่ตรงตามปัจจัยที่ก่อให้เกิด ปัญหา หรือระบุแนวทางการ	ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และตรงตามปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหา แต่ไม่เชื่อมโยงระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสังคม และ	ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และตรงตาม ปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหา และเชื่อมโยง และเชื่อมโยงระหว่าง

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน			
	0	1	2	3
	<p>แก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และ ไม่ระบุแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และ ระบุแนวคิดทาง สิ่งแวดล้อมกับสังคม และ ไม่ระบุแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง แต่ ระบุ แนวคิดทาง วิทยาศาสตร์หรือระบุแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง ครอบคลุมกับแนวทางการ วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและ ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง</p>	<p>ไม่ถูกต้อง</p>	<p>ครอบคลุมกับแนวทางการ แก้ปัญหาที่เสนอไว้เพียง บางส่วน</p>	<p>ครอบคลุมกับแนวทางการ แก้ปัญหาที่เสนอไว้</p>
4. การประเมิน ผลลัพธ์ของการ แก้ปัญหา	<p>ไม่ระบุจุดเด่นหรือระบุจุดเด่น ได้ไม่สอดคล้องกับแนวทางการ แก้ปัญหา และไม่ระบุข้อจำกัด หรือระบุข้อจำกัดไม่ได้ ไม่สอดคล้องกับแนวทางการ แก้ปัญหา</p>	<p>ระบุจุดเด่นที่สอดคล้องกับแนวทางการ แก้ปัญหา หรือ ระบุ ข้อจำกัดที่สอดคล้องกับแนวทางการ แก้ปัญหา</p>	<p>ระบุจุดเด่นที่สอดคล้องกับแนวทางการ แก้ปัญหา และ ระบุ ข้อจำกัดที่สอดคล้องกับแนวทางการ แก้ปัญหา</p>	

2.3 ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม

ฉบับก่อนเรียน

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชื่อ -นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาฉบับนี้มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย แบบกำหนดสถานการณ์ จำนวน 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อคำถาม รวมทั้งสิ้น 16 ข้อคำถาม คะแนนเต็ม 36 คะแนน
2. ข้อสอบมีจำนวน 6 หน้า (รวมหน้าปก) ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
3. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ-นามสกุล ห้องเรียน เลขที่ ให้ชัดเจนลงในกระดาษคำตอบ
4. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามแต่ละข้ออย่างละเอียดที่สุด
5. ให้นักเรียนส่งแบบวัดให้ผู้คุมสอบเมื่อหมดเวลา

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นวิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ข้อมูลจากเครื่องมือนี้จะถูกนำไปใช้เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา โดยไม่มีการเปิดเผยตัวตนของผู้ให้ข้อมูล

นางสาวสุภารัตน์ สาสัยพวย

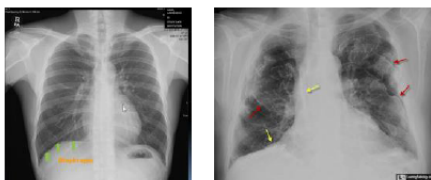
ผู้วิจัย

ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่ 1 แล้วตอบคำถามในข้อ 1-5

สถานการณ์ที่ 1 “ โรคปอดจากแร่ใยหิน (asbestosis)”

แร่ใยหินเป็นวัตถุนำเข้ามาใช้ในการผลิตอุตสาหกรรมมากมาย ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมและการผลิตซีเมนต์ใยหิน เช่น การผลิตกระเบื้องมุงหลังคา ท่อน้ำ นอกจากนี้ยังนำมาผลิตเบรค คลัทช์ กระเบื้องยาง และวัสดุโครงสร้างอื่น ๆ แร่ใยหินจะทำอันตรายต่อมนุษย์ได้อย่างมาก หากถูกรบกวนโดยวิธีการที่จะทำให้เกิดฝุ่น เช่น การตัด เจาะ เลื่อยผลิตภัณฑ์ ส่วนผลิตภัณฑ์ประเภทเบรค คลัทช์ ก็จะมีฝุ่นกระจายไปในอากาศ ฝุ่นเหล่านั้นสามารถก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ อย่างเช่น โรคปอดจากแร่ใยหิน (asbestosis)

โดยผู้ป่วยที่เป็นโรคปอดจากแร่ใยหินจะมีอาการหายใจหอบเหนื่อย อ่อนเพลีย เจ็บหน้าอก ช่วงหายใจเข้า-ออกสั้น หากเอกซเรย์ภายในปอดจะพบพังผืดจำนวนมาก (ภาพขวา) ซึ่งแตกต่างจากปอดของคนปกติทั่วไป (ภาพซ้าย)



ปอดของคนปกติ (ซ้าย) และปอดของผู้ป่วยโรคปอดจากแร่ใยหิน (ขวา)

ดัดแปลงจาก: <https://thaipublica.org/2012/09/asbestos-has-been-banned/>

ที่มาภาพ: <http://learningradiology.com/> (ภาพซ้าย) <http://drjeong.tistory.com> (ภาพขวา)

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นี้คืออะไร ขอให้ระบุให้ครบถ้วน (2 คะแนน)

.....

2. สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในข้อที่ 1 คืออะไร ระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุของปัญหาให้ชัดเจน (2 คะแนน)

.....

3. นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างไร ให้เขียนอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบเพื่อแสดงว่าแนวทางของนักเรียนจะแก้ปัญหาได้ (3 คะแนน)

แนวทางการแก้ปัญหา	อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบ
.....
.....
.....
.....
.....

4. จุดเด่นและข้อจำกัดของแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอในข้อ 3 มีอะไรบ้าง (2 คะแนน)

จุดเด่น	ข้อจำกัด
.....
.....
.....
.....
.....



แนวคำตอบสถานการณ์ที่ 1 (ข้อ 1-4)

ข้อที่ 1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นี้คืออะไร ขอให้ระบุให้ครบถ้วน

แนวคำตอบ: คำตอบนักเรียนกล่าวถึงผลกระทบจากแร่ใยหิน หรือโรคที่เกิดขึ้นจากแร่ใยหิน

คะแนน	แนวคำตอบ
2	<p>ระบุสิ่งที่เป็นปัญหาได้สอดคล้องตามสถานการณ์ที่กำหนดและครบถ้วนสมบูรณ์</p> <ul style="list-style-type: none"> - คนป่วยเป็นโรคปอดจากแร่ใยหิน - ฝุ่นที่เกิดจากแร่ใยหินส่งผลให้เกิดโรคปอดจากแร่ใยหิน - โรคที่เกิดจากแร่ใยหินที่มาด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตัด เจาะ - (คำตอบใดคำตอบหนึ่งหรือคำตอบใกล้เคียงโดยสอดคล้องกับสถานการณ์)
1	<p>ระบุสิ่งที่เป็นปัญหาได้สอดคล้องตามสถานการณ์ แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์</p> <ul style="list-style-type: none"> - คนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นได้รับฝุ่นเป็นจำนวนมาก เกิดปัญหาระบบทางเดินหายใจ - ฝุ่นจากแร่ใยหินฟุ้งกระจายจากการแตก หัก เจาะ และทำอันตรายต่อมนุษย์ - (หรือคำตอบอื่น ๆ ในทำนองเดียวกันกับตัวอย่างข้างต้น)
0	<p>ไม่ระบุสิ่งที่เป็นปัญหา หรือระบุสิ่งที่เป็นปัญหาที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด</p> <ul style="list-style-type: none"> - การได้รับเชื้อโรคจากแร่ใยหินและป่วยเป็นโรค - (หรือคำตอบอื่น ๆ ในทำนองเดียวกันกับตัวอย่างข้างต้น)

ข้อที่ 2 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในข้อที่ 1 คืออะไร ระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุของปัญหาให้ชัดเจน

แนวคำตอบ: คำตอบของนักเรียนกล่าวถึงกระบวนการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน หรือการใช้แร่ใยหินซึ่งเป็นวัตถุอันตรายต่อสุขภาพ

คะแนน	แนวคำตอบ
2	<p>ระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด และระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่นำมาสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อม</p> <ul style="list-style-type: none"> - กระบวนการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน แร่ใยหินจึงลอยปะปนในอากาศ ทำให้เป็นโรคปอด - กระบวนการผลิต การตัด การเจาะ เลื่อยผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดฝุ่นแร่ใยหินฟุ้งกระจายในอากาศ เมื่อสูดดมเข้าไปจึงก่อให้เกิดโรกระบบทางเดินหายใจ

คะแนน	แนวคำตอบ
	<ul style="list-style-type: none"> - เกิดจากมนุษย์สูดดมฝุ่นที่มาจากผลิตภัณฑ์แร่ใยหิน ทำให้ส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจและทำให้เกิดโรคปอดจากแร่ใยหิน - (หรือคำตอบอื่น ๆ ในทำนองเดียวกันกับตัวอย่างข้างต้น)
1	<p>ระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ แต่ไม่ได้ระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่นำมาสู่ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - เกิดจากการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากแร่ใยหินในกระบวนการผลิต / ฝุ่นจากอุตสาหกรรมที่ใช้แร่ใยหิน - ไม่มีการป้องกันร่างกายจากฝุ่น - การใช้ผิดวิธี โดยวิธีการที่ทำให้เกิดฝุ่น - (หรือคำตอบอื่น ๆ ในทำนองเดียวกันกับตัวอย่างข้างต้น)
0	<p>ไม่ระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหา หรือระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด</p> <ul style="list-style-type: none"> - เจ้าของโรงงานไม่คำนึงถึงผลกระทบของแร่ใยหิน - (หรือคำตอบอื่น ๆ ในทำนองเดียวกันกับตัวอย่างข้างต้น)

ข้อที่ 3 นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวว่าอะไร ให้เขียนอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบเพื่อแสดงว่าแนวทางของนักเรียนจะแก้ปัญหาได้

แนวคำตอบ: คำตอบของนักเรียนกล่าวถึงแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และตรงตามปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหา โดยระบุแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และครอบคลุมกับแนวทางการแก้ปัญหาที่เสนอไว้

แนวคำตอบที่ 1

คะแนน	แนวทางการแก้ปัญหา	คะแนน	อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบ
1	<ul style="list-style-type: none"> - รมรงค์ให้สวมใส่หน้ากากป้องกันฝุ่น N95 หรือหน้ากากที่สามารถกันฝุ่นขนาดเล็กได้ 	2	<ul style="list-style-type: none"> - การสวมใส่หน้ากากช่วยป้องกันฝุ่นละอองไม่ให้เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ ฝุ่นจึงไม่ตกสะสมที่บริเวณท่อนลม หลอดลมฝอย และถุงลมได้ ทำให้ไม่เกิดการระคายเคืองหรือหอบเหนื่อย
		1	<ul style="list-style-type: none"> - หน้ากากช่วยกรองอากาศที่เข้าไปในร่างกาย
		0	<ul style="list-style-type: none"> - สวมใส่หน้ากากเพื่อป้องกันฝุ่น

แนวคำตอบที่ 2

คะแนน	แนวทางการแก้ปัญหา	คะแนน	อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบ
1	- ควรทำโรงงานเป็นระบบปิด เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นฟุ้งกระจายขณะทำการตัดเจาะ หรือเลื่อยผลิตภัณฑ์	2	- ระบบปิดเป็นระบบที่ไม่มีการถ่ายเทมวลสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมหรือไม่มีมวลสารที่สามารถเข้า-ออกระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมได้
		1	- ป้องกันไม่ให้สารแพร่เข้าออกจากโรงงาน
		0	- การปิดโรงงานให้แน่นหนา คือ การทำให้นอกโรงงานไม่มีฝุ่นแฉะไยหิน ทำให้บุคคลภายนอกไม่ได้สูดอากาศเอาฝุ่นเข้าไปในปอด

แนวคำตอบที่ 3

คะแนน	แนวทางการแก้ปัญหา	คะแนน	อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบ
1	- ใช้ทรัพยากรอื่นทดแทนผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของแร่ใยหิน	2	- แร่ใยหินทำอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดการระคายเคือง เกิดพังผืดภายในปอดจึงควรใช้วัสดุอื่นทดแทน
		1	- เนื่องจากแร่ใยหินเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ
		0	- ทำให้ลดการเกิดโรคปอดจากแร่ใยหิน

แนวคำตอบที่ 4

คะแนน	แนวทางการแก้ปัญหา	คะแนน	อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบ
1	- นำมาตัด เจาะ เลื่อยผลิตภัณฑ์ โดยใช้ละอองน้ำเป็นตัวช่วย ดักจับฝุ่นละอองไม่ให้ฟุ้งกระจาย	2	- การพ่นละอองน้ำขณะทำการตัด เจาะ เลื่อย จะไม่ทำให้ฝุ่นฟุ้งกระจายใส่ผู้ทำงาน เนื่องจากละอองน้ำจะจับตัวกับฝุ่นที่มีอนุภาคขนาดเล็กไว้ และตกลงสู่พื้น ทำให้ฝุ่นไม่ฟุ้งกระจาย
		1	- ละอองน้ำช่วยดักจับฝุ่น
		0	- ทำให้ลดการฟุ้งกระจายของฝุ่น

แนวคำตอบที่ 5

คะแนน	แนวทางการแก้ปัญหา	คะแนน	อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบ
1	- ใช้กฎหมายบังคับให้โรงงานติดตั้งเครื่องดักฝุ่นละอองเพื่อไม่ให้ฝุ่นละอองหลุดไปภายนอกอาคาร	2	- ฝุ่นที่เกิดขึ้นจากการจากอุตสาหกรรมการผลิตมีขนาดเล็กและลอยฟุ้งในอากาศได้ จึงควรสร้างเครื่องดักฝุ่นละอองเพื่อดักฝุ่นไม่ให้ลอยไปในอากาศ
		1	- เครื่องกรองฝุ่นจะดักจับฝุ่นขนาดเล็กไว้
		0	- เมื่อมีกฎหมายบังคับ โรงงานจะปฏิบัติตาม

แนวคำตอบที่ได้ 0 คะแนน

คะแนน	แนวทางการแก้ปัญหา	คะแนน	อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบ
0	- ใช้มือปิดจมูกและปากไว้ขณะตัด เจาะ เลื่อยผลิตภัณฑ์	0	- ฝุ่นจะได้ไม่เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ
	- ควรปิดช่องต่าง ๆ ในโรงงานไม่ให้อากาศหรือฝุ่นในโรงงานออกไปข้างนอกได้		- ฝุ่นละอองจะได้ไม่หลุดลอดไปสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก
	- ลดขั้นตอนการผลิตที่ทำให้เกิดฝุ่นฟุ้งกระจาย		- ฝุ่นจะได้ไม่ฟุ้งกระจาย
	- ประท้วงโรงงานดังกล่าวเพื่อให้รับผิดชอบต่อความเสียหายที่เกิดขึ้น		- เพื่อให้โรงงานรับผิดชอบต่อผลกระทบที่เกิดขึ้น และดำเนินการแก้ไขปัญห

ข้อที่ 4 จุดเด่นและข้อจำกัดของแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอในข้อ 3 มีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ: คำตอบของนักเรียนกล่าวถึงจุดเด่นและข้อจำกัดที่สอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาที่เสนอไว้

คะแนน	จุดเด่น	คะแนน	ข้อจำกัด
1	- ชาวบ้านสามารถป้องกันตนเองได้อย่างทันที	1	- การสวมใส่หน้ากากเป็นประจำอาจทำให้รู้สึกอึดอัดจนชาวบ้านเลิกสวมใส่หน้ากาก

	- ดักจับฝุ่นละอองไม่ให้เล็ดลอดออกจากโรงงานอุตสาหกรรมได้		- ในการติดตั้งเครื่องดักฝุ่นอาจมีงบประมาณสูง
	- การใช้ทรัพยากรทดแทนช่วยให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม		- อาจจะต้องมีการเปลี่ยนเครื่องจักรบางตัวเพื่อให้ตรงกับวัตถุดิบที่ใช้
	- การใช้น้ำดักจับฝุ่น เป็นวิธีการที่ประหยัด		- ต้องระมัดระวังเรื่องของกระแสไฟฟ้ารั่ว
0	- ลดผลกระทบต่อสุขภาพได้ - ทำให้คนป่วยลดน้อยลง - การแก้ปัญหา การลดเลิก การสูบบุหรี่ เพราะมันก่อให้เกิดผลเสียต่อตนเองและผู้อื่น	0	- ทำได้ยาก - ขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของแต่ละคน - แต่การเลิกบุหรี่อาจส่งผลกระทบต่อคนสูบบุหรี่เพราะร่างกายได้ติดสารนิโคตินเป็นจำนวนมาก ถ้าไม่ได้รับสารเข้าสู่ร่างกายจะทำให้มีผลต่อร่างกายได้

**แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อม
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย**

ชื่อ -นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาฉบับนี้มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย แบบกำหนดสถานการณ์ จำนวน 4 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อคำถาม รวมทั้งสิ้น 16 ข้อคำถาม คะแนนเต็ม 36 คะแนน
2. ข้อสอบมีจำนวน 6 หน้า (รวมหน้าปก) ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
3. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ-นามสกุล ห้องเรียน เลขที่ ให้ชัดเจนลงในกระดาษคำตอบ
4. ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามแต่ละข้ออย่างละเอียดที่สุด
5. ให้นักเรียนส่งแบบวัดให้ผู้คุมสอบเมื่อหมดเวลา

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง ผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม
ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
ซึ่งเป็นวิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ข้อมูลจากเครื่องมือนี้จะถูกนำไปใช้เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา
โดยไม่มีการเปิดเผยตัวตนของผู้ให้ข้อมูล

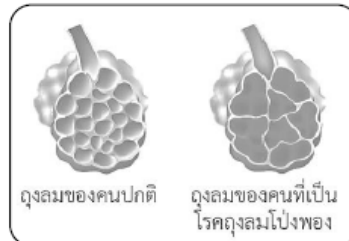
นางสาวสุภารัตน์ สาสัยพวย

ผู้วิจัย

ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่ 1 แล้วตอบคำถามในข้อ 1-5

สถานการณ์ที่ 1 “ไม่สูบบุหรี่...ก็เป็นโรคถุงลมโป่งพองได้”

โรคถุงลมโป่งพอง คือ ภาวะของถุงลมเล็กๆ ภายในปอดมีแตกออกและเชื่อมต่อกันส่งผลให้พื้นที่ผิวปอดที่แลกเปลี่ยนออกซิเจนน้อยลง จนเกิดความยากลำบากในการหายใจ และทำให้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายไม่ได้รับออกซิเจนในปริมาณที่เหมาะสม



ถุงลมของคนปกติ

ถุงลมของคนที่เป็นโรคถุงลมโป่งพอง

แม้ว่าผู้ป่วยโรคถุงลมโป่งพองกว่า 80% นั้นเกิดขึ้นจากการสูบบุหรี่ แต่ปัจจุบันตรวจพบว่าผู้ป่วยโรคถุงลมโป่งพองที่ไม่สูบบุหรี่เพิ่มมากขึ้นจากการสูดดมสารกระตุ้นเข้าสู่ร่างกาย เช่น มลพิษจากการเผาไหม้ที่เกิดจากการประกอบอาหารภายในครัวเรือนที่ใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงในสถานที่ที่อากาศไม่ถ่ายเทเป็นประจำ ก็เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคดังกล่าวได้

ตัดแปลงจาก <http://www.newtv.co.th/news/7337>

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นี้คืออะไร ขอให้ระบุให้ครบถ้วน (2 คะแนน)
.....
.....
2. สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในข้อที่ 1 คืออะไร ระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุของปัญหาให้ชัดเจน (2 คะแนน)
.....
.....
3. นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างไร ให้เขียนอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบเพื่อแสดงว่าแนวทางของนักเรียนจะแก้ปัญหาได้ (3 คะแนน)

แนวทางการแก้ปัญหา	อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบ
.....
.....
.....
.....
.....

4. จุดเด่นและข้อจำกัดของแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอในข้อ 3 มีอะไรบ้าง (2 คะแนน)

จุดเด่น	ข้อจำกัด
.....
.....
.....
.....
.....



แนวคำตอบสถานการณ์ที่ 1 (ข้อ 1-4)

ข้อที่ 1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์นี้คืออะไร ขอให้ระบุให้ครบถ้วน

แนวคำตอบ: คำตอบนักเรียนกล่าวถึงมลพิษทางอากาศที่เกิดจากควันบุหรี่ หรือผลกระทบที่เกิดจากมลพิษทางอากาศที่เกิดจากควันบุหรี่ที่ทำให้เกิดโรคถุงลมโป่งพอง

คะแนน	แนวคำตอบ
2	<p>ระบุสิ่งที่เป็นปัญหาได้สอดคล้องตามสถานการณ์ที่กำหนดและครบถ้วนสมบูรณ์</p> <ul style="list-style-type: none"> - การเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยโรคถุงลมโป่งพองที่เกิดจากการไม่สูบบุหรี่ - โรคถุงลมโป่งพองที่เกิดจากการสูดดมสารกระตุ้นต่าง ๆ - (คำตอบใดคำตอบหนึ่งหรือคำตอบใกล้เคียงโดยสอดคล้องกับสถานการณ์)
1	<p>ระบุสิ่งที่เป็นปัญหาได้สอดคล้องตามสถานการณ์ แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์</p> <ul style="list-style-type: none"> - โรคถุงลมโป่งพอง - มลพิษทางอากาศ - (หรือคำตอบอื่น ๆ ในทำนองเดียวกันกับตัวอย่างข้างต้น)
0	<p>ไม่ระบุสิ่งที่เป็นปัญหา หรือระบุสิ่งที่เป็นปัญหาได้ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสูบบุหรี่ทำให้เป็นโรคถุงลมโป่งพอง - (หรือคำตอบอื่น ๆ ในทำนองเดียวกันกับตัวอย่างข้างต้น)

ข้อที่ 2 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในข้อที่ 1 คืออะไร ระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุของปัญหาให้ชัดเจน

แนวคำตอบ: คำตอบของนักเรียนกล่าวถึงการรับควันจากการเผาไหม้เข้าสู่ร่างกายจนทำให้เกิดโรคถุงลมโป่งพอง

คะแนน	แนวคำตอบ
2	<p>ระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด และระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่นำมาสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อม</p> <ul style="list-style-type: none"> - เกิดจากการสูดดมควันจากการประกอบอาหารที่ใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิง ทำให้สารพิษเข้าไปทำลายเนื้อเยื่อที่ถุงลม - เกิดจากการสูดดมสารกระตุ้นต่าง ๆ เข้าสู่ร่างกายเป็นเวลานาน จนทำให้เกิดโรคถุงลมโป่งพอง - (หรือคำตอบอื่น ๆ ในทำนองเดียวกันกับตัวอย่างข้างต้น)

คะแนน	แนวคำตอบ
1	ระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาได้สอดคล้องกับสถานการณ์ แต่ไม่ได้ระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่นำมาสู่ปัญหา <ul style="list-style-type: none"> - การสูบบุหรี่ การเผาไหม้ รถยนต์ ถ่าน - สถานที่ประกอบอาหารที่มีอากาศไม่ปลอดโปร่ง - (หรือคำตอบอื่น ๆ ในทำนองเดียวกันกับตัวอย่างข้างต้น)
0	ไม่ระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหา หรือระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด <ul style="list-style-type: none"> - การไม่ตระหนักถึงปัญหาที่ตามมาของคนสูบบุหรี่ - (หรือคำตอบอื่น ๆ ในทำนองเดียวกันกับตัวอย่างข้างต้น)

ข้อที่ 3 นักเรียนจะเสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวว่าอะไร ให้เขียนอธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบเพื่อแสดงว่าแนวทางของนักเรียนจะแก้ปัญหาคือ

แนวคำตอบ: คำตอบของนักเรียนกล่าวถึงแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และตรงตามปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหา โดยระบุแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และครอบคลุมกับแนวทางการแก้ปัญหาที่เสนอไว้

แนวคำตอบที่ 1

คะแนน	แนวทางการแก้ปัญหา	คะแนน	อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบ
1	- รณรงค์ให้ใช้ถ่านเชื้อเพลิงไร้ควันในการประกอบอาหาร	2	- ถ่านเชื้อเพลิงไร้ควันเป็นถ่านที่เมื่อนำไปเผาไหม้แล้วจะไม่เกิดควัน เนื่องจากในการผลิตได้มีการกำจัดความชื้นและสารบางชนิดออกโดยใช้ความร้อนสูง
		1	- ถ้าไม่มีสารไปทำอันตรายกับปอดและถุงลมทุกอย่างก็ปกติ
		0	- ช่วยลดโอกาสที่ทำให้เกิดโรคได้

แนวคำตอบที่ 2

คะแนน	แนวทางการแก้ปัญหา	คะแนน	อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบ
1	- เผยแพร่ความรู้ผ่านสื่อออนไลน์เกี่ยวกับอันตราย	2	- เผยแพร่ความรู้ เช่น ควันที่เกิดจากการเผาถ่านจะประกอบด้วยแก๊ส

	ของควันจากการเผาไหม้ ของถ่าน		คาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งแก๊ส คาร์บอนมอนอกไซด์จะไปแย่งจับ เซลล์เม็ดเลือดแดง ทำให้ได้รับแก๊ส ออกซิเจนน้อยลง
		1	- ควันที่เกิดจากการเผาถ่าน ทำให้ ร่างกายเป็นโรค
		0	- ช่วยลดโอกาสที่ทำให้เกิดโรคได้

แนวคำตอบที่ได้ 0 คะแนน

คะแนน	แนวทางการแก้ปัญหา	คะแนน	อธิบายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบ
0	- การไม่สูบบุหรี่	0	- ถ้าไม่มีสารไปทำอันตรายกับปอดและ ถุงลม ทุกอย่างก็ปกติ

ข้อที่ 4 จุดเด่นและข้อจำกัดของแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอในข้อ 3 มีอะไรบ้าง

แนวคำตอบ: คำตอบของนักเรียนกล่าวถึงจุดเด่นและข้อจำกัดที่สอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหาที่เสนอไว้

คะแนน	จุดเด่น	คะแนน	ข้อจำกัด
1	- สามารถลดควันที่เกิดจาก การประกอบอาหารได้ มี ระยะเวลาเผาไหม้นานกว่า ถ่านธรรมดาหลายเท่า	1	- มีราคาสูงกว่าถ่านธรรมดา ไม่มี จำหน่ายตามร้านขายของชำทั่วไป ทำให้ยากต่อการซื้อมาใช้
	- ประชาชนสามารถรับรู้ ข่าวสารและสามารถ ป้องกันตนเองได้		- บางคนอาจรับรู้ข่าวสาร แต่ไม่ได้ ปฏิบัติตาม
0	- ไม่เป็นโรคถุงลม	0	- จะห้ามใจได้ไหม
	- ลดการเกิดโรคถุงลมโป่ง พอง		- เลิกทำให้คนสูบบุหรี่ดังสูบบุหรี่

ภาคผนวก ค
คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย นำเสนอคุณภาพเครื่องมือได้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้

1.1 สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2.1 สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

2.2 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

2.3 ค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (Cronbach's alpha)

2.4 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (rater agreement index; RAI)

รายการประเมิน	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ											
	เรื่อง ระบบหัวใจ						เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมเหมาะสมกับเวลา	1	0.67	0.67	0.67	1	1	1	1	0.67	1	1	1
4.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมมีความชัดเจน	1	0.67	0.67	0.67	1	1	1	1	1	1	1	1
4.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม	1	0.67	0.67	0.67	1	1	1	1	1	1	1	1
5. สื่อการเรียนรู้												
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6. การประเมินผลการเรียนรู้												
6.1 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	1	1	1	1	1	1	1	1	0.67	0.67	1	1
6.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมิน
ความสามารถในการแก้ปัญหา**

ตารางที่ 18 สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมิน
ความสามารถในการแก้ปัญหา (ฉบับก่อนเรียน)

ข้อ	พฤติกรรมที่วัด	IOC		ความหมาย
		ความสอดคล้อง ของข้อคำถาม กับสถานการณ์	ความสอดคล้องของข้อ คำถามกับความสามารถ ในการแก้ปัญหาด้านที่ ต้องการวัด	
สถานการณ์ที่ 1 โรคมอดจากแร่ใยหิน (asbestosis)				
1	การระบุปัญหา	1	1	วัดได้สอดคล้อง
2	การวิเคราะห์ปัญหา	1	1	วัดได้สอดคล้อง
3	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.67	1	วัดได้สอดคล้อง
4	การประเมินผลลัพธ์	1	1	วัดได้สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 2 ควันบุหรีมือสอง อันตรายยิ่งกว่าสูบเอง				
5	การระบุปัญหา	0.67	1	วัดได้สอดคล้อง
6	การวิเคราะห์ปัญหา	1	0.67	วัดได้สอดคล้อง
7	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.67	1	วัดได้สอดคล้อง
8	การประเมินผลลัพธ์	1	1	วัดได้สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 3 พิษภัยจากขยะอิเล็กทรอนิกส์				
9	การระบุปัญหา	0.67	1	วัดได้สอดคล้อง
10	การวิเคราะห์ปัญหา	1	1	วัดได้สอดคล้อง
11	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.67	1	วัดได้สอดคล้อง
12	การประเมินผลลัพธ์	1	1	วัดได้สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 4 สารพัดโรคร้ายจาก ภัยขยะ				
13	การระบุปัญหา	0.67	1	วัดได้สอดคล้อง
14	การวิเคราะห์ปัญหา	1	0.67	วัดได้สอดคล้อง
15	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	1	0.67	วัดได้สอดคล้อง
16	การประเมินผลลัพธ์	1	0.67	วัดได้สอดคล้อง

**สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมิน
ความสามารถในการแก้ปัญหา**

ตารางที่ 19 สรุปผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมิน
ความสามารถในการแก้ปัญหา (ฉบับหลังเรียน)

ข้อ	พฤติกรรมที่วัด	IOC		ความหมาย
		ความสอดคล้อง ของข้อคำถามกับ สถานการณ์	ความสอดคล้องของข้อ คำถามกับความสามารถ ในการแก้ปัญหาด้านที่ ต้องการวัด	
สถานการณ์ที่ 1 “โรคอุจลุมโปงพอง” แค่ประกอบอาหารก็อาจเป็นได้				
1	การระบุปัญหา	0.67	1	วัดได้สอดคล้อง
2	การวิเคราะห์ปัญหา	1	0.67	วัดได้สอดคล้อง
3	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	1	1	วัดได้สอดคล้อง
4	การประเมินผลลัพธ์	1	1	วัดได้สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 2 บุหรี่ตัวร้าย ทำลายหัวใจ				
5	การระบุปัญหา	0.67	1	วัดได้สอดคล้อง
6	การวิเคราะห์ปัญหา	1	1	วัดได้สอดคล้อง
7	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	1	1	วัดได้สอดคล้อง
8	การประเมินผลลัพธ์	1	1	วัดได้สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 3 พิษจากโรงงานหลอมเหล็ก				
9	การระบุปัญหา	0.67	1	วัดได้สอดคล้อง
10	การวิเคราะห์ปัญหา	1	1	วัดได้สอดคล้อง
11	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	1	1	วัดได้สอดคล้อง
12	การประเมินผลลัพธ์	1	1	วัดได้สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 4 ภัยร้ายจากกองขยะ				
13	การระบุปัญหา	1	1	วัดได้สอดคล้อง
14	การวิเคราะห์ปัญหา	1	0.67	วัดได้สอดคล้อง
15	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	1	1	วัดได้สอดคล้อง
16	การประเมินผลลัพธ์	1	1	วัดได้สอดคล้อง

ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน
(Cronbach's alpha) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 20 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน
(Cronbach's alpha) (ฉบับก่อนเรียน)

ข้อ	พฤติกรรมที่วัด	p	r	ความหมาย	
สถานการณ์ที่ 1 โรคปอดจากแร่ใยหิน (asbestosis)					
1	การระบุปัญหา	0.75	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
2	การวิเคราะห์ปัญหา	0.70	0.30	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดี
3	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.67	0.27	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
4	การประเมินผลลัพธ์	0.60	0.20	ยากปานกลาง	จำแนกพอใช้
สถานการณ์ที่ 2 คำนวณปริมาตรของ วัตถุที่ยิ่งกว่าตัวเอง					
5	การระบุปัญหา	0.75	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
6	การวิเคราะห์ปัญหา	0.60	0.20	ยากปานกลาง	จำแนกพอใช้
7	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.60	0.20	ยากปานกลาง	จำแนกพอใช้
8	การประเมินผลลัพธ์	0.70	0.30	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดี
สถานการณ์ที่ 3 พิษภัยจากขยะอิเล็กทรอนิกส์					
9	การระบุปัญหา	0.73	0.35	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดี
10	การวิเคราะห์ปัญหา	0.60	0.30	ยากปานกลาง	จำแนกดี
11	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.57	0.27	ยากปานกลาง	จำแนกพอใช้
12	การประเมินผลลัพธ์	0.60	0.50	ยากปานกลาง	จำแนกดีมาก
สถานการณ์ที่ 4 สารพัดโรคภัยจาก ภัยขยะ					
13	การระบุปัญหา	0.80	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
14	การวิเคราะห์ปัญหา	0.68	0.35	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดี
15	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.58	0.23	ยากปานกลาง	จำแนกพอใช้
16	การประเมินผลลัพธ์	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ (Cronbach's alpha)				0.78	

ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน
(Cronbach's alpha) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 21 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน
(Cronbach's alpha) (ฉบับหลังเรียน)

ข้อ	พฤติกรรมที่วัด	p	r	ความหมาย	
สถานการณ์ที่ 1 “โรคอุจลุมโปงพอง” แค่ประกอบอาหารก็อาจเป็นได้					
1	การระบุปัญหา	0.73	0.25	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
2	การวิเคราะห์ปัญหา	0.60	0.20	ยากปานกลาง	จำแนกพอใช้
3	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.57	0.20	ยากปานกลาง	จำแนกพอใช้
4	การประเมินผลลัพธ์	0.65	0.30	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
สถานการณ์ที่ 2 บุหรี่ตัวร้าย ทำลายหัวใจ					
5	การระบุปัญหา	0.65	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
6	การวิเคราะห์ปัญหา	0.65	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
7	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.53	0.33	ยากปานกลาง	จำแนกดี
8	การประเมินผลลัพธ์	0.53	0.35	ยากปานกลาง	จำแนกดี
สถานการณ์ที่ 3 พิษจากโรงงานหลอมเหล็ก					
9	การระบุปัญหา	0.70	0.40	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดีมาก
10	การวิเคราะห์ปัญหา	0.55	0.20	ยากปานกลาง	จำแนกพอใช้
11	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.48	0.30	ยากปานกลาง	จำแนกดี
12	การประเมินผลลัพธ์	0.50	0.50	ยากปานกลาง	จำแนกดีมาก
สถานการณ์ที่ 4 ภัยร้ายจากกองขยะ					
13	การระบุปัญหา	0.65	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
14	การวิเคราะห์ปัญหา	0.65	0.30	ค่อนข้างง่าย	จำแนกดี
15	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.60	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
16	การประเมินผลลัพธ์	0.60	0.20	ค่อนข้างง่าย	จำแนกพอใช้
ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ (Cronbach's alpha)				0.82	

**ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index; RAI)
ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา**

ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index; RAI) ของแบบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหา (ฉบับก่อนเรียน)

ข้อ	พฤติกรรมที่วัด	RAI	ความหมาย
สถานการณ์ที่ 1 โรครอดจากแร่ใยหิน (asbestosis)			
1	การระบุปัญหา	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
2	การวิเคราะห์ปัญหา	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
3	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
4	การประเมินผลลัพธ์	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
สถานการณ์ที่ 2 คำนับหรือมือสอง อันตรายยิ่งกว่าตัวเอง			
5	การระบุปัญหา	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
6	การวิเคราะห์ปัญหา	1.00	ความสอดคล้องดีมาก
7	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	1.00	ความสอดคล้องดีมาก
8	การประเมินผลลัพธ์	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
สถานการณ์ที่ 3 พิษภัยจากขยะอิเล็กทรอนิกส์			
9	การระบุปัญหา	1.00	ความสอดคล้องดีมาก
10	การวิเคราะห์ปัญหา	1.00	ความสอดคล้องดีมาก
11	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.75	ความสอดคล้องดี
12	การประเมินผลลัพธ์	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
สถานการณ์ที่ 4 สารพัดโรคร้ายจาก ภัยขยะ			
13	การระบุปัญหา	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
14	การวิเคราะห์ปัญหา	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
15	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.75	ความสอดคล้องดี
16	การประเมินผลลัพธ์	0.83	ความสอดคล้องดีมาก

**ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index; RAI)
ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา**

ตารางที่ 23 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index; RAI) ของแบบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหา (ฉบับหลังเรียน)

ข้อ	พฤติกรรมที่วัด	RAI	ความหมาย
สถานการณ์ที่ 1 “โรคถุงลมโป่งพอง” แค่ประกอบอาหารก็อาจเป็นได้			
1	การระบุปัญหา	1.00	ความสอดคล้องดีมาก
2	การวิเคราะห์ปัญหา	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
3	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.75	ความสอดคล้องดี
4	การประเมินผลลัพธ์	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
สถานการณ์ที่ 2 บุหรี่ตัวร้าย ทำลายหัวใจ			
5	การระบุปัญหา	1.00	ความสอดคล้องดีมาก
6	การวิเคราะห์ปัญหา	1.00	ความสอดคล้องดีมาก
7	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.92	ความสอดคล้องดีมาก
8	การประเมินผลลัพธ์	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
สถานการณ์ที่ 3 พิษจากโรงงานหลอมเหล็ก			
9	การระบุปัญหา	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
10	การวิเคราะห์ปัญหา	1.00	ความสอดคล้องดีมาก
11	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.92	ความสอดคล้องดีมาก
12	การประเมินผลลัพธ์	1.00	ความสอดคล้องดีมาก
สถานการณ์ที่ 4 ภัยร้ายจากกองขยะ			
13	การระบุปัญหา	1.00	ความสอดคล้องดีมาก
14	การวิเคราะห์ปัญหา	0.83	ความสอดคล้องดีมาก
15	การเสนอแนวทางแก้ปัญหา	0.75	ความสอดคล้องดี
16	การประเมินผลลัพธ์	0.83	ความสอดคล้องดีมาก

ภาคผนวก ง

คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

ตารางที่ 24 คะแนนเฉลี่ยร้อยละ และระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม

เลขที่	ก่อนเรียน	ระดับความสามารถในการแก้ปัญหา	หลังเรียน	ระดับความสามารถในการแก้ปัญหา
1	77.78	ดี	80.56	ดี
2	63.89	ดี	69.44	ดี
3	*ขาดสอบ	-	55.56	พอใช้
4	*ขาดสอบ	-	55.56	พอใช้
5	*ขาดสอบ	-	61.11	ดี
6	38.89	ปรับปรุง	69.44	ดี
7	30.56	ปรับปรุง	58.33	พอใช้
8	50.00	พอใช้	66.67	ดี
9	61.11	ดี	63.89	ดี
10	63.89	ดี	*ขาดสอบ	-
11	61.11	ดี	55.56	พอใช้
12	69.44	ดี	66.67	ดี
13	30.56	ปรับปรุง	55.56	พอใช้
14	50.00	พอใช้	44.44	พื้นฐาน
15	86.11	ดีมาก	83.33	ดี
16	41.67	พื้นฐาน	36.11	ปรับปรุง
17	52.78	พอใช้	50.00	พอใช้
18	77.78	ดี	69.44	ดี
19	50.00	พอใช้	61.11	ดี
20	63.89	ดี	63.89	ดี
21	75.00	ดี	80.56	ดี
22	63.89	ดี	72.22	ดี
23	69.44	ดี	75.00	ดี
24	50.00	พอใช้	66.67	ดี

เลขที่	ก่อนเรียน	ระดับความสามารถ ในการแก้ปัญหา	หลังเรียน	ระดับความสามารถ ในการแก้ปัญหา
25	41.67	พื้นฐาน	41.67	พื้นฐาน
26	47.22	พื้นฐาน	61.11	ดี
27	75.00	ดี	94.44	ดี
28	75.00	ดี	80.56	ดี
29	36.11	ปรับปรุง	55.56	พอใช้
30	66.67	ดี	*ขาดสอบ	-
31	55.56	พอใช้	77.78	ดี
32	58.33	พอใช้	75.00	ดี
33	52.78	พอใช้	50.00	พอใช้
34	36.11	ปรับปรุง	55.56	พอใช้
35	66.67	ดี	63.89	ดี
36	47.22	พื้นฐาน	75.00	ดี
37	86.11	ดีมาก	88.89	ดี
38	55.56	พอใช้	66.67	ดี
39	52.78	พอใช้	47.22	พื้นฐาน
40	47.22	พื้นฐาน	50.00	พอใช้
41	69.44	ดี	66.67	ดี
42	61.11	ดี	52.78	พอใช้
43	58.33	พอใช้	61.11	ดี
44	61.11	ดี	55.56	พอใช้
45	58.33	พอใช้	41.67	พื้นฐาน
46	55.56	พอใช้	75.00	ดี
47	58.33	พอใช้	*ขาดสอบ	-
48	52.78	พอใช้	38.89	ปรับปรุง

หมายเหตุ: *นักเรียนขาดสอบ

บรรณานุกรม



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สุภารัตน์ สาสียงพวย
วัน เดือน ปี เกิด	1 กุมภาพันธ์ 2536
สถานที่เกิด	ราชบุรี
วุฒิการศึกษา	หลักสูตรชีววิทยาเชิงอนุรักษ์ สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพและ ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	87/1 หมู่ 5 ตำบลบ้านซ้อง อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี
ผลงานตีพิมพ์	งานประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 50 ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
รางวัลที่ได้รับ	โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ (สควค.)