



กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



โดย
นางสาวภัศรา เฟ็งไย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาคณิตศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

LEARNING ACTIVITIES USING STEM EDUCATION IN ELEMENTARY LOGIC FOR
MATHAYOMSUKSA IV STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Science (MATHEMATICS STUDY)

Department of MATHEMATICS

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2019

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
	เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โดย	ภัสรา เพ็งไย
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโท
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. สืบสกุล อยู่ยืนยง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

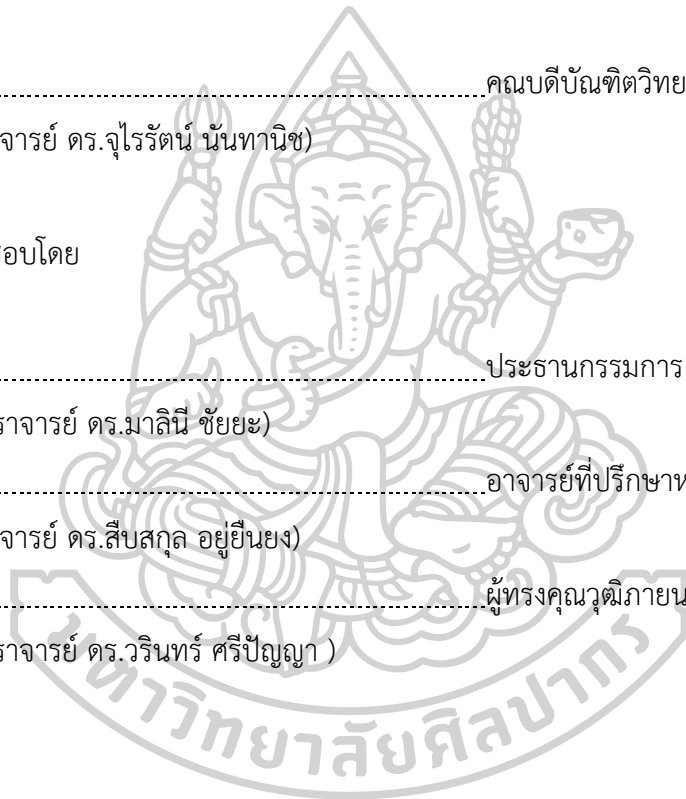
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาลินี ชัยยะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สืบสกุล อยู่ยืนยง)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ ศรีปัญญา)



59316305 : คณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโท

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา, ตรรกศาสตร์, หันคาพิทยาคม

นางสาว ภัสรา เพ็งไย: กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. สืบสกุล อยู่ยืนยง

ในการศึกษาค้นคว้ามีจุดมุ่งหมายของงานวิจัย ดังนี้ (1) เพื่อศึกษาความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. (3) เพื่อพัฒนาทักษะด้านสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 80 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนหันคาพิทยาคม อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา และแบบประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที ซึ่งผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น จำนวนมากกว่าร้อยละ 80 มีคะแนนรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 (2) นักเรียนได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 (3) นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีทักษะด้านสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น อยู่ในระดับดี (4) นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

59316305 : Major (MATHEMATICS STUDY)

Keyword : STEM EDUCATION, LOGIC, HUNKHAPITTAYAKOM

MISS PUSSARA PENGYAI : LEARNING ACTIVITIES USING STEM EDUCATION IN ELEMENTARY LOGIC FOR MATHAYOMSUKSA IV STUDENTS THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR SUABSAGUN YOOYUANYONG, Ph.D.

The purposes of our study were denoted as (1) to study the learning ability based on Learning Activities Using STEM EDUCATION in Elementary Logic for Mathayomsuksa IV students, (2) to compare the mathematics achievement applications of Elementary Logic after study between students in Mathayomsuksa IV, who study by STEM education activities and IPST method, (3) to develop the STEM education skills in Elementary Logic for Mathayomsuksa IV students and (4) to study the students' opinions about the STEM education activities applications of in Elementary Logic for Mathayomsuksa IV students. The samples were 80 Mathayomsuksa IV students in the first semester of the academic year 2019, Hunkhapittayakom School, Hankha District, Chai Nat Province. The research instruments were lesson plans, achievement tests, STEM education skills test and questionnaires. Statistical analysis was accomplished by mean, standard deviation and analysis of t test. The result of research founded that (1) Mathayomsuksa IV students who taught by the STEM education activities, there were over 80% of the subjects with learning ability, who scored no less than 70% of the total scores, at .05 statistically significant level, (2) the mathematical achievement of STEM education activities was higher than students who were taught through IPST method at .05 statistically significant level, (3) Mathayomsuksa IV students developed the STEM education skills in Elementary Logic at a good level and (4) according to the questionnaire requesting opinions about the STEM education, the activities were revealed the overall picture at a high level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร. สืบสกุล อยู่ยี่นง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ได้เสียสละเวลาอันมีค่า เพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการดำเนินงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอนที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ตลอดจนข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำงานแก่ผู้วิจัยด้วยความรักและความกรุณาอย่างดียิ่งเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.มาลินี ชัยยะ และ ผศ.ดร.วรินทร์ ศรีปัญญา ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นประธานกรรมการและผู้ทรงคุณวุฒิในการสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.พินดา วราสุนนท์ อาจารย์ ดร.กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล อาจารย์ฐิติมา ณะนะศรี อาจารย์พชรมน นวลดี อาจารย์วรธมนนารัตน์ สุรินทร์อาภรณ์และอาจารย์กิตติศักดิ์ ดิษฐอ่วม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยอย่างดียิ่ง ทำให้เครื่องมือวิจัยครั้งนี้ มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนหันทพิทยาคม เพื่อนครูโรงเรียนหันทพิทยาคมที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจทานวิทยานิพนธ์ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ จนกระทั่งงานวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จได้อย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณครูและคณาจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ทุกท่านที่ได้มีส่วนในการสร้างสรรค์ให้ผู้วิจัยเกิดความรู้ทั้งด้านคณิตศาสตร์ ตลอดจนความรู้แขนงอื่น ๆ ทำให้ผู้วิจัยเกิดปัญญารอบรู้ และสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นได้ในทางที่ถูกต้องตามทำนองคลองธรรม

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมสาขาคณิตศาสตร์ศึกษา สำหรับความรัก ความผูกพันและกำลังใจที่มอบให้แก่กันและกันตลอดมา

สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้มอบชีวิต สติปัญญาให้กับผู้วิจัยและทุ่มเท แรงกาย และแรงใจเลี้ยงดูผู้วิจัยด้วยความรักเสมอมา และขอขอบคุณญาติพี่น้องของผู้วิจัยที่ได้ให้การสนับสนุน ส่งเสริมผู้วิจัยอย่างดียิ่งตลอดมา

ภัสรา เฟ็งใย

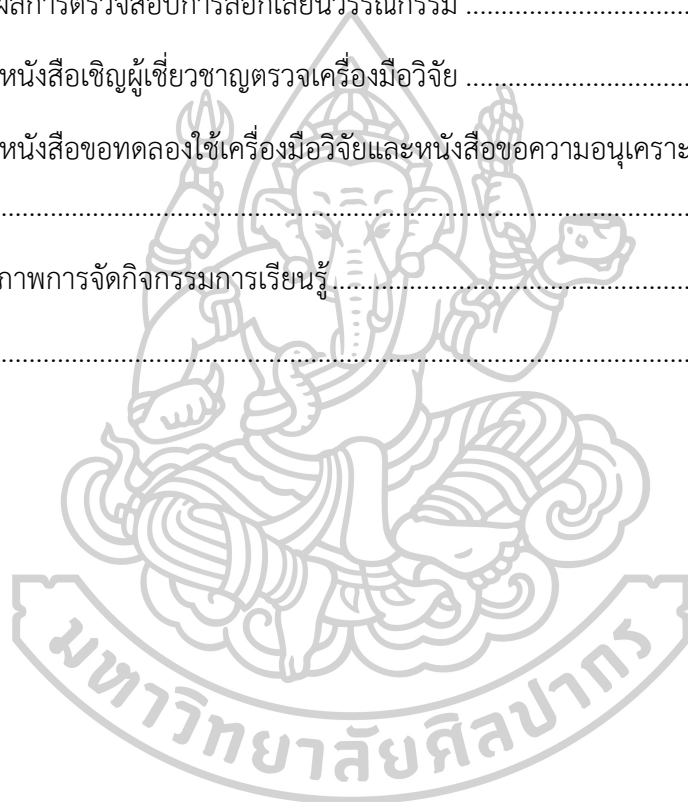
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	1
จุดมุ่งหมายของงานวิจัย.....	4
สมมติฐานการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	5
2. ตัวแปรที่ศึกษา.....	5
3. ระยะเวลาในการวิจัย	6
4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
1. หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	10
1.1 ความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์.....	10
1.2 เป้าหมายของคณิตศาสตร์.....	10

1.3	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง	11
2.	หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	11
2.1	ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์	11
2.2	เป้าหมายของวิทยาศาสตร์	12
2.3	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง	13
3.	หลักการ แนวคิด ที่มาและความสำคัญของสะเต็มศึกษา	15
3.1	ความหมายของสะเต็มศึกษา	15
3.2	จุดเริ่มต้นของแนวคิดสะเต็มศึกษา	17
3.3	แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา	19
3.4	ทักษะสะเต็มศึกษา (STEM Skills)	21
4.	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	21
4.1	เหตุผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	21
4.2	จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	23
4.3	แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	23
4.4	บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	27
4.5	บทบาทของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	27
5.	แนวการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	28
5.1	ความหมายของการประเมินตามสภาพจริง	28
5.2	ลักษณะของการประเมินตามสภาพจริง	29
5.3	วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตามสภาพจริง	35
5.4	การกำหนดเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง	40
6.	ประโยชน์จากการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	46
7.	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	46

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	54
1. ขอบเขตของการวิจัย	54
2. รูปแบบการวิจัย.....	55
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	56
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	69
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
6. สถิติที่ใช้	71
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
ตอนที่ 1 ความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของ นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น	74
ตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับ นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้ตามแบบ สสวท.....	76
ตอนที่ 3 ทักษะด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็ม ศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น	78
ตอนที่ 4 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนที่ได้รับ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น	81
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	85
ข้อเสนอแนะ.....	89
รายการอ้างอิง	92
ภาคผนวก.....	97
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย	98
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น.....	100
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น .	145

ภาคผนวก ง แบบประเมินทักษะด้านสะเต็มศึกษา	153
ภาคผนวก จ แบบประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	158
ภาคผนวก ฉ ความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของ นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น	163
ภาคผนวก ช ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียน.....	169
ภาคผนวก ซ ผลการตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรม	172
ภาคผนวก ฌ หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย	174
ภาคผนวก ฎ หนังสือขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัยและหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวม	181
ภาคผนวก ฏ ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	184
ประวัติผู้เขียน.....	186



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตารางแสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	11
ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	13
ตารางที่ 3 ตารางแสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	14
ตารางที่ 4 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	42
ตารางที่ 5 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	43
ตารางที่ 6 ลักษณะการทดลองจัดการเรียนรู้.....	56
ตารางที่ 7 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบปรนัยแบบเขียนตอบ (Test Blueprint) รายวิชาคณิตศาสตร์1 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหิโนคาพิทยาคม.....	63
ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในชั้นเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	75
ตารางที่ 9 ความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของ นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น	76
ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น (ก่อนเรียนและหลังเรียน) ของกลุ่มทดลองที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	76
ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น (ก่อนเรียนและหลังเรียน) ของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.	77
ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ระหว่าง กลุ่มทดลองที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้ตามแบบ สสวท.....	77
ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ระหว่าง กลุ่มทดลองที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้ตามแบบ สสวท.....	78

ตารางที่ 26 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ประพจน์.....	136
ตารางที่ 27 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การเชื่อมประพจน์ “และ”	138
ตารางที่ 28 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การเชื่อมประพจน์ “หรือ”	139
ตารางที่ 29 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การเชื่อมประพจน์ “ถ้า...แล้ว”	140
ตารางที่ 30 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การเชื่อมประพจน์ “ก็ต่อเมื่อ”	141
ตารางที่ 31 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 นิเสธของประพจน์	143
ตารางที่ 32 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 การหาค่าความจริงของประพจน์.....	144
ตารางที่ 33 ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับข้อสอบแต่ละข้อ.....	150
ตารางที่ 34 ผลการตรวจสอบรายการประเมินมีความสอดคล้องกับทักษะด้านสะเต็มศึกษา.....	156
ตารางที่ 35 ผลการตรวจสอบรายการประเมินมีความสอดคล้องกับความพึงพอใจในกิจกรรมการ เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	161
ตารางที่ 36 คะแนนของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	164
ตารางที่ 37 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถทางการ เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น	166
ตารางที่ 38 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	170
ตารางที่ 39 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.....	171



บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ.2560 - 2564 ระบุให้มีการส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม โดยให้การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา การดัดแปลงและต่อยอดการพัฒนาเทคโนโลยีไปสู่ความเป็นอัจฉริยะ โดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและการผสมผสานเข้าร่วมกับเทคโนโลยี การพัฒนาผู้ประกอบการให้เป็นผู้ประกอบการทางด้านเทคโนโลยี (Technopreneur) รวมทั้งการเชื่อมโยงกันระหว่างภาคการผลิตที่เป็นกลุ่มใหญ่ของประเทศ ได้แก่ เกษตรกรรายย่อย วิสาหกิจชุมชน และวิสาหกิจขนาดกลางรวมถึงวิสาหกิจขนาดย่อมกับสถาบันวิจัยและสถาบันการศึกษา รวมทั้งพัฒนาและยกระดับโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ให้ตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีแบบก้าวกระโดด โดยเฉพาะเร่งสร้างและพัฒนาบุคลากรที่ทำการวิจัยในสาขา STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) และสนับสนุนการดำเนินงานเป็นเครือข่ายระหว่างสถาบันวิจัย สถาบันการศึกษา ภาครัฐ ภาคเอกชนและภาคประชาชน ชุมชน รวมถึงการปรับกลไกของระบบวิจัยและพัฒนาในประเทศ ทั้งระบบยุทธศาสตร์ การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรมการพัฒนา (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559)

ปัจจุบันการศึกษาถือเป็นปัญหาหนึ่งที่ทุกหน่วยงานของประเทศไทยจะต้องร่วมกันพัฒนาและปรับปรุงแก้ไข โดยเฉพาะความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เราจึงปฏิเสธไม่ได้ว่าประเทศที่มีความเข้มแข็งด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นรากฐานสำคัญนั้นล้วนเป็นประเทศที่มีความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ ในขณะที่ประเทศกำลังพัฒนาพยายามพัฒนาสมรรถภาพด้านนี้ เช่นเดียวกับประเทศไทยที่กำลังตื่นตัวในการสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการช่วยผลักดันการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของประเทศ (นัสนรินทร์ ปือชา, 2558) จากการจัดการศึกษาในแนวทางพระราชบัญญัติการศึกษา

แห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มาตราที่ 66 ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาโดยมีใจความสำคัญคือ นักเรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2553) โดยสอดคล้องกับ ปานทอง กุลนาถศิริ กล่าวในบทความเรื่อง “การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21” ไว้ว่า การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรเป็นการจัดการศึกษาเพื่อปวงชน (Mathematics for All) เป็นการจัดการศึกษาโดยเน้นการพัฒนาคนให้เป็นทรัพยากรที่มีค่า มีประสิทธิภาพและศักยภาพเพื่อจะได้เป็นกำลังของชาติสืบไป การสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 จึงจำเป็นจะต้องอาศัยครูผู้รู้คณิตศาสตร์เพื่อจะได้ถ่ายทอดความรู้ที่นำมาพัฒนาเยาวชนให้เป็นผู้รู้คณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) อย่างทันสมัย ทันกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์นี้ นอกจากนี้การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 นี้ จำเป็นต้องเป็นการจัดการศึกษาที่ช่วยเพิ่มพูนคุณภาพชีวิตให้มีความสงบสุข เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง การสอนคณิตศาสตร์ในยุคนี้จึงจำเป็นต้องให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ มีทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มากพอ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ เพราะฉะนั้นการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สามารถสนับสนุนให้นักเรียนได้รับองค์ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เนื่องจากเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์นั้น ไม่ใช่เพียงแค่การเรียนรู้เนื้อหาเพื่อการท่องจำเพียงอย่างเดียว นักเรียนจำเป็นต้องมีบทบาทสำคัญในการลงมือเรียนรู้ ปฏิบัติจริงและมีการค้นคว้าหาความรู้ที่มีระบบตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยผสมผสานกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ (ปานทอง กุลนาถศิริ, 2557)

รัฐบาลไทยได้ประกาศนโยบายโมเดล Thailand 4.0 ในปี พ.ศ. 2559 โดยรัฐบาลเน้นไปที่การสร้างนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืนของเศรษฐกิจไทย ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ การสร้างนวัตกรรม และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในทางเศรษฐกิจ ตลอดจนกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อพัฒนาประเทศให้สอดคล้องกับ Thailand 4.0 ประกอบกับ รศ.นพ.โศภณ นภาธร ผู้ช่วยรัฐมนตรีประจำกระทรวงศึกษาธิการ กล่าวว่า “การพัฒนาศักยภาพเด็กไทยผ่านสะเต็มศึกษา มีความสำคัญและต้อง

ทำอย่างทั่วถึง เพื่อให้เยาวชนได้มีโอกาสเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างเท่าเทียมกัน ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry-based Learning) และการแก้โจทย์ปัญหา (Problem-based Learning) จากสถานการณ์จริง ที่เน้นให้นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อให้พวกเขาเห็นว่าการเรียนวิชาเหล่านี้เป็นเรื่องสนุก เกิดความสนใจและแรงบันดาลใจที่จะศึกษาต่อและประกอบอาชีพในสาขาสะเต็มต่อไปในอนาคต นับเป็นการวางรากฐานการพัฒนาเยาวชนคนรุ่นใหม่ให้มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 อาทิ ทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ก้าวสู่การเป็นบุคลากรรุ่นใหม่ที่จะช่วยสนับสนุนให้ประเทศไทยก้าวสู่การมีระบบเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม ตามยุทธศาสตร์ประเทศไทย 4.0 ของรัฐบาลได้อย่างแข็งแกร่ง” สะเต็มศึกษาจึงเข้ามามีส่วนช่วยเตรียมความพร้อมให้กับคนไทยซึ่งทุกคนต้องมีทักษะส่วนตัวและทักษะทางสังคมในการทำงานร่วมกันกับคนอื่น ๆ จากหลายสาขาวิชา (ชนินทร์ เพ็ญสูตร, 2560)

กิตติชัย สุธาสิโนบล (2557) กล่าวว่าสะเต็มศึกษาจำเป็นต่อการสร้างกำลังคนในอนาคตที่มีความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปัจจุบันไม่เพียงแต่ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศไทยเท่านั้นที่นำสะเต็มศึกษามาช่วยในการปรับปรุงและพัฒนาขีดความสามารถของนักเรียนภายในประเทศ ประเทศอื่น ๆ ต่างก็ตื่นตัวและให้ความสนใจการจัดการศึกษาแบบสะเต็มอย่างมาก โดยเฉพาะประเทศที่เน้นความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี เช่น ประเทศจีน อินเดีย เกาหลีใต้ เป็นต้น

สำหรับสะเต็มศึกษา (STEM Education) หรือหลักสูตรสะเต็ม (STEM Curriculum) ของไทยนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ให้ความหมายไว้ว่า แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 องค์กรความรู้ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ รวมถึงการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 องค์กรความรู้รวมกับการทำงานและชีวิตจริง การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำ ทฤษฎี หรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจ ทฤษฎี หรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหา การหาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำ

ข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 1 ค31101 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและขาดทักษะการผสมผสานความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาของสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนได้ แต่ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ขาดการบูรณาการในต่างสาขาวิชา ทำให้นักเรียนไม่เห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งที่วิชาคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการเรียนของศาสตร์อื่น ๆ

จากปัญหาในการจัดการเรียนรู้ของการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการบูรณาการความรู้ในต่างสาขาวิชา ทำให้เกิดความสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการผสมผสานรูปแบบการจัดการเรียนรู้ใน 4 สาขาวิชา ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ มาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ซึ่งมีแนวคิดสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560 – 2564 และนโยบาย Thailand 4.0 อันจะเป็นการส่งเสริมศักยภาพของคนไทยให้มีความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์

จุดมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.

3. เพื่อพัฒนาทักษะด้านสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น
จำนวนมากกว่าร้อยละ 80 มีคะแนนรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ

2. นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น
มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.
อย่างมีนัยสำคัญ

3. นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น
มีทักษะด้านสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดีขึ้น

4. นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น
มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น อยู่ในระดับ
มากขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562
โรงเรียนห้วยคตพิทยาคม อำเภอห้วยคต จังหวัดชัยนาท นักเรียน 251 คน

กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 และ 2 จำนวน 80 คน
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนห้วยคตพิทยาคม อำเภอห้วยคต จังหวัดชัยนาท ซึ่งได้จากการ
สุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. การจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์
เบื้องต้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

3. ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
ศึกษา

3. ระยะเวลาในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 จะได้รับ
การเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด
สะเต็มศึกษา และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 2 จะได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.
เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ 1 ค31101
เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ประกอบด้วย ประพจน์ การหาค่าความจริงของประพจน์ การเชื่อม
ประพจน์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น หมายถึง
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น แบบบูรณาการใน
3 สาขาวิชา ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิง

วิศวกรรม สอดแทรกเข้าไปใน 3 วิชาดังกล่าว ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน คือ ขั้นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิด ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

2. ความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยพิจารณาจาก

2.1 คะแนนจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

2.2 คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 20 ของคะแนนเต็ม

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถแต่ละบุคคลจากการทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest)

4. ทักษะด้านสะเต็มศึกษา หมายถึง ความสามารถและความเชี่ยวชาญในการนำความรู้ ในแต่ละศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการและออกแบบการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนโดยใช้ความรู้ทางทฤษฎีไปสู่รูปแบบของการปฏิบัติ เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงอย่างหลากหลาย

การประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาโดยการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา หมายถึง การพิจารณาการเกิดทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ประเมินโดยครูผู้สอนโดยใช้แบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษามาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

ตามวิธีแบบลิเคิร์ต (Likert's Method) โดยกำหนดให้มีระดับการประมาณค่าดังนี้ ดีมาก ดีปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง มีคะแนนเป็น 5 ,4 ,3 ,2 และ 1 ตามลำดับ

5. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้สึกชอบ เป็นความสุขภายในจิตใจที่เกิดขึ้นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และส่งผลให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของเนื้อหาที่เรียนในการที่จะนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันตลอดจนมีความมุ่งมั่นในการเรียนและการทำกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งผู้สอนจะพิจารณาจากการทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีแบบลิเคิร์ต

6. การจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูและแบบเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการที่ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน/ขั้นปฏิบัติการ และขั้นสรุปบทเรียน

ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาและแนวทางในการสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่อยู่ในพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
2. ผู้เรียนมีความเข้าใจในกระบวนการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากขึ้น
3. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างสาระวิชา
4. สร้างบุคลากรทางด้านสะเต็มของประเทศไทยเพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติตามนโยบาย Thailand 4.0
5. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 ความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์
 - 1.2 เป้าหมายของการเรียนคณิตศาสตร์
 - 1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 2.1 ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.2 เป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
3. หลักการ แนวคิด ที่มาและความสำคัญของสะเต็มศึกษา
 - 3.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
 - 3.2 จุดเริ่มต้นของแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 3.3 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา
 - 3.4 ทักษะสะเต็มศึกษา (STEM Skills)
4. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 4.1 เหตุผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 4.2 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 4.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 4.4 บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 4.5 บทบาทของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

5. แนวการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้
 - 5.1 ความหมายของการประเมินตามสภาพจริง
 - 5.2 ลักษณะของการประเมินตามสภาพจริง
 - 5.3 วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตามสภาพจริง
 - 5.4 การกำหนดเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง
6. ประโยชน์จากการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

1.1 ความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

1.2 เป้าหมายของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือการเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะ ด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือซึ่งจะส่งผล

ให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ในมาตรฐาน ค 1.1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ข้อที่ 1 เท่านั้น

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการสมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - เซตความรู้เบื้องต้นและสัญลักษณ์พื้นฐานเกี่ยวกับเซต - ยูเนียน อินเตอร์เซกชัน และคอมพลิเมนต์ของเซตตรรกศาสตร์เบื้องต้น - ประพจน์และตัวเชื่อม (นิเสธ และ หรือ ถ้า...แล้ว... ก็ต่อเมื่อ)

2. หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

2.1 ความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์

การเรียนวิทยาศาสตร์นั้นเข้ามามีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการเรียนรู้ของสังคมโลกปัจจุบัน ไปจนถึงอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงกับทุกสิ่งและทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและ

การประกอบงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี รวมไปถึงการผลิตเครื่องใช้ เครื่องมือและผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกสบายในชีวิตและการทำงานเหล่านี้ นั้นเป็นผลผลิตในองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาในทุก ๆ ด้าน เช่น วิธีคิด ทั้งความคิด ความเป็นเหตุเป็นผล ความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและความรู้ ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง อย่างสร้างสรรค์ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้วิทยาศาสตร์ เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based Society) ดังนั้นทุกคน จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์ สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

2.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ในข้อที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการเรียนรู้ข้อที่ 1 และสาระที่ 4 เทคโนโลยี ในมาตรฐาน ว 4.1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตัวชี้วัดข้อที่ 1 และ ข้อที่ 3 เท่านั้น

สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ข้อที่ 1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
1. อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน	<ul style="list-style-type: none"> การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลหลายด้าน เช่น องค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่ องค์ประกอบทางเคมีของอุกกาบาต ข้อมูลคลื่นไหวสะเทือนที่เคลื่อนที่ผ่านโลกจึงสามารถแบ่งชั้น โครงสร้างโลกได้ 2 แบบ คือ โครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งได้เป็น 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกโลกเนื้อโลกและแก่นโลกและโครงสร้างโลกตามสมบัติเชิงกล แบ่งได้เป็น 5 ชั้น ได้แก่ ธรณีภาค ฐานธรณีภาค มัชฌิมภาค แก่นโลกชั้นนอก และแก่นโลกชั้นใน นอกจากนี้ยังมีการค้นพบรอยต่อระหว่างชั้นโครงสร้างโลก เช่น แนวแบ่งเขตโมโฮโรวซิกิ แนวแบ่งเขตกูเทนเบิร์ก แนวแบ่งเขตเลห์แมน

สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 3 ตารางแสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>1. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะ วิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจและ สิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา เทคโนโลยี</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ระบบทางเทคโนโลยีเป็นกลุ่มของส่วนต่าง ๆ ตั้งแต่สองส่วนขึ้นไปประกอบเข้าด้วยกันและทำงาน ร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยใน การทำงาน ของระบบทางเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย ตัวป้อน (Input) กระบวนการ (Process) และ ผลผลิต (Output) ที่สัมพันธ์กันนอกจากนี้ ระบบ ทางเทคโนโลยีอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยระบบทางเทคโนโลยีอาจมี ระบบย่อยหลาย ระบบ (Sub-Systems) ที่ทำงาน สัมพันธ์กันอยู่ และหากระบบย่อยใดทำงานผิดพลาดจะส่งผลต่อ การทำงานของระบบอื่นด้วย • เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตั้งแต่ อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัยมาจาก หลายด้าน เช่น ปัญหาความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจสังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 3 ตารางแสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น ภายใต้งื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอ แนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิค หรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยใน การออกแบบวางแผนขั้นตอนการทำงาน และ ดำเนินการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือก ข้อมูลที่จำเป็น โดยคำนึงถึงทรัพยากรเส้นทางปัญหา ใถ้งื่อนไขและทรัพยากร เช่น งบประมาณ เวลา ข้อมูลและสารสนเทศ วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์ ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม • การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้ หลากหลายวิธี เช่น การร่างภาพ การเขียน แผนภาพ การเขียนผังงาน • ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอ มีหลากหลายชนิดจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับงาน • การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงาน ก่อนดำเนินการแก้ปัญหจะช่วยให้งาน สำเร็จได้ตามเป้าหมายและลดข้อผิดพลาดของ การทำงานที่อาจเกิดขึ้น

3. หลักการ แนวคิด ที่มาและความสำคัญของสะเต็มศึกษา

3.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

คำว่า “สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึง องค์ความรู้วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่มีความเชื่อมโยงกันใน โลกของความเป็นจริงที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและ การทำงาน (แสงเดือน เจริญฉิม, 2552)

“สะเต็ม” หรือ “STEM” ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศ สหรัฐอเมริกา (NYS STEM Education Collaborative (NYSSEC) and the Empire STEM

Learning Network HUBS, 2015) ซึ่งใช้คำนี้เพื่ออ้างถึงโครงการหรือโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาไม่ได้ให้นิยามที่ชัดเจนของคำว่า STEM มีผลให้มีการใช้และให้ความหมายของคำนี้แตกต่างกันไป (Hanover Research, 2011) เช่น มีการใช้คำว่า STEM ในการอ้างอิงถึงกลุ่มอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเว็บไซต์ University of Leeds (2016) ประเทศอังกฤษ พบว่า STEM หมายถึง ความรู้ทั้งสี่ศาสตร์ที่ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานในชีวิตจริงได้อย่างมีคุณค่า ส่วนเว็บไซต์ Study.com (2016) ได้สรุปความหมายของคำว่า STEM ไว้นั้น ๆ คือ การเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งสาระทั้งสี่นี้มีลักษณะที่ต่างกัน ผู้สอนต้องสามารถเชื่อมโยงความรู้ ประสบการณ์ และพัฒนาเนื้อหาที่จะสอนให้แก่ผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

Hopkins Public School (2016) ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ให้ความหมาย คำว่า STEM หมายถึง การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ไม่ได้หมายความถึงการจัดการเรียนการสอนสี่วิชานี้แบบเอกเทศ STEM คือ การบูรณาการหลักสูตรรายวิชาหรือเชื่อมโยงโอกาสการเรียนรู้ในศาสตร์ทั้งสี่ให้แก่ผู้เรียนได้เกิดการสำรวจ ค้นพบ และรู้จักแก้ปัญหา

นอกจากนี้ เว็บไซต์ U.S. Department of Education (2016) และ Livescience (2016) ได้ให้ความหมายคำว่า STEM ในลักษณะที่คล้ายกัน คือ หลักสูตรที่ให้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียนในลักษณะของสหวิทยาการ ไม่สอน 4 วิชานี้ออกจากกันซึ่งจะนำไปสู่การนำไปใช้ได้ในชีวิตจริงและมุ่งให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปพัฒนาประเทศให้เติบโตเพิ่มมากขึ้น

สำหรับสะเต็มศึกษาหรือหลักสูตรสะเต็ม ของไทยนั้น หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน ช่วยผู้เรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการกับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจ

ทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหา การหาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือ บูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง เสริมสร้างประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมและส่งเสริมการประกอบอาชีพในอนาคต ผ่านการบูรณาการวิชา วิทยาศาสตร์ ที่ปรากฏรอบ ๆ ตัว รวมไปถึงข้อเท็จจริง หลักการ แนวคิด หรือกฎที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และโลก อวกาศ ดาราศาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) (Bybee, 2013) วิชาเทคโนโลยี ที่ประยุกต์ความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการตอบสนอง ความต้องการของมนุษย์ โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน วิชาวิศวกรรมศาสตร์ ที่ประยุกต์ความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางเทคโนโลยี มาใช้ในการ ออกแบบสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่ออำนวยความสะดวกหรือผ่อนแรงในการทำงานของมนุษย์และวิชา คณิตศาสตร์ ที่ศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขผ่านการคำนวณ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญใน การศึกษาและต่อยอดทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ (รัฐฎีกา ตั้งพุทธิพงศ์, 2559)

สะเต็มศึกษาจำเป็นต่อการสร้างกำลังคนในอนาคตที่มีความรู้และทักษะทางด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ปัจจุบันไม่เพียงแต่ประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศไทย เท่านั้นที่นำสะเต็มศึกษามาช่วยในการปรับปรุงและพัฒนาขีดความสามารถของ ผู้เรียนภายในประเทศ ประเทศอื่น ๆ ต่างก็ตื่นตัวและให้ความสนใจการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม อย่างมาก โดยเฉพาะประเทศที่เน้นความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี เช่น ประเทศจีน อินเดีย เกาหลีใต้ เป็นต้น (กิตติชัย สุราลีโนบล, 2557: 8)

3.2 จุดเริ่มต้นของแนวคิดสะเต็มศึกษา

การศึกษาแบบสะเต็มศึกษามีจุดเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกาที่พยายามปรับปรุง ความรู้ความสามารถของผู้เรียนภายในประเทศ ซึ่งพบว่าขีดความสามารถของประเทศไม่ได้เป็นอันดับ หนึ่งในหลาย ๆ ด้านดังที่เคยเป็นมา ในขณะที่หลายประเทศทั่วโลกมีความก้าวหน้าไปมาก (กิตติชัย สุราลีโนบล, 2557: 81)

รัฐบาลสหรัฐอเมริกาจึงมีนโยบายที่จะปฏิรูปการศึกษา โดยพัฒนาเป็นหลักสูตรสะเต็มศึกษาและถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Science Foundation: NSF) โดยใช้เรียกโครงการหรือโปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม NSF ไม่ได้ให้คำจำกัดความหรือนิยามที่ชัดเจนของคำว่า STEM

จุดมุ่งหมายของการนำเสนอสะเต็มศึกษามาใช้ในการปฏิรูปการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา คือ เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พัฒนาทักษะการปฏิบัติในด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ได้แรงงานที่มีคุณภาพ (Seo and Pinela, 2015; Wells, 2008) อีกทั้งยังช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA และ TIMSS ให้สูงขึ้น และเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (21st Century skills) (Kuenzi, 2008) ได้แก่ 1) ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา 2) ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ 3) ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่มทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ (รัฐวิภา ตั้งพุทธพงศ์, 2559: 7) ผลการทดสอบโครงการประเมินผลผู้เรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) และการทดสอบด้านคณิตศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) ของประเทศสหรัฐอเมริกานั้นต่ำกว่าหลายประเทศ (พรทิพย์ ศิริภักตราชัย, 2556: 51) รัฐบาลประเทศสหรัฐอเมริกาจึงนำนโยบายการศึกษาแบบสะเต็มมาเป็นแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ในประเทศ โดยคาดหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบต่าง ๆ เช่น PISA และ MISS ให้สูงขึ้น ส่งผลให้ประชากรมีคุณภาพและส่งผลให้สามารถแก้ปัญหาของชาติในด้านอื่น ๆ ได้ (Rachel, 2008) มีการประกาศใช้แผนการศึกษา Education to Innovate เพื่อเร่งกระตุ้นให้สะเต็มศึกษาเป็นรูปธรรมและประสบผลสำเร็จ มีการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เช่น การประกาศแผนการสร้างกลุ่มผู้สอนต้นแบบในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ โดยเรียกว่า STEM Master Teaching Corps ซึ่งนักการศึกษาเหล่านี้จะเป็นผู้นำในการศึกษาด้านสะเต็มศึกษา ริเริ่มจุดประกายความคิดให้ผู้เรียน และช่วยให้กลุ่มสังคมของพวกเขาเจริญเติบโตมากขึ้น (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถานเอกอัครราชทูตไทยประจำกรุงวอชิงตัน ดี.ซี., 2555) นอกจากประเทศสหรัฐอเมริกาแล้ว ในประเทศอื่น ๆ ต่างก็ตื่นตัวและให้ความสนใจสะเต็มศึกษาเช่นกัน เช่น ในประเทศจีน อินเดีย ฯลฯ โดยในปี 2558 ประเทศจีนผลิตบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษา

ระดับปริญญาตรีที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือ STEM Degree ประมาณ 3.5 ล้านคน ซึ่งไม่รวมในระดับปริญญาโท และปริญญาเอก โดยจำนวนบัณฑิตที่จบผลิตนั้นมีจำนวนเกินครึ่งของที่ทุกประเทศรวมกัน ซึ่งแสดงถึงความสำคัญของสถานการณ์ของสะเต็มศึกษาในอนาคต ส่วนในประเทศไทยขณะนี้ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ก็ได้ให้ความสำคัญและศึกษาแนวทางเพื่อจะได้ใช้สะเต็มศึกษาในการเรียนการสอนต่อไป

3.3 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีแนวคิดและลักษณะดังนี้ (นัสนรินทร์ บือชา, 2558; พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556; พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, 2558)

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือ เป็นการ บูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของ แต่ละสาขาวิชามาสวมผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาหรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับขั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

เทคโนโลยี เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนา สิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

วิศวกรรมศาสตร์ เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจ

ว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ยาก แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่มการจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาลจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำ STEM Education ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

- ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา
- ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น

การคิด วิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

- ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่มทักษะการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

3.4 ทักษะสะเต็มศึกษา (STEM Skills)

ความหมายของทักษะสะเต็มศึกษา

EU Skills Panorama (2015) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะสะเต็ม ทักษะสะเต็มจะถูกกำหนดขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งทักษะเหล่านี้รวมถึง ทักษะการคำนวณ ความสามารถในการสร้างความเข้าใจ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์ ความสามารถในการประเมินระบบและความสำคัญของปัญหาที่ซับซ้อน ความเข้าใจในทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ด้วย ความสามารถและความฉลาดเชิงตรรกะและเหตุผลในทางปฏิบัติ นอกจากนี้ยังได้เสนอหลักการของทักษะสะเต็มไว้ว่า เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนโดยการนำความรู้ทางทฤษฎีไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาในทางปฏิบัติ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ให้ความหมายของคำว่า ทักษะสะเต็ม หมายถึง ความสามารถและความเชี่ยวชาญในการนำความรู้ในแต่ละศาสตร์ได้แก่ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการและออกแบบการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนจากความรู้ทางทฤษฎีไปสู่รูปแบบของการปฏิบัติเพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงอย่างหลากหลาย

4. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.1 เหตุผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

มีเหตุผลหลักที่ประเทศไทยมีความจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแบบเดิมมาเป็นรูปแบบวิธีการเรียนการสอนแบบ STEM ดังนี้ (นัสนรินทร์ ปือชา, 2558; พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556; พลศักดิ์ แสงพรมศรี, 2558)

1. จำนวนผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีลดลง ตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐาน อาชีวศึกษา และอุดมศึกษา นอกจากนี้การประเมินผลทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติบ่งชี้ว่าการศึกษาวិทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำโดยเฉลี่ย

แม้ว่านักเรียนไทยจะสามารถชิงเหรียญรางวัลในการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการได้มาตลอดทุกปี แต่จากการประเมิน PISA และ TIMSS แสดงให้เห็นนักเรียนไทยโดยรวมยังมีทักษะความรู้

และทักษะด้านการอ่าน วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ยังแพ้นักเรียนอีกหลายประเทศ สาเหตุหลักเกิดจากการเรียนการสอนแบบท่องจำแต่ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ อีกทั้งขีดความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังด้อยกว่าหลายประเทศ เช่น เกาหลี สิงคโปร์ และจีน เป็นต้น

2. ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่มประเทศที่มีรายได้ระดับปานกลาง ซึ่งต้องการกำลังคนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เหมาะสมกับการผลิตและการบริการที่มีการแข่งขันสูง

ในอดีตประเทศไทยมีรายได้ต่ำ แต่ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่มีรายได้ปานกลาง โดยการพัฒนาที่อาศัยค่าแรงราคาถูกและทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างมากมายในประเทศ ในอนาคตข้างหน้าค่าแรงของประเทศไทยกำลังเพิ่มสูงขึ้นและทรัพยากรเริ่มขาดแคลน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มรายได้สูงขึ้น เพื่อให้เกิดความสมดุลกับทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ในปี พ.ศ. 2555 สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติได้เสนอการบูรณาการยุทธศาสตร์ประเทศ (Country Strategy) เพื่อให้ประเทศไทยหลุดพ้นจากการเป็นประเทศที่มีรายได้ปานกลาง จึงจำเป็นต้องเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และทักษะในการสร้างนวัตกรรมซึ่งเป็นสิ่งที่คนรุ่นใหม่จำเป็นต้องได้รับการพัฒนา เช่น การเกษตรแบบก้าว การผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง การสื่อสาร การคมนาคม การพลังงานและการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และเครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีสูง ตลอดจนการจัดการลอจิสติกส์ เป็นต้น แต่การศึกษาของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติ

3. ในยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community - AEC) ที่มีการเคลื่อนย้ายเสรีของกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) เช่น วิศวกร นักสำรวจ สถาปนิก แพทย์ ทันตแพทย์ และพยาบาล ซึ่งประเทศไทยยังขาดแคลนกำลังคนทางด้านนี้ทั้งปริมาณและคุณภาพจึงจำเป็นต้องเร่งปรับยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ความสำคัญกับทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจและสังคมยุคเออีซี

ข้อมูลจากสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยมีกำลังแรงงานประมาณ 39 ล้านคน แต่มีประมาณ 3 ล้านคน หรือต่ำกว่าร้อยละสิบของแรงงานทั้งหมดที่เป็นกำลังคนที่ทำงานโดยอาศัย

ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือกำลังคนด้านสะเต็ม การนำสะเต็มศึกษามาใช้ในประเทศไทยนั้น จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน

4.2 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน
2. ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต
3. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีสูงขึ้น
4. ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างมั่นใจ
5. สสวท. ได้รูปแบบการจัดการศึกษาสะเต็มที่เชื่อมโยงกับกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพิ่มพูนโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบทที่หลากหลาย มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
6. ประเทศไทยจะมีกำลังคนด้านสะเต็มที่จะช่วยยกระดับรายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองความต้องการของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นทรัพยากรสำคัญของการยกระดับความสามารถของประเทศในการแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษายังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะทางด้านความรู้ควบคู่ไปกับทักษะในการดำรงชีวิตที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและการทำงานในอนาคตต่อไป

4.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

จรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

1. จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และท้าทายการคิดของผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหา

ข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเสริมสร้างให้ผู้เรียน

2. จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจโดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงงานร่วมกัน โดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็นและลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน จากนั้นนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

การวางแผนการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นงนุช เอกตระกูล (2558) ได้กล่าวถึงการวางแผนการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ โดยมีการวางแผนร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้

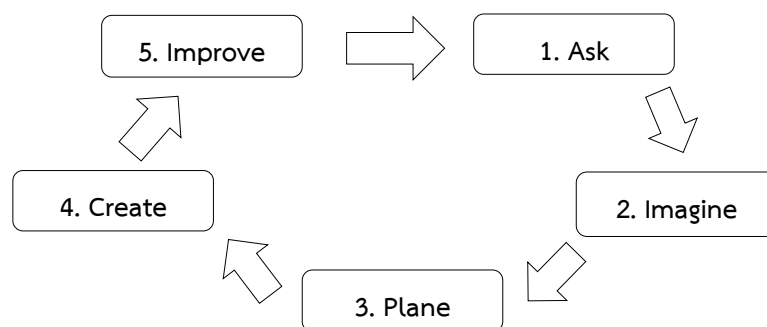
2. วางแผนการจัดกิจกรรม

S - เกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ สามารถใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะกิจกรรมแบบแก้ปัญหา

T - เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี

E - เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556 อ้างถึงใน นงนุช เอกตระกูล, 2558) กล่าว่วาวิศวกรรมศาสตร์ใน STEM Education หมายถึง การออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints and criteria) ที่กำหนดกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) เป็นการนำเอาองค์ความรู้โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ ใช้เพื่อสร้างสรรค์ผลงานและเชื่อมโยงกับโลกความเป็นจริง

M – เป็นกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ อาทิ การจำแนก จัดกลุ่ม จัดแบบรูป บอกรูปร่างและคุณสมบัติ



รูปภาพที่ 1 Engineering design process

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก นงนุช เอกตระกูล (2558)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จะต้องใช้บริบทของกิจกรรมที่ผู้เรียนคุ้นเคย เพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริง และมองว่าเป็นสิ่งใกล้ตัวมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหา ฝึกการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีมและให้ผู้เรียนฝึกใช้อุปกรณ์ สื่อ เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้รวมถึงฝึกการนำเสนอผลงานที่นักเรียนได้จัดทำช่วยให้ผู้เรียนตระหนักถึงจุดมุ่งหมาย เหตุผลและกระบวนการในการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ต้องอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย องค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้ง คำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหามองหาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาคำถามความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวม ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหามองหาการดำเนินการดังนี้ (1) การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหา

ดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ หากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง (2) การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นต่อไป คือการนำความรู้ที่ได้รวบรวมมา ประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผู้ผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหามustอ้างอิงถึง ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นต่อไป คือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหามustกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมิน อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผู้ลัพท์จนมีประสิทธิภาพ ตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

4.4 บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดในสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น และตระหนักถึงความหมายของการเรียนรู้เนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
6. ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา
7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสนใจประกอบอาชีพด้านสะเต็มมากขึ้น

4.5 บทบาทของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ในรูปแบบบูรณาการที่ใช้องค์ความรู้ประกอบกับทักษะในด้านต่าง ๆ โดยผ่านการทำกิจกรรม (Activity based) หรือการทำโครงการ (Project based) โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังกล่าว จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี โดยมีการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิด ทักษะการสื่อสาร และทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ดังนั้น บทบาทของผู้เรียน คือผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม โดยต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหา หรือแก้ไขชิ้นงาน นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

5. แนวการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

5.1 ความหมายของการประเมินตามสภาพจริง

เครดเลอร์ (Cradler, 1991) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินสิ่งที่นักเรียนได้แสดงความสามารถในการใช้ทักษะการคิดและความรู้สึกเพื่อแก้ปัญหาตามสภาพจริง (Authentic Approach)

เบเกอร์ โอนีล และลินน์ (Backer O' Neil and Linn, 1993) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินที่ใช้เทคนิคการประเมินอย่างหลากหลายวิธีตลอดช่วง ระยะเวลาหนึ่ง เพื่อจะตรวจสอบคุณภาพของนักเรียน หรือของโปรแกรมวิชา ดังนั้น การประเมิน ดังกล่าวต้องอาศัย หลักการที่ว่านักเรียนต้องมีการลงมือกระทำหรือปฏิบัติหรือแสดงออกเพื่อแสดงถึง ความเข้าใจและ เพื่อแสดงออกถึงทักษะจากการเรียนรู้ตลอดจนการแสดงถึงกระบวนการหรือวิธีการที่นักเรียนใช้

เฮอร์แมนและวินเทอร์ (Herman and Winter, 1994) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริง เป็นงานที่ใช้ความสามารถระดับสูง ใช้ทักษะในการแก้ปัญหา ใช้กิจกรรมการเรียนการสอน ที่เป็นจริง

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาธรรม (2553) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นวิธีการประเมินที่ออกแบบมาเพื่อสะท้อนให้เห็นพฤติกรรมและทักษะที่จำเป็นของนักเรียนในสถานการณ์ที่เป็นจริงแห่งโลกปัจจุบัน (Real World Situation) และเป็นวิธีการประเมินที่เน้นงานที่นักเรียนแสดงออกในภาคปฏิบัติ (Performance) เน้นกระบวนการเรียนรู้ (Process) ผลผลิต (Products) และแฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) การที่จะทำให้นักเรียนบรรลุถึงความต้องการของแต่ละบุคคลได้นั้น วิธีการประเมินตามสภาพจริงจะเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลและมีส่วนร่วมในการจัดกระบวนการเรียนรู้ของตนเองด้วย ดังนั้นวิธีการประเมินวิธีนี้จะช่วยในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างต่อเนื่อง กระบวนการที่ใช้ในการประเมินตามสภาพจริง อาจใช้การสังเกตการบันทึกและการรวบรวมข้อมูลจากผลงานและวิธีการที่นักเรียนทำ หากครูตัดสินใจจะใช้วิธีการประเมินตามสภาพจริง ครูต้องคำนึงเสมอว่าหลักสูตร (Curriculum) การเรียนการสอน (Instruction) และการประเมิน (Assessment) จะต้องไปด้วยกันโดยไม่แยกการประเมินออกไปต่างหากเหมือนความคุ้นเคยอย่างเดิมที่ครูทำ แต่จะต้องสัมพันธ์ส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วน เข้าด้วยกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557: 18) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกใน การปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีการประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

จากความหมายของการประเมินตามสภาพจริงข้างต้นสรุปได้ว่า การประเมินตามสภาพจริง เป็นการประเมินความรู้ความสามารถและทักษะที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออกใน การปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน โดยใช้เทคนิคการประเมินอย่างหลากหลายวิธี เช่น การบันทึก การสังเกตการรวบรวมผลงาน เป็นต้น ซึ่งครูผู้สอนสามารถเลือกใช้วิธีการประเมินได้ตามความเหมาะสมและผลที่ได้จะเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน

5.2 ลักษณะของการประเมินตามสภาพจริง

วิกกินส์ (Wiggins, 1989) กล่าวว่า คุณลักษณะการประเมินตามสภาพจริงสามารถจำแนกออกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้ 1. การปฏิบัติในสภาพจริง (Performance in the Field) เป็นการประเมินตามสภาพจริงโดยออกแบบขึ้นสำหรับประเมินการปฏิบัติในสภาพจริง เช่น ผู้เรียนเรียนการเขียนก็ต้องเขียนให้ผู้อ่านจริง เป็นผู้อ่านไม่ใช่เรียนรู้การเขียนและวัดประเมินผู้เรียนด้วยการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดการสะกดคำหรือตอบคำถามเกี่ยวกับหลักการเขียน หรือผู้เรียนเรียนวิทยาศาสตร์ต้องให้ผู้เรียนทำการทดลองวิทยาศาสตร์ ทำงานค้นคว้าวิจัยหรือทำโครงการงาน แทนการทำแบบทดสอบเพียงความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามงานที่ให้นักเรียนทำต้องเป็นงานที่สัมพันธ์กับชีวิตความเป็นจริง ทำทนายการใช้สติปัญญาที่ซับซ้อนหรือใช้ความรู้ที่อาศัยทักษะทางอภิปัญญา (Meta - Cognition Skills) และต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่าง บุคคลในด้าน 1) แบบการเรียนรู้ของผู้เรียน (Learning Styles) 2) ความถนัด (Aptitudes) และความสนใจของผู้เรียนเพื่อใช้สำหรับการค้นหาจุดเด่นและพัฒนาความสามารถของผู้เรียน

2. เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน (Criteria) เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินจำเป็นต้องเป็นเกณฑ์ประเมิน “แก่นแท้” (Essentials) ของการปฏิบัติมากกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ถูกสร้างขึ้นจากผู้ใดผู้หนึ่ง โดยเฉพาะเกณฑ์ที่เป็นเกณฑ์ประเมินแก่นแท้ นี้ เป็นเกณฑ์ที่เปิดเผยและรับรู้กันอยู่ในโลกของความเป็นจริงของตัวนักเรียนเองและผู้อื่น ไม่ใช่เกณฑ์ที่เป็นความลับปิดกั้นปิดอย่างที่มีการประเมินแบบดั้งเดิมใช้อยู่ การให้นักเรียนรู้ว่าตนต้องทำภารกิจอะไรและมีเกณฑ์อย่างไร การเปิดเผยเกณฑ์การประเมินไม่ใช่เป็นการ “คดโกง” ถ้าภารกิจนั้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับการปฏิบัติจริง แต่ถ้าภารกิจที่ให้ทำเป็นการหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว เช่น ข้อสอบแบบเลือกตอบ การเปิดเผยคำตอบก่อนย่อมไม่ควรทำ การประเมินในสภาพจริงที่มีการเปิดเผยเกณฑ์ไว้ก่อนนั้นถือว่าการเรียนรู้ของผู้เรียนและการสอนของผู้สอนจะส่งเสริมซึ่งกันและกัน เมื่อครูและนักเรียนต่างรู้ล่วงหน้าว่าการประเมินจะเน้นที่จุดใดเป็นสำคัญ

ในแต่ละภารกิจจะระบุเกณฑ์มาตรฐานของการปฏิบัติที่ชัดเจนและโปร่งใส เกณฑ์นั้นจะสะท้อนมุมมองที่หลากหลายของภารกิจที่มีความซับซ้อนมากกว่าจะย่อหรือสรุปออกมาให้เห็นได้เพียงด้านใดด้านหนึ่ง เนื่องจากเกณฑ์เป็นเรื่องที่นำมาจากการปฏิบัติ เกณฑ์จึงเป็นข้อชี้แนะสำหรับการเรียนการสอน และการประเมินที่จะสะท้อนให้เห็นเป้าหมายและกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างชัดเจนจึงทำให้ครูอยู่ในบทบาทของผู้ฝึก (Coach) และนักเรียนอยู่ในบทบาทของผู้ปฏิบัติ (Performers) พร้อมทั้งเป็นผู้ประเมินตนเอง (Self - Evaluators)

3. การประเมินตนเอง (Self - Assessment) การประเมินตนเองนั้นมีความสำคัญอย่างมาก ต่อการปฏิบัติภารกิจจริง (Authentic Task) โดยมีจุดประสงค์ของการประเมินตามสภาพจริงคือ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการประเมินงานของตนเอง โดยวัดกับมาตรฐานทั่วไป (Public Standard) เพื่อปรับปรุง แก้ไขและเปลี่ยนทิศทางการดำเนินงาน เพื่อเป็นการเริ่มต้นในการวัดความก้าวหน้าของตนในรูปแบบต่าง ๆ หรือจุดต่าง ๆ อย่างที่ไม่มีการวัดเช่นนี้มาก่อน จะเห็นได้ว่าการประเมินตนเองเป็นการทำงานที่ตนเป็นผู้ชี้นำตนเอง ปรับปรุงจากแรงจูงใจของตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อมนุษย์ในโลกของความเป็นจริง

เนื่องจากมาตรฐานการปฏิบัติยึดถือเรื่องของความก้าวหน้าเป็นสำคัญ ดังนั้นการทำให้กระบวนการปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ ดียิ่งขึ้น ชัดเจนมากขึ้น เหมาะสมมากขึ้น จึงถือเป็นหัวใจของการประเมินตามสภาพจริง เปิดโอกาสให้นักเรียนซึ่งอยู่ในระดับขั้นต้นของการพัฒนาสมรรถภาพ มีโอกาสเห็น รับรู้และได้รับคำชมเชยในการพัฒนาตน

4. การนำเสนอผลงาน คุณลักษณะประการหนึ่งของการประเมินตามสภาพจริงนั้น นักเรียนมักได้รับการคาดหวังให้เสนอผลงานต่อสาธารณชน และเป็นการเสนอผลงานด้วยปากเปล่า (Oral Presentation) กิจกรรมการนำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ที่หยั่งรากลึกเนื่องจากนักเรียนได้สะท้อนความรู้สึกของตนว่ารู้อะไร และนำเสนอเพื่อให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้มั่นใจได้ว่านักเรียนได้เรียนรู้ในหัวข้อนั้น ๆ อย่างแท้จริง นอกจากนี้คุณลักษณะของการประเมินผลตามสภาพจริงมีประโยชน์ต่อการตอบสนองต่อจุดประสงค์ที่สำคัญอีกหลายประการคือ เป็นสัญญาณบ่งบอกคุณภาพงานของนักเรียนว่ามีความสำคัญมากพอที่จะให้ผู้อื่นรับรู้และชื่นชมได้ เปิดโอกาสให้ผู้อื่น เช่น ครู เพื่อนนักเรียน ผู้ปกครอง ได้เรียนรู้ตรวจสอบ ปรับปรุง แก้ไข ชื่นชมในความสำเร็จด้วยอย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นตัวแทนของการบรรลุถึงเป้าหมายในการวัดทางการศึกษาอย่างแท้จริงและมีชีวิตชีวา

จากการจำแนกคุณลักษณะของการประเมินตามสภาพจริงข้างต้น มีความสอดคล้องกับ เฮอร์แมนและวินเทอร์ดังนี้

เฮอร์แมนและวินเทอร์ (Herman and Winter, 1994 p. 49 -51) กล่าวว่า คุณลักษณะของการประเมินทางเลือกใหม่มี 6 ประการ ดังนี้

1. การประเมินจากทางเลือกใหม่นี้ ผู้สอนต้องจัดโอกาสการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้แสดงออกในภาคปฏิบัติคิดสร้างสรรค์ ผลิตผลงาน การกระทำบางสิ่งบางอย่างที่สัมพันธ์กับสิ่งที่เรียน
2. ต้องดึงหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ระดับการคิดขั้นสูงและใช้ทักษะในการแก้ปัญหา
3. งานหรือภารกิจหรือกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนทำต้องเป็นสิ่งที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน
4. สิ่งที่เรียนต้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโลกแห่งความเป็นจริงในชีวิตประจำวันได้
5. ต้องใช้คนเป็นผู้ตัดสินการประเมิน ไม่ใช่เครื่องจักรตัดสิน (People not Machine)
6. ผู้สอนจะต้องเปลี่ยนแปลงบทบาทใหม่ทั้งในด้านการสอนและการประเมิน

จากคุณลักษณะร่วม 6 ประการของการประเมินทางเลือกใหม่ดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ผู้สอนจำเป็นต้องปรับบทบาทใหม่ทั้งด้านการสอนและการประเมิน โดยด้านการสอนต้องเปลี่ยนจาก

การยึดครูเป็นศูนย์กลางเป็นยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และจากการใช้แบบทดสอบอย่างเดียวเพื่อประเมินผู้เรียนเป็นการใช้เครื่องมือในการประเมินอย่างหลากหลาย และไม่แยกการประเมินออกจากกิจกรรมการเรียนการสอน

อนุวัติ คุณแก้ว (2554) กล่าวว่า ลักษณะของการประเมินตามสภาพจริง มี ดังนี้

1. เป็นการประเมินความก้าวหน้า การแสดงออกของผู้เรียนแต่ละคนบนรากฐานของทฤษฎีทางพฤติกรรมการเรียนรู้โดยใช้เครื่องมือการประเมินที่หลากหลาย
2. การประเมินตามสภาพจริง จะต้องมียุทธศาสตร์บนพัฒนาการและการเรียนรู้ทางสติปัญญาที่หลากหลาย
3. หลักสูตรสถานศึกษา ต้องให้ความสำคัญต่อการประเมินตามสภาพจริง คือ หลักสูตรต้องพัฒนามาจากบริบทที่มีรากฐานทางวัฒนธรรมที่ผู้เรียนอาศัยอยู่และต้องเรียนรู้ให้ทันกับกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลก
4. การเรียน การสอน การประเมินผล จะต้องหลอมรวมกัน และการประเมินต้องประเมินต่อเนื่องตลอดเวลาที่ทำการเรียนการสอน โดยผู้เรียนมีส่วนร่วม
5. การเรียนการสอน การประเมิน เน้นสภาพที่สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับธรรมชาติความเป็นจริงของการดำเนินชีวิตและควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดงานด้วยตนเอง
6. การเรียนการสอนจะต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาศักยภาพให้เต็มที่สูงที่สุด ตามสภาพที่เป็นจริงของแต่ละบุคคล เติบโตตามศักยภาพของตนเอง การเรียน การสอน การประเมินต้องเกี่ยวเนื่องกันและเน้นการปฏิบัติจริงในสภาพที่ใกล้เคียงหรือสภาพที่เป็นจริงในชีวิตประจำวัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง

ชวลิต ชูกำแหง (2550) กล่าวว่า คุณลักษณะของการประเมินตามสภาพจริง มีดังนี้

1. การปฏิบัติในสภาพจริง การประเมินตามสภาพจริงออกแบบขึ้นเพื่อประเมินการปฏิบัติในสภาพจริง เช่น นักเรียนเรียนการเขียนก็ต้องเขียนให้ผู้อ่านจริงเป็นผู้อ่าน มิใช่เรียนการเขียนแล้ววัดผู้เรียนด้วยเพียงการใช้แบบทดสอบวัดการสะกดคำหรือตอบคำถามเกี่ยวกับหลักการเขียน หรือถ้าให้นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ก็ต้องให้นักเรียนทำการทดลองวิทยาศาสตร์ทำงาน ค้นคว้าวิจัย หรือทำโครงงานแทนการทดสอบ
2. เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินที่เป็นแก่นแท้ เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินต้องเป็นเกณฑ์ประเมิน “แก่นแท้” ของการปฏิบัติมากกว่าเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่สร้างขึ้นจากผู้หนึ่ง ผู้ใดโดยเฉพาะ

เกณฑ์ที่เป็นแก่นแท้นี้เป็นเกณฑ์ที่เปิดเผยและรับรู้กันอยู่ในโลกของความเป็นจริง ของทั้งตัวนักเรียนเองและผู้อื่น ไม่ใช่เกณฑ์ที่เป็นความลับปกปิดอย่างที่มีการประเมินแบบดั้งเดิมใช้อยู่ การให้นักเรียนรู้ตัวตนเองทำภารกิจอะไรและมีเกณฑ์อย่างไร การเปิดเผยเกณฑ์การประเมิน ไม่ใช่การ “คดโกง” ถ้าภารกิจนั้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับการปฏิบัติจริง

3. มีการประเมินตนเอง จุดประสงค์ของการประเมินตามสภาพจริงคือ 1) เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการประเมินงานของตน โดยเทียบวัดกับมาตรฐานทั่วไปของสาธารณชน 2) เพื่อปรับปรุง ขยับขยาย และเปลี่ยนทิศทางการดำเนินงาน 3) เพื่อริเริ่มในการวัดความก้าวหน้าของตนในรูปแบบต่าง ๆ หรือจุดต่าง ๆ อย่างที่ไม่มีการวัดเช่นนี้มาก่อน จะเห็นได้ว่าการประเมินตนเองเป็นการทำงานที่ตนเป็นผู้ชี้้นำปรับปรุงจากแรงจูงใจของตน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อมนุษย์ในโลกของความเป็นจริง

4. มีการนำเสนอผลงาน กิจกรรมการนำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ยังรากลึก เนื่องจากนักเรียนได้สะท้อนความรู้สึกของตนว่ารู้อะไร และนำเสนอเพื่อให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้ ซึ่ง เป็นสิ่งที่ทำให้แน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้หัวข้อนั้น ๆ อย่างแท้จริง นอกจากนี้คุณลักษณะของการประเมินผลตามสภาพจริงเช่นนี้มีประโยชน์ตอบสนองต่อเป้าประสงค์ที่สำคัญอีกหลายประการคือ 1) เป็นสัญญาณบ่งบอกว่างานของนักเรียนมีความสำคัญมากพอที่จะให้ผู้อื่นรับรู้และชื่นชมได้ 2) เปิด โอกาสให้ผู้อื่น เช่น ครูเพื่อนนักเรียน ผู้ปกครอง ได้เรียนรู้ ตรวจสอบ ปรับปรุง ชื่นชมในความสำเร็จด้วยอย่างต่อเนื่อง และ 3) เป็นตัวแทนของการบรรลุเป้าหมายในการวัดทางการศึกษาอย่างแท้จริงและมีชีวิตชีวา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) กล่าวว่า ลักษณะสำคัญของการประเมินตามสภาพจริง มีดังนี้

1. การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลาย ๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน
2. สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง

3. เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นประเมินศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้ พื้นฐานความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติลักษณะนิสัยทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฯลฯ

4. เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลาย ๆ และหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้ส่งเสริมและวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพตามความสนใจและความสามารถของแต่ละบุคคล

5. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนและการวางแผนการสอนของครูว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ครูสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป

6. เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตัวเองและสามารถพัฒนาตนเองได้

7. เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

จากลักษณะของการประเมินตามสภาพจริงข้างต้นสามารถสรุปได้ ดังนี้

1) เป็นการประเมินที่สะท้อนพฤติกรรมและทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนในสถานการณ์จริง

2) เป็นการประเมินที่ใช้เทคนิคการประเมินที่หลากหลาย ครู ผู้เรียนและผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการประเมินและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง

3) เป็นการประเมินที่เน้นการแสดงออกในภาคปฏิบัติ การสร้างสรรค์ผลงาน การคิดขั้นสูงและการใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา เป็นต้น

4) เป็นการประเมินที่หลักสูตร การเรียนการสอน และการประเมินผลจะต้องดำเนินไปด้วยกัน เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองเต็มตามศักยภาพ

5.3 วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตามสภาพจริง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงมีวิธีการประเมินที่หลากหลายและตัวอย่างเครื่องมือในการประเมิน ดังนี้

1. การสังเกต เป็นวิธีการที่กระทำได้ในทุกสถานการณ์และทุกสถานที่ที่ผู้สอนอาจกำหนดเครื่องมือและเกณฑ์ในการสังเกต หรืออาจไม่มีเครื่องมือในการสังเกตก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเด็นที่ต้องการประเมินผู้เรียนว่ามีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการสังเกตระดับความสามารถหรือพฤติกรรมที่แสดงออกมาน้อยเพียงใดและวิธีการสังเกตสามารถใช้ประเมินผลการเรียนรู้ทั้งในด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านทักษะกระบวนการด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ของผู้เรียน เช่น สังเกตในสถานการณ์ที่นักเรียนได้ลงไปศึกษาสภาพแหล่งน้ำในชุมชน หรือสถานการณ์จำลองต่าง ๆ

2. การสัมภาษณ์เนื่องจากพฤติกรรมบางอย่างอาจสังเกตได้ไม่ชัดเจน ถูกต้องตรงต่อความเป็นจริง ผู้สอนจึงอาจใช้การสัมภาษณ์ช่วยเก็บข้อมูลเพิ่มเติม การสัมภาษณ์นี้เป็นวิธีการประเมินโดยตั้งคำถามอย่างง่าย ๆ ไม่ซับซ้อนเกินไป สามารถสัมภาษณ์ผู้เรียนแต่ละคนได้ทั้งรูปแบบที่เป็นทางการหรือไม่เป็นทางการนิยมใช้ประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจในระดับที่สูงกว่าความรู้ ความจำและด้านความรู้สึกรู้สึกนึกคิดที่สะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อ ทศนคติค่านิยม ที่ผู้เรียนยึดถือต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง รวมทั้งการเห็นคุณค่าในเรื่องต่าง ๆ เช่น ครูให้นักเรียนลงไปศึกษา การเลือกซื้อสินค้าของประชาชนเป็นกลุ่ม หลังจากที่ได้ศึกษาแล้วครูจึงสัมภาษณ์นักเรียนเป็นกลุ่มทั้งในด้านความรู้ ความคิด เจตคติของผู้เรียนต่อการศึกษาและทักษะกระบวนการในการศึกษา

3. แบบสอบถาม เป็นการวัดผลที่ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือสอบถาม ซึ่งทำให้ประหยัดเวลาในการซักถาม โดยคำตอบที่ได้รับควรอยู่ในขอบเขตของเรียนที่ผู้เรียนศึกษา เช่น การให้ผู้เรียนลงไปศึกษาระบบนิเวศในโรงเรียน

4. บันทึกรายจากผู้เกี่ยวข้อง เป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ ความคิด ความสามารถพิเศษ ความถนัด ความสนใจ และการแสดงออกของพฤติกรรมลักษณะต่าง ๆ ทั้งที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการเรียนรู้และแนวทางการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เช่น ให้นักเรียน

ลงไปศึกษาวัฒนธรรมไทยในชุมชนแล้วให้นักเรียน หรือครูสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ว่าใช้กระบวนการในการศึกษาได้ถูกต้องหรือไม่

5. แบบทดสอบวัดความสามารถที่เป็นจริง (Authentic Test) เป็นวิธีการสร้างข้อสอบโดยใช้คำถามที่เกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือการสร้างความรู้ใหม่จากความเข้าใจและประสบการณ์เดิมหรือจากสถานการณ์จำลองที่กำหนดขึ้นให้คล้ายคลึงกับสถานการณ์จริงหรือเลียนแบบสภาพจริง เป็นต้น เช่น สร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนได้คิดและตอบเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

6. การรายงานตนเอง เป็นวิธีการประเมินด้วยการให้ผู้เรียนเขียนบรรยายความรู้สึกหรือพูดแสดงความคิดเห็นออกมาโดยตรงเพื่อประเมินความรู้สึกนึกคิด ความเข้าใจ และความต้องการของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนเข้าใจผู้เรียนแต่ละคนมากยิ่งขึ้นและสามารถประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการรวมทั้งเจตคติต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น เช่น ให้นักเรียนบรรยายความรู้สึกของตนเองที่ได้ลงไปใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสารกับชาวต่างชาติในสถานการณ์จริงว่ามีความรู้สึกต่อการใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสาร และรู้สึกอย่างไรต่อบุคคลเหล่านั้น

7. การสร้างจินตภาพ เป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น หรือปฏิกิริยาออกมาเพื่อให้ได้ข้อมูลว่าขณะนั้นผู้เรียนมีความรู้สึกนึกคิดกับเรื่องที่เรียนเป็นอย่างไร ซึ่งอาจตั้งคำถามให้นักเรียนสร้างจินตนาการโดยการต่อข้อความในประโยคต่อไปนี้ให้สมบูรณ์ เช่น ถ้าผมเป็นนักวิทยาศาสตร์ผมจะ..... ถ้าฉันเป็นนักศิลปะชั้นนำของโลก ฉันจะ.....

8. การใช้แฟ้มสะสมงาน เป็นการจัดเก็บตัวอย่างผลงานที่มีรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบและกระทำต่อเนื่องตลอดเวลาช่วงชั้นของหลักสูตรหรือโปรแกรมการเรียนรู้ เพื่อใช้ เป็นหลักฐานแสดงให้เห็นถึงความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ความเข้าใจ และทักษะต่าง ๆ ที่ผู้เรียนพัฒนาได้สำเร็จ รวมทั้งความถนัด ความสนใจ ความพยายาม แรงจูงใจ และความก้าวหน้าทางการเรียนที่สามารถนำมาประกอบการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนแต่ละคนให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เช่น ให้นักเรียนศึกษาประวัติบุคคลสำคัญในชุมชน แล้วให้นักเรียนทำ เป็นแฟ้มสะสมผลงานประวัติของบุคคลเหล่านั้น

สุรศักดิ์ อมรรตันศักดิ์ (2553) กล่าวว่า ในการประเมินตามสภาพจริง ผู้สอนควรประเมินผู้เรียนในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านความรู้และความคิด การแสดงออกและกระบวนการปฏิบัติ ผลผลิตและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เช่น เจตคติ คุณธรรม และค่านิยม วิธีการในการประเมินตามสภาพจริงมีดังนี้

1. การประเมินความรู้และความคิด (Knowledge) ครูผู้สอนอาจประเมินโดย

- การถามตอบในชั้นเรียน
- การพบปะพูดคุยกับผู้เรียน
- การพูดคุยกับคนอื่น
- การอภิปรายในชั้นเรียน
- การสอบปากเปล่า
- การอ่านบันทึกเหตุการณ์ของผู้เรียน
- การตรวจแบบฝึกหัดและการบ้าน

ส่วนเครื่องมือที่ครูใช้อาจมีรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

- แบบสอบอัตนัย
- แบบสอบแบบตอบสั้น ๆ
- แบบสอบแบบเลือกตอบ

2. การประเมินการแสดงออกและกระบวนการปฏิบัติ (Performance and Process) ครูผู้สอนประเมินโดยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนทั้งรายบุคคล รายกลุ่ม เช่น

- การประเมินการแสดงออก เป็นการประเมินในขณะที่ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีกิจกรรมให้ผู้เรียนทำงานและกิจกรรมต่าง ๆ สิ่งที่ควรประเมินคือ การสังเกตสีหน้าท่าทาง การพูดโต้ตอบระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน การแสดงออกที่สนุกสนาน เพลิดเพลิน รวมทั้งการแสดงออกในการพูดโต้ตอบ พัฒนาการทางด้านภาษา ความเข้าใจเรื่องที่เรียนของผู้เรียน

- การประเมินกระบวนการเป็นการประเมินที่ควบคู่กับการแสดงออก สิ่งที่ควรประเมินคือการสังเกตการเคลื่อนไหว กริยา ท่าทาง ความร่วมมือความคล่องตัว ความอดทน การใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ในขณะการปฏิบัติงาน รวมทั้งการสังเกตการณ์มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน

3. การประเมินกระบวนการและผลผลิต (Process and Product) เป็นการประเมินความเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดย

- ประเมินจากผลผลิตของผู้เรียน
- ประเมินจากกระบวนการที่ทำให้เกิดผลผลิต เช่น แผนงาน โครงการผลการสาธิต การจัดนิทรรศการแผนภาพ เกมส์ต่าง ๆ และโครงการกลุ่ม เป็นต้น

4. การประเมินแฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio Assessment) เป็นการประเมินความสำเร็จของผู้เรียนจากผลงาน โดยผู้เรียนสามารถเลือกใช้วิธีการและตัดสินใจเลือกผลงานที่ดีที่สุดหรือผลงานที่แสดงถึงความสนใจ ความสามารถ ทักษะ เจตคติและพัฒนาการของผู้เรียน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่คุณเรียนประสบความสำเร็จหรือภาคภูมิใจ สำหรับการประเมินจากแฟ้มสะสมงาน เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบร่องรอยของการเรียน การประเมินแฟ้มสะสมผลงานจะช่วยตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นจากการประเมินที่ครูผู้สอนได้ประเมินผู้เรียนตลอดภาคเรียน ส่วนประกอบที่สำคัญที่ได้จากการประเมินแฟ้มสะสมผลงานของผู้เรียน คือ ความรู้สึกความคิด และการประเมินตนเองของผู้เรียน

5. การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านเจตคติคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม วิธีการประเมินที่เหมาะสมและได้ข้อมูลตรงกับสภาพความเป็นจริงนั้น ครูผู้สอนควรใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตเองหรือให้ผู้เรียนเขียนบันทึกประจำวัน เพื่อน ๆ สังเกต ตลอดจนให้ผู้เรียนประเมินตนเอง โดยจะมีข้อมูลจากผู้ประเมินหลายฝ่ายมีวิธีการประเมินหลากหลายวิธีและมีการประเมินหลายครั้ง เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน เช่น

- แบบสังเกตพฤติกรรม
- แบบสำรวจรายการ
- แบบประเมินค่า

และเพื่อให้การประเมินตามสภาพจริงสามารถสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จำเป็นต้องใช้เทคนิควิธีการประเมินที่หลากหลายเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างครบถ้วน ถูกต้อง ซึ่งอาจใช้วิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. จากการประเมินตนเอง
2. จากการสังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม

3. จากชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
4. จากการสัมภาษณ์
5. จากการบันทึกของผู้เรียน
6. จากแฟ้มสะสมงาน
7. จากการประเมินภาคปฏิบัติ
8. จากการทดสอบ
9. จากการแสดงบทบาทสมมติ
10. จากการนำเสนอด้วยวาจาและการแสดงละคร
11. จากแบบสอบถาม
12. จากการปฏิบัติทดลอง
13. จากโครงงาน
14. จากการอภิปราย/โต้วาที
15. จากการสร้างสถานการณ์จำลอง
16. จากการแสดง/การสาธิต

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556: 242 - 245) กล่าวว่า
วิธีการที่ใช้ในการประเมินตามสภาพจริง มีดังนี้

1. การสังเกต เป็นวิธีที่ดีมากในการเก็บข้อมูลพฤติกรรมด้านการใช้ความคิด การปฏิบัติงานและโดยเฉพาะด้านอารมณ์ ความรู้สึกและลักษณะนิสัยซึ่งทำได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ทั้งในและนอกห้องเรียน วิธีการสังเกตทำได้ทั้งแบบตั้งใจและไม่ตั้งใจ วิธีการสังเกตแบบตั้งใจหรือมีโครงการหมายถึง ครูกำหนดพฤติกรรมที่ต้องสังเกต ช่วงเวลาสังเกต และวิธีการสังเกต เช่น สังเกตคนละ 3 - 5 นาทีเวียนไปเรื่อย ๆ วิธีสังเกตแบบไม่ตั้งใจ หมายถึง ไม่มีการกำหนดพฤติกรรม การแสดงออกแต่จดบันทึกพฤติกรรมการแสดงออกที่มีความหมาย หรือสะดุดความสนใจของครู
2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีที่ใช้ได้ดีในการเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น ความคิด สติปัญญา ความรู้สึกถึงกระบวนการขั้นตอนในการทำงาน วิธีแก้ปัญหา ซึ่งการสัมภาษณ์อาจจะใช้ประกอบการสังเกต

3. การตรวจงาน เป็นวิธีประเมินที่เน้นการนำผลประเมินไปใช้ในทันทีใน 2 ลักษณะ คือ เพื่อช่วยเหลือนักเรียนและเพื่อปรับปรุงการสอนของครู จึงเป็นการประเมินที่ควรทำตลอดเวลาอย่างต่อเนื่อง เช่น การตรวจแบบฝึกหัดผลงานภาคปฏิบัติโครงการ/โครงการต่าง ๆ

4. การรายงานตนเอง เป็นการให้ผู้เรียนเขียนบรรยาย หรือตอบคำถามสั้น ๆ หรือตอบแบบสอบถามที่ครูสร้างขึ้นเพื่อสะท้อนถึงการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งความรู้ความเข้าใจ วิธีคิด วิธีทำงาน ความพอใจในผลงานและความต้องการพัฒนาตนเองของผู้เรียน เช่น การให้นักเรียนเขียนอนุทิน เป็นต้น

5. การใช้บันทึกจากผู้ที่เกี่ยวข้อง เป็นการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน ผลงานของนักเรียน โดยเฉพาะความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนจากแหล่งต่าง ๆ เช่น จากเพื่อนครู จากเพื่อนนักเรียน จากผู้ปกครอง โดยประชุมแลกเปลี่ยนข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน

6. การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมงาน หมายถึง สิ่งที่ใช้สะสมงานของ นักเรียนอย่างมีวัตถุประสงค์ อาจเป็นแฟ้ม กล้อง แผ่นดิสก์ของข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงความพยายาม ความก้าวหน้า และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในเรื่องนั้น ๆ หรือหลาย ๆ เรื่อง การสะสมงานนี้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเลือกเนื้อหา เกณฑ์การตัดสินความสามารถ/คุณสมบัติ หลักฐานการสะท้อนตนเอง

จากวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินตามสภาพจริงข้างต้นสรุปได้ว่าการประเมินตามสภาพจริงมีวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ แบบสอบถาม แบบบันทึกการรายงานตนเอง แฟ้มสะสมงาน แบบทดสอบความสามารถ เป็นต้น ซึ่งครูสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมและจะต้องคำนึงถึงหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน

5.4 การกำหนดเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง

การประเมินตามสภาพจริงมักนิยมใช้รูบรีคส์ (Rubrics) เพื่ออธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นเครื่องมือ (Scoring tool) ที่มีการระบุเกณฑ์ประเมินชิ้นงานและคุณภาพของชิ้นงานในแต่ละเกณฑ์ ต่อไปนี้เป็นคำแนะนำสาระเกี่ยวกับรูบรีคส์ตามประเด็นที่สำคัญ ดังนี้

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2553: 137-152) กล่าวว่า รูบรีคส์คือเครื่องมือที่ใช้ในการให้คะแนนที่มีการระบุเกณฑ์ประเมินชิ้นงานและคุณภาพ (Quality) ของชิ้นงานในแต่ละเกณฑ์

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินชิ้นงานเขียน ได้แก่ จุดประสงค์ การจัดเนื้อหา การให้รายละเอียด การใช้ภาษา เป็นต้น และคุณภาพของงานเขียนแต่ละเกณฑ์อาจแบ่งเป็นยอดเยี่ยมจนถึงไม่ดี การออกแบบรูบรีคส์สามารถทำได้ 2 รูปแบบ คือ

1. รูบรีคส์แบบภาพรวม (Holistic Rubrics) เป็นเครื่องมือในการให้คะแนนที่เขียนบรรยายคุณภาพของงานในแต่ละระดับคะแนน/เกรด ที่ควรได้โดยพิจารณาภาพรวม เช่นงานที่จะได้รับการประเมินเป็นงานเกี่ยวกับการเขียนรูบรีคส์แบบภาพรวมที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินก็ต้องระบุได้ว่างานเขียนนั้นถ้าจะได้ระดับ 4 จะต้องมีลักษณะหรือมีคุณภาพเป็นเช่นใด ซึ่งต้องเขียนบรรยายไว้อย่างชัดเจน หรือถ้าจะได้ระดับ 3, 2, 1, 0 ก็ต้องเขียนบรรยายคุณภาพในแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจนเช่นกัน หรือถ้าต้องการประเมินการนำเสนอปากเปล่าของนักเรียน ครูอาจสร้างรูบรีคส์แบบภาพรวมเพื่อประเมินการนำเสนอ (Holistic Oral Presentation)

2. รูบรีคส์แบบแยกองค์ประกอบหรือแยกมิติเป็นเครื่องมือในการให้คะแนนที่มีลักษณะแยกสิ่งที่ต้องการประเมินออกเป็นองค์ประกอบหรือมิติย่อย ๆ (Dimension of Performance) และแต่ละองค์ประกอบ/มิติย่อยจะมีการบรรยายคุณภาพออกเป็นระดับต่าง ๆ จากสูงสุดไปสู่น้อยที่สุดหรือควรปรับปรุง เช่น งานที่จะได้รับการประเมินเป็นงานเขียน การประเมินจะประเมินแยกตามองค์ประกอบหรือมิติย่อย ๆ ดังนี้ คือ การสร้างประโยค การเรียบเรียงความคิด สไตลการเขียน เป็นต้น ในแต่ละมิติย่อยจะต้องบรรยายคุณภาพเป็นลำดับจากสูงสุดถึงต่ำสุด ซึ่งการกำหนดระดับคุณภาพเป็นระดับนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และการให้คะแนนก็ต้องพิจารณาว่า ในองค์ประกอบหรือมิติที่จะประเมินนั้นงานชิ้นนั้นมีคุณภาพอยู่ในระดับใด โดยเทียบกับรายละเอียดที่เขียนบรรยายไว้ในรูบรีคส์ จะเห็นได้ว่ารูบรีคส์ทั้ง 2 รูปแบบ เป็นเสมือนเครื่องมือที่ช่วยในการให้คะแนนงานของนักเรียน ซึ่งการประเมินงานของนักเรียนต้องสัมพันธ์กับเกณฑ์และระดับคุณภาพของเกณฑ์ เพื่อเป็นการประกันคุณภาพของการประเมินด้วย ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์และระดับคุณภาพของเกณฑ์จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากเพื่อบ่งบอกความเที่ยงตรงของการประเมินซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่การประเมินตนเอง (Self - evaluation) และการปรับปรุงตนเอง (Self - adjustment) ได้อย่างเหมาะสมต่อไป

ซานนท์ จันทรา (2555) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทั้งมาตรฐานการเรียนรู้

ตัวชี้วัดและครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้โดยเน้นการประเมินตามสภาพจริงเพื่อให้สามารถวัดสมรรถภาพของผู้เรียนได้ตรงตามความเป็นจริง

เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) เป็นการประเมินเชิงคุณภาพที่สามารถระบุและแยกแยะระดับความสำเร็จในการเรียน หรือคุณภาพการปฏิบัติของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้สอนพิจารณาและตัดสินระดับความสามารถของผู้เรียนด้านความรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ทักษะกระบวนการและการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นโดยเกณฑ์การให้คะแนนเป็นการให้คะแนนที่ประเมินจากผลงานที่ผู้เรียนทำหรือพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก ซึ่งไม่ได้พิจารณาที่คำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียวแต่พิจารณาที่ขั้นตอนการทำงานของผู้เรียนด้วย ตลอดจนมีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของผู้เรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม โดยเกณฑ์การให้คะแนนที่นิยมใช้มี 2 แบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลงานของผู้เรียนโดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของผู้เรียนที่ควรมีเป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมดไม่ได้แยกแยะเป็นด้าน ๆ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบรวมมักนำมาใช้ในการประเมินที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของผู้เรียนและต้องการผลที่เป็นภาพรวมกว้าง ๆ และจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น หากใช้ร่วมกับวิธีการประเมินในลักษณะอื่นด้วย เช่น การสังเกตและการใช้คำถาม

ตารางที่ 4 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวมของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 (ดีมาก)	ผลงานมีความถูกต้องสมบูรณ์ แสดงถึงการเข้าใจปัญหา การใช้ยุทธวิธี ดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ และมีการอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าวและสรุปคำตอบได้อย่างชัดเจน
3 (ดี)	ผลงานมีความถูกต้องค่อนข้างสมบูรณ์ แสดงถึงการเข้าใจปัญหา การใช้ยุทธวิธี ดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ และมีการอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าวและสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
2 (พอใช้)	ผลงานไม่ถูกต้อง แต่ดำเนินการหรือแสดงวิธีทำได้อย่างถูกต้องหรือผลงาน บางส่วน มีความผิดพลาดหรือไม่ชัดเจน หรือแสดงถึงความไม่เข้าใจปัญหา มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จ แต่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าวได้
1 (ต้องปรับปรุง)	ผลงานไม่ถูกต้อง พบว่ามีข้อมูลน้อย ไม่สมบูรณ์ ไม่มีรายละเอียด หรือมีการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน แต่แก้ปัญหา ไม่สำเร็จ

2. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อต้องการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา อาจแยกพิจารณาเกี่ยวกับความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบของปัญหา ซึ่งในการให้คะแนนจะกำหนดเกณฑ์ของคะแนนในแต่ละด้านแล้ว รายงานผลโดยจำแนกเป็นด้าน ๆ และอาจสรุปรวมคะแนนทุกด้านด้วยก็ได้ในการจัดการเรียนรู้อภินิหารศาสตร์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์มักนำมาใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่น หรือจุดด้อยของผู้เรียนในแต่ละด้านแล้วนำผลของการประเมินที่ได้ไปส่งเสริมจุดเด่น หรือแก้ไขจุดด้อยเหล่านั้น หรือใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพก่อนที่ผู้เรียนจะเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป

ตารางที่ 5 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้อย่างถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาน้อยมาก หรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยค สัญลักษณ์ได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
		แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคสัญลักษณ์ ไม่ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. การใช้วิธีการ แก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้得不ถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์ - สรุปคำตอบไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง - ไม่มีการสรุปคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า การประเมินผลที่มีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นระบบและชัดเจนจะช่วยให้ครูสามารถพิจารณาและตัดสินได้ว่านักเรียนของตนมีความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับใด ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันคือการให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์แบบรูบริกส์

การให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์แบบรูบริกส์ เป็นการให้คะแนนที่ไม่ได้พิจารณาที่คำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียว แต่ยังพิจารณาที่ขั้นตอนการทำงานของนักเรียนด้วย ตลอดจนมีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงาน หรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์การให้คะแนนแบบรูบริกส์เป็นเครื่องมือช่วยให้ครูพิจารณาและตัดสินระดับความสามารถของนักเรียนด้านความรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การให้คะแนนแบบรูบริกส์ยังเป็นเครื่องมือช่วยให้นักเรียนประเมินผลระดับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนเองแล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนให้ดียิ่งขึ้นได้อีกด้วย

การให้คะแนนแบบรูบรีคส์ที่นิยมใช้มี 2 แบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์เป็นการให้คะแนนแบบรูบรีคส์ประมวลผลงานที่นักเรียนทำหรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก โดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงาน หรือพฤติกรรมของนักเรียนที่ควรมีแยกแยะลงไปเป็นขั้น ๆ ของการทำงานในด้านที่พิจารณาถึง เช่น ด้านที่พิจารณาถึงเป็นการแก้ปัญหา ชั้นของการทำงาน ได้แก่ ชั้นทำความเข้าใจปัญหา ชั้นวางแผนแก้ปัญหา ชั้นดำเนินการตามแผนและชั้นตรวจสอบผล ดังนั้นสิ่งแรกในการพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ก็คือการกำหนดขั้นตอนของการทำงานที่ต้องการประเมินว่ามีอะไรบ้าง หลังจากนั้นก็เป็นกำหนดพิสัยของคะแนนในแต่ละขั้นตอน ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์มักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่น หรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของการทำงานที่กำหนด แล้วนำผลของการประเมินที่ได้ไปส่งเสริมจุดเด่น หรือแก้ไขจุดด้อยเหล่านั้น หรือใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ก่อนที่นักเรียนจะเรียนเนื้อหาใหม่ต่อไป การประเมินผลโดยการให้คะแนนแบบวิเคราะห์จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกตและการใช้คำถาม

2. การให้คะแนนแบบองค์รวม เป็นการให้คะแนนแบบรูบรีคส์ที่ประเมินผลงานของนักเรียนโดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงาน หรือพฤติกรรมของนักเรียนที่ควรมีเป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมดไม่ต้องแยกแยะเป็นขั้น ๆ ของการทำงานในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์การให้คะแนนแบบองค์รวมมักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสิน หรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน การประเมินผลโดยการให้คะแนนแบบองค์รวมเป็นการประเมินที่เหมาะสมสำหรับการประเมินที่มีการวัดในช่วงกว้าง ๆ และต้องการผลที่เป็นภาพรวมกว้าง ๆ และจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกต และการใช้คำถาม

จากการกำหนดเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริงสรุปได้ว่า การประเมินตามสภาพจริงนิยมใช้รูบรีคส์เพื่ออธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งการให้คะแนนแบบรูบรีคส์ 2 แบบ คือ การให้คะแนนแบบองค์รวมและการให้คะแนนแบบวิเคราะห์ โดยครูอาจใช้การให้คะแนนแบบใดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมินผลจะต้องสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ทั้งมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้การประเมินนั้นมีประสิทธิภาพ

6. ประโยชน์จากการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

นัสนรินทร์ ปือชา (2558) ได้กล่าวถึง ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. ด้านเศรษฐกิจ (Economic Opportunity) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาส่งเสริมให้เพิ่มโอกาสในด้านเศรษฐกิจการทำงาน การเพิ่มมูลค่า เพราะนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของโลกล้วนมีพื้นฐานมาจากสะเต็มศึกษา

2. ด้านทรัพยากรบุคคล (Attract more students to technological fields) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาส่งเสริมให้ดึงดูดและสร้างทรัพยากรบุคคลให้เข้าสู่การทำงานด้านเทคโนโลยีที่ยังขาดแคลนอีกมาก

3. ด้านความมั่นคง (National Security) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาส่งเสริมให้มีความมั่นคงให้กับประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความมั่นคงและความปลอดภัยด้านไซเบอร์ (Cyber Security) ในโลกปัจจุบันที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารอย่างมาก

4. ด้านสุขภาพ (Enhancing Health) ความรู้และทักษะจากการได้เรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยให้ประชากรในประเทศมีสุขภาพแข็งแรงและอายุยืนขึ้น เพราะมีเทคโนโลยีในการรักษาโรคภัยต่าง ๆ ได้ดีขึ้น มีการตรวจพบโรคร้ายต่าง ๆ ได้เร็วก่อนจะลุกลามทำให้สามารถทำการรักษาได้ทัน

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มานะ อินทรสว่าง (2556 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้นวัตกรรมชุดทดลองสำหรับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้ากระแสตรง พบการวิจัยพบว่า การทดลองประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นตรวจสอบจากผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎีและหลักการของไฟฟ้ากระแสตรง การหาคุณภาพของนวัตกรรมโดยการตรวจพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และการหาประสิทธิภาพทางการศึกษาตามเกณฑ์ 80/80 โดยการทดลองสอนใช้กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศึกษานารี กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน โดยใช้เวลาในการสอน 16 คาบ คาบละ 60 นาที ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรรมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก นวัตกรรมมีประสิทธิภาพทางการศึกษา 82.65/80.18 และนักเรียนมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้ และทักษะสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและหลังเรียนอยู่สูงกว่าระดับดี

นัสรินทร์ ปือชา (2558) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 39 คนผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

นงนุช เอกตระกูล (2558) ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 44.48 และ 7.00 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าก่อนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยทำให้ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษาผู้สอนควรปฏิบัติดังนี้ คือ 1) ศึกษาสาระสำคัญของสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ในลักษณะของการบูรณาการ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาด้วยตนเอง ก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน 3) จัดการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน 4) จัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน 5) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน 6) วัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning)

ชนกนันท์ พะสุโร (2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมมีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อหิน จังหวัดยะลา ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อหิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษายะลา เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 23 คน ผลการวิจัย พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 80.00/ 80.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี ประสาท เนื่องเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ธีระติกุล (2558 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนและเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงประมวลผล ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิชาการโปรแกรมและประยุกต์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปฏิบัติการในการเสริมสร้างการคิดเชิงประมวลผลด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อศึกษาการคิดเชิงประมวลผลของนักเรียนด้วยแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการรูปแบบการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 36 คนนักเรียนโครงการห้องเรียนอัจฉริยะภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนอนุกุลนารีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาจำนวน 2 แผน แบบประเมินการคิดเชิงประมวลผล อนุทินสะท้อนความคิดของนักเรียนและแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาประกอบด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนซึ่งนำมาใช้ร่วมกับชุดอุปกรณ์ IPST Box เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสร้างชิ้นงานอย่างเป็นขั้นตอนหลังจากจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติที่ (1) นักเรียนเริ่มนำทักษะด้านการคิดเชิงประมวลผลมาใช้ในการลงมือแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานตามขั้นตอนทางวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาในวงจรปฏิบัติที่ (2) เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจรวมทั้งเน้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันทำให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อจบกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 วงจรปฏิบัติพบว่านักเรียน เริ่มนำทักษะการคิดเชิงประมวลผลมาช่วยในการเขียนโปรแกรมได้เป็นอย่างดีส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมได้ 2) นักเรียนมีพัฒนาการด้านการคิดเชิงประมวลผลเพิ่มขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งแรกซึ่งด้านที่มีพัฒนาการโดดเด่นที่สุดคือการกำหนดสาระสำคัญหรือการนำทักษะด้านคอมพิวเตอร์มาสร้างชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามากที่สุดที่โดดเด่นที่สุดก็คือด้านบรรยากาศในชั้นเรียนที่สนุกสนานและกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจ

วรรณณะ ปัดชา และคณะ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้มหาวิทยาลัย มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียน

ระหว่างนักเรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแบบ สสวท. เพื่อเปรียบเทียบทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 72 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้มหาวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะสะเต็มศึกษา และแบบประเมินความพึงพอใจการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

เปรียบฟ้า ดั่งนุ่น (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่องกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่องพาราโบลา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่องพาราโบลา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ศึกษาความสามารถในการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่องพาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และศึกษาเจตคติที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่องพาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 30 คน นักเรียนเหล่านี้ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาทั้งสิ้น 14 คาบ ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่องพาราโบลา จำนวน 12 คาบ เมื่อสิ้นสุดการสอน ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่องพาราโบลา จำนวน 2 คาบ และให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ทำแบบวัดเจตคติที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่องพาราโบลา หลังจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวเสร็จสิ้นลง ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่องพาราโบลา มีความสามารถในการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่องพาราโบลา ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของคะแนนรวม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 65 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่องพาราโบลา มีเจตคติต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่องพาราโบลา อยู่ในเกณฑ์ดี

Tseng et al. (2011) ได้ศึกษาทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเรียนรู้แบบโครงงานสภาพแวดล้อมเป็นฐาน (PBL) โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาทัศนคติต่อวิศวกรรมก่อนและหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่บูรณาการ STEM โดยใช้การสำรวจและการสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ที่เพิ่งเข้าทำงานใหม่ที่จบการศึกษาจากสถาบันเทคโนโลยีในไต้หวัน จำนวน 5 แห่ง รวม 30 คน ผลการศึกษา พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยโครงงานเป็นฐานมีทัศนคติต่อวิศวกรรมเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มตัวอย่างได้ให้สัมภาษณ์และกล่าวถึงความสำคัญของ STEM ที่เป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต สามารถนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้ สามารถปรับปรุงคุณภาพชีวิตและสังคมของเราและสามารถทำให้โลกเป็นสถานที่ที่สะดวกและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นอีกด้วย

Diana (2012) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนเกรด 3-8 โดยให้นักเรียนทำโครงงานในหัวข้อเรื่องดาวอังคารในจินตนาการ หรือ The Imagine Mars Project มีการให้นักเรียนได้คิดออกแบบและสร้างโมเดลชุมชนและสังคมบนดาวอังคารตามจินตนาการผ่านขั้นตอนการจัดกิจกรรมทั้ง 5 ขั้นตอน จากผลการศึกษา พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคตได้ มีผลทดสอบในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ที่สูงขึ้นด้วย

Dowey (2013) ได้ศึกษาเจตคติ ความสนใจและการรับรู้ความสามารถของตนเองต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหญิงโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เป็นชนกลุ่มน้อยในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยศึกษาเฉพาะในกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและเรียนในหลักสูตรสะสม ซึ่งมีจุดประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อศึกษาปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบสำรวจที่สร้างตามวิธีของ Likert ทำการวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาอิทธิพลของความแตกต่างทางเชื้อชาติและความสามารถทางวิชาการที่มีผลต่อเจตคติและความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เป็นชนกลุ่มน้อยที่มีชาติพันธุ์กลุ่มเอเชีย/ฟิลิปปินส์ มีเจตคติและความสนใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มชาติพันธุ์อื่น ๆ และพบว่านักเรียนที่ได้รับการให้กำลังใจและการส่งเสริมจากครอบครัวในด้านต่าง ๆ จะมีการรับรู้ในความสามารถของตนเองทางด้านวิทยาศาสตร์ได้ดีด้วย

โฮลล์ควิสท์ (Holmquist, 2014) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบนักเรียนสองกลุ่มในระดับประถมศึกษาที่เรียนการทำหุ่นยนต์ตามแนวสะสมศึกษาและไม่ได้เรียนตามแนวสะสมศึกษา อีกทั้งศึกษาทัศนคติต่อการเรียนหลังจากการทำกิจกรรม เพื่อพัฒนาการเรียนด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนการทำหุ่นยนต์ตามแนวสะสมศึกษา มีผลการเรียนและทัศนคติที่ดีขึ้นและสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามแนวสะสมศึกษา นอกจากนี้ยังพบว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ตามแนวสะสมศึกษา ส่งผลให้นักเรียนมียุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้ดีขึ้นอีกด้วย

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะสมศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า วิจัยส่วนใหญ่ทั้งในประเทศและต่างประเทศจะเป็นงานวิจัยกึ่งทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษา ซึ่งพบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาล้วนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นกว่าการเรียนแบบปกติแสดงให้เห็นว่าสะสมศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ อีกวิธีหนึ่งที่สามารถยกระดับความสามารถของผู้เรียนให้ดีขึ้นได้ อีกทั้งงานวิจัยบางส่วนซึ่งเป็นงานวิจัยเชิงสำรวจเกี่ยวกับสะสมศึกษา พบว่าสะสมศึกษาในบริบทของประเทศไทยและต่างประเทศมีความแตกต่างกันที่ประเทศไทยมีการบูรณาการใน 3 สาขาวิชา ได้แก่วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และการงานอาชีพและเทคโนโลยี ผนวกกับแนวคิดการออกแบบทางวิศวกรรม ดังนั้นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องใน

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจเป็นอย่างดี เพื่อให้เกิดประโยชน์
สูงสุดแก่ผู้เรียน



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับการวิจัยเรื่องกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (Learning Activities Using STEM EDUCATION in Elementary Logic for Mathayomsuksa IV students) เป็นการศึกษาโดยใช้รูปแบบการทดลองอย่างแท้จริง (True experimental design) ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. พัฒนาทักษะด้านสะเต็มศึกษา ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 251 คน โรงเรียนห้วยคตพิทยาคม จังหวัดชัยนาท กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลองและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 2 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจง ทั้งนี้ เพื่อให้การดำเนินการวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ได้กำหนดรายละเอียดไว้ดังนี้

1. ขอบเขตของการวิจัย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ขอบเขตของการวิจัย

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนห้วยคตพิทยาคม อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท นักเรียน 251 คน

กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 และ 2 จำนวน 80 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนหั่นคาพิทยาคม อำเภอหั่นคา จังหวัดชัยนาท ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจง

1.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. การจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

3. ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.3 ระยะเวลาในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 จะได้รับการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 2 จะได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

1.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ 1 ค31101 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ประกอบด้วย ประพจน์ การหาค่าความจริงของประพจน์ การเชื่อมประพจน์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

2. รูปแบบการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ใช้รูปแบบการทดลองอย่างแท้จริง แบบแผนการวิจัยวัดผลก่อนและหลัง มีกลุ่มควบคุม (Pretest - Posttest control group design) โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 ห้อง 1 เป็นกลุ่มทดลองและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 2 เป็นกลุ่มควบคุมมีลักษณะการทดลองดังตารางที่ 6 (ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล และสุภาพ ฉัตรภรณ์ 2555)

ตารางที่ 6 ลักษณะการทดลองจัดการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง	R	O ₁	X ₁	O ₂
กลุ่มควบคุม	R	O ₁	X ₂	O ₂

เมื่อ	R	แทน	การสุ่มเข้ากลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม
	O ₁	แทน	การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ก่อนเรียน
	X ₁	แทน	กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
	X ₂	แทน	การจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.
	O ₂	แทน	การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น หลังเรียน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา รายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 1 หน่วยการเรียนรู้ คือ ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ซึ่งทั้งหมดจำนวน 7 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 14 คาบ และแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จากผู้เชี่ยวชาญ มีทั้งหมด 5 ด้าน 23 ตัวบ่งชี้

2. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 1 หน่วยการเรียนรู้ คือ ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ทั้งหมดจำนวน 7 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 14 คาบและแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญ มีทั้งหมด 5 ด้าน 19 ตัวบ่งชี้

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 20 คะแนน ใช้สำหรับวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ 1 ค31101 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น แบบทดสอบมีลักษณะเป็นแบบปรนัยหลายตัวเลือก ประเภท 4 ตัวเลือก พิจารณาออกข้อสอบแต่ละข้อโดยแนวคิดของบลูม จำแนกระดับของข้อสอบเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า ควบคู่กับลักษณะของสะเต็มศึกษา

4. แบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา มีการประเมินทักษะทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ ทักษะทางด้านเทคโนโลยี ทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และทักษะทางด้านคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 15 ตัวบ่งชี้

5. แบบประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการประเมินความพึงพอใจ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ มีทั้งหมด 26 รายการ

3.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา รายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้พัฒนาและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นเตรียม ศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 การจัดการสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ซึ่งมีความสอดคล้องกับเนื้อหาตรรกศาสตร์เบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ศึกษาเอกสาร ตำรา รายละเอียดของสาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระคณิตศาสตร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

3. ศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐาน และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชา คณิตศาสตร์ 1 ค31101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อกำหนดผลการเรียนรู้ สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น 1) นักเรียนสามารถจำแนกข้อความว่าเป็นประพจน์หรือไม่เป็นประพจน์ได้ ถูกต้อง 2) นักเรียนสามารถเชื่อมประพจน์โดยใช้ตัวเชื่อมชนิดต่าง ๆ ได้ 3) นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อมได้ถูกต้อง 4) นักเรียนสามารถเขียนประพจน์ในรูปข้อความที่มีตัวเชื่อมให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ได้

4. นักเรียนสามารถใช้ตรรกศาสตร์เบื้องต้นในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลการเรียนรู้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 ขั้นตอนในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนดังนี้

1. ได้แบ่งเนื้อหาและเวลาในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน ดังนี้

- | | |
|--|-------------|
| - แผนที่ 1 เรื่อง ประพจน์ | จำนวน 2 คาบ |
| - แผนที่ 2 เรื่อง การเชื่อมประพจน์ “และ” | จำนวน 2 คาบ |
| - แผนที่ 3 เรื่อง การเชื่อมประพจน์ “หรือ” | จำนวน 2 คาบ |
| - แผนที่ 4 เรื่อง การเชื่อมประพจน์ “ถ้า...แล้ว...” | จำนวน 2 คาบ |
| - แผนที่ 5 เรื่อง การเชื่อมประพจน์ “ก็ต่อเมื่อ” | จำนวน 2 คาบ |
| - แผนที่ 6 เรื่อง นิเสธของประพจน์ | จำนวน 2 คาบ |
| - แผนที่ 7 เรื่อง การหาค่าความจริงของประพจน์ | จำนวน 2 คาบ |

2. พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชาโดยพิจารณาจากกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ ซึ่งกิจกรรมจะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

มีการบูรณาการ 3 วิชา ดังนี้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ โดยผนวกกับแนวความคิดการออกแบบทางวิศวกรรม พร้อมทั้งกำหนดเวลาเรียนให้เหมาะสมกับขอบข่ายเนื้อหาสาระหรือจุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมที่กำหนดไว้

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่จัดทำเสร็จเรียบร้อยแล้วมาพิจารณาทบทวนเพื่อหาจุดบกพร่อง เพื่อแก้ไขด้านความถูกต้องของเนื้อหา การเรียบเรียงภาษาและการสื่อความหมาย

1.3 การพัฒนาแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียม

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

2. ขั้นดำเนิน

การพัฒนาแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ตามที่กำหนดไว้ในตารางแสดงรายการประเมิน เพื่อสร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเขียนเครื่องหมาย

✓ ลงในช่องรายการ “ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ” ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านและหากมีข้อเสนอแนะสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด เห็นว่าควรมีการปรับปรุง โปรดใส่ข้อความในช่อง “ข้อเสนอแนะ” เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้

(Rowinelli and Hambelton, 1977 อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิจรูญ, 2544: 273)

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

ซึ่งประกอบด้วยประเด็นในการประเมินทั้งสิ้น 5 ประเด็น มี 23 รายการ

- ประเด็นที่ 1 จุดประสงค์การเรียนรู้ มี 3 รายการ
- ประเด็นที่ 2 สารการเรียนรู้ มี 3 รายการ
- ประเด็นที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มี 11 รายการ
- ประเด็นที่ 4 การวัดประเมินผล มี 2 รายการ
- ประเด็นที่ 5 องค์ประกอบ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด มี 4 รายการ

3. ขั้นปรับปรุงแก้ไข

(1) นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความชัดเจน เหมาะสม ความถูกต้องและครอบคลุม โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาต้องมีค่ามากกว่า 0.5

(2) ปรับปรุงแบบประเมินตามข้อเสนอแนะตามอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

(3) นำแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินคุณภาพ

(4) เมื่อได้ผลแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ประเด็น จึงนำมาแปลความหมาย

4. ขั้นนำไปใช้

นำผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ มาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา รายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นตามผู้เชี่ยวชาญอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.3 เตรียมการสอนและปฏิบัติการสอน

2. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. รายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้พัฒนาและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตร ได้แก่ หลักการ จุดหมาย โครงสร้างเวลาเรียน แนวดำเนินการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ตอบสนองจุดประสงค์การเรียนรู้และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร การวัดและการประเมินการเรียน คำอธิบายในแต่ละกลุ่มประสบการณ์

ซึ่งระบุเนื้อหาที่ต้องให้นักเรียนได้เรียน ตามลำดับขั้นตอนกระบวนการที่ต้องให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้

1. ศึกษาความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับองค์ประกอบแต่ละส่วนของหลักสูตร
2. ลำดับความคิดรวบยอดที่จัดให้นักเรียนแต่ละระดับชั้นได้เรียนรู้ก่อนหลัง โดยพิจารณาขอบข่ายเนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา
3. กำหนดผลที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน เมื่อได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดแต่ละเรื่องแล้ว

4. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชาหรืออาจพิจารณาจากกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ

5. กำหนดเวลาเรียนให้เหมาะสมกับขอบข่ายเนื้อหาสาระหรือจุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมที่กำหนดไว้

6. รวบรวมรายละเอียดตามกิจกรรมข้อ 1 - 5 จัดทำเป็นเอกสารที่เรียกว่า กำหนดการสอนหรือแนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ใช้เป็นแนวทางในการเตรียมแผนการสอน

2.2 การพัฒนาแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียม

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

2. ขั้นดำเนิน

การพัฒนาแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ตามที่กำหนดไว้ในตารางแสดงรายการประเมิน เพื่อสร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการ “ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ” ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านและหากมีข้อเสนอแนะสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด เห็นว่าควรมีการปรับปรุง โปรดใส่ข้อความในช่อง “ข้อเสนอแนะ” เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้ (Rowinelli and Hambelton, 1977 อ้างถึงใน พิเชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544: 273)

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและ
จุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและ
จุดประสงค์การเรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและ
จุดประสงค์การเรียนรู้

ซึ่งประกอบด้วยประเด็นในการประเมินทั้งสิ้น 5 ประเด็น มี 19 รายการ

- ประเด็นที่ 1 จุดประสงค์การเรียนรู้ มี 3 รายการ
- ประเด็นที่ 2 สารการเรียนรู้ มี 3 รายการ
- ประเด็นที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มี 7 รายการ
- ประเด็นที่ 4 การวัดประเมินผล มี 2 รายการ
- ประเด็นที่ 5 องค์ประกอบ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด มี 4 รายการ

3. ชั้นปรับปรุงแก้ไข

(1) นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ความชัดเจน เหมาะสม ความถูกต้องและครอบคลุม โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาต้องมีค่ามากกว่า 0.5

(2) ปรับปรุงแบบประเมินตามข้อเสนอแนะตามอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

(3) นำแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินคุณภาพ

(4) เมื่อได้ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ประเด็น จึงนำมาแปลความหมาย

4. ชั้นนำไปใช้

นำผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ มาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. รายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นตามผู้เชี่ยวชาญอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.3 เตรียมการสอนและปฏิบัติการสอน

3. การพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (Multiple Choice) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแยกตามระดับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ระดับ ดังนี้ คือ ความรู้ความจำ การเข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า และสังเคราะห์ จำนวนข้อสอบรวมทั้งหมด 40 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริง 20 ข้อ วิธีการพัฒนาแบบทดสอบ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นเตรียม

1. ศึกษาวิธีการพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ 1 และผลการเรียนรู้ที่วิเคราะห์ มาจากมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คู่มือครูและแบบเรียนคณิตศาสตร์

3. ทำตารางผังข้อสอบ (Test Blueprint) ให้นำหนักความสำคัญของแต่ละผลการเรียนรู้ โดยแยกตามระดับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 6 ระดับ ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับผลการเรียนรู้และลำดับความสำคัญของเนื้อหา ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบปรนัยแบบเขียนตอบ (Test Blueprint) รายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหันคาพิทยาคม

ชื่อหน่วย	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	น้ำหนัก(ร้อยละ)	จำนวนข้อ	ระดับพฤติกรรมกรวัด					
				จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สังเคราะห์
ตรรกศาสตร์เบื้องต้น	1. นักเรียนสามารถจำแนกข้อความว่าเป็นประพจน์หรือไม่เป็นประพจน์ได้ถูกต้อง	27.5	11	5	3	3	-	-	-
	2. นักเรียนสามารถเชื่อมประพจน์โดยใช้ตัวเชื่อมชนิดต่าง ๆ ได้	15.0	6	3	1	2	-	-	-
	3. นักเรียนสามารถหาค่าความจริงของประพจน์ที่มีตัวเชื่อมได้ถูกต้อง	40.0	16	3	6	7	-	-	-
	4. นักเรียนสามารถเขียนประพจน์ ในรูปข้อความที่มีตัวเชื่อมให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ได้	17.5	7	-	2	1	4	-	-
	รวม	100	40	11	12	13	4	0	0

3.2 ขั้นดำเนินการ

พัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมเนื้อหาตามผลการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ โดยมีข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) มี 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เพื่อใช้จริง 20 ข้อ

3.3 ขั้นตรวจสอบ ทดสอบและปรับปรุง

1. นำแบบทดสอบที่ออกแบบเสร็จแล้ว ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน พร้อมแนบผลการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้วยเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content Validity) แล้วหาค่าความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยใช้สูตรและมีเกณฑ์ดังนี้ (พรรรณี ลิกิจวัณณะ, 2555)

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

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

การให้คะแนนข้อคำถามแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ (R) มี 3 ค่า คือ

+1 คะแนนสำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 คะแนนสำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 คะแนนสำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยค่า IOC ที่ยอมรับอยู่ในช่วง 0.5 ขึ้นไป ซึ่งข้อคำถามที่เลือกไว้ในงานวิจัยครั้งนี้ มีค่า IOC เท่ากับ 0.87

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ทำการทดลองกับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่ม ตัวอย่างและเคยผ่านการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นและโลกดาราศาสตร์และอวกาศ เรื่องโครงสร้างโลก จำนวน 25 คน เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความยากง่าย (P) โดยใช้สูตรหาความยากง่าย ให้ขอบเขตความยากง่ายและความหมาย ดังนี้

สูตรหาความยากง่าย (Difficulty)

$$P = \frac{H+L}{2N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

กำหนดเกณฑ์ความยากง่ายหรือกำหนดค่า p ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และ
ขอบเขตของค่า p มีความหมายดังนี้

มากกว่า 0.80 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก (ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

0.60 - 0.80 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

0.40 - 0.59 เป็นข้อสอบที่ปานกลาง

0.20 - 0.39 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก

ต่ำกว่า 0.20 เป็นข้อสอบที่ยากมาก (ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

3. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตรหาค่าอำนาจ
จำแนกให้ขอบเขตค่าอำนาจจำแนกและความหมาย ดังนี้

สูตรหาค่าอำนาจจำแนก (Power of Discrimination)

$$r = \frac{H-L}{N}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

กำหนดเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกหรือกำหนดค่า r ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และ
ขอบเขตของค่า r มีความหมายดังนี้

มากกว่า 0.40 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกคุณภาพดีมาก

0.30 - 0.39 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกคุณภาพดี

0.20 - 0.29 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกคุณภาพปานกลาง

0.00 - 0.19 ค่าดัชนีอำนาจจำแนกคุณภาพต้องปรับปรุง

4. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder
Richardson (คณาจารย์ ภาควิชาสถิติ, 2549: 409)

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

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมด

p คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ

S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ข้อคำถามที่เลือกไว้ในงานวิจัยในครั้งนี้มีค่าค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.671

3.4 ขั้่นนำไปใช้

ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เสร็จสมบูรณ์ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง นำคะแนนที่ได้ไปเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. โดยวิธีทางสถิติ t - test แบบ Independent samples

4. การประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา มีการประเมินทักษะทั้ง 4 ได้แก่ ทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ ทักษะทางด้านเทคโนโลยี ทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้่นเตรียม

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินทักษะสะเต็มศึกษา

4.2 ขั้่นดำเนินการ

พัฒนาแบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา ตามที่กำหนดไว้ในตารางแสดงรายการประเมิน เพื่อสร้างแบบประเมินทักษะด้านสะเต็มศึกษา โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรายการ “ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ” เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาแบบประเมินทักษะด้านสะเต็มศึกษาให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้ (Rowinelli and Hambelton, 1977 อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544: 273)

+1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินมีความสอดคล้องกับเนื้อหา

และจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่ารายการประเมินมีความสอดคล้องกับเนื้อหา

และจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา

และจุดประสงค์การเรียนรู้

ซึ่งทักษะเพิ่มเติมศึกษาที่จะทำการประเมินประกอบด้วย 4 ทักษะ

มี 15 รายการ

ทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ มี 4 รายการ

ทักษะทางด้านเทคโนโลยี มี 3 รายการ

ทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ มี 3 รายการ

ทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ มี 5 รายการ

4.3 ขั้นปรับปรุงแก้ไข

1. นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความชัดเจน เหมาะสม ความถูกต้องและครอบคลุม โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาต้องมีค่ามากกว่า 0.5 ซึ่งแบบประเมินทักษะทางด้านเพิ่มเติมศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ มีค่า IOC เท่ากับ 0.93

2. ปรับปรุงแบบประเมินตามข้อเสนอแนะตามอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

4.4 ขั้นนำไปใช้

ได้แบบประเมินทักษะทางด้านเพิ่มเติมศึกษาที่เสร็จสมบูรณ์แล้วจึงนำไปพิมพ์แบบประเมินทักษะทางด้านเพิ่มเติมศึกษาฉบับจริงไปใช้ต่อไป

5. แบบประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเพิ่มเติมศึกษา มีการประเมินความพึงพอใจ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเพิ่มเติมศึกษาและด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอน ดังนี้

5.1 ขั้นเตรียม

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

5.2 ขั้นตอนดำเนินการพัฒนาแบบความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาตามที่กำหนดไว้ในตารางแสดงรายการประเมิน เพื่อสร้าง ประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน ช่องรายการ “ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ” เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาแบบประเมิน ความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนดังนี้ (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544)

+1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่ารายการประเมินมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ การเรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่ารายการประเมินไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ การเรียนรู้

ซึ่งแบบความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ผู้วิจัยได้ สร้างขึ้นประกอบด้วย 3 ด้าน มี 17 รายการ

- ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ มี 4 รายการ
- ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มี 7 รายการ
- ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ มี 6 รายการ

5.3 ขั้นตอนปรับปรุงแก้ไข

1. นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ความชัดเจน เหมาะสม ความถูกต้องและครอบคลุม โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาต้องมีค่ามากกว่า 0.5 ซึ่งแบบความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ในงานวิจัยครั้งนี้ มีค่า IOC เท่ากับ 0.97

2. ปรับปรุงแบบประเมินตามข้อเสนอแนะตามอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

5.4 ชี้แจงไปใช้

ได้แบบประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เสร็จสมบูรณ์ แล้วจึงนำไปพิมพ์แบบประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ฉบับจริงไปใช้ต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มที่สร้างขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนต่อไปนี้

1. ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในรายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น กับกลุ่มทดลองพร้อมทั้งทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อนำคะแนนจากการทำกิจกรรมเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มาหาร้อยละของจำนวนนักเรียน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบสมมติฐานทางสถิติ
2. ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. ในรายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น กับกลุ่มควบคุมพร้อมทั้งทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
3. ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปเปรียบเทียบและหาความแตกต่างทางสถิติ
4. ใช้แบบประเมินทักษะด้านสะเต็มศึกษา เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับกลุ่มทดลองเพื่อนำผลลัพธ์ไปเทียบกับเกณฑ์
5. ใช้แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับกลุ่มทดลองเพื่อนำผลลัพธ์ไปเทียบกับเกณฑ์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิจัยมีการนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pretest) ทำกิจกรรม ภาระงานและชิ้นงาน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำการเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต่อไปให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เพื่อนำคะแนนจากการทำกิจกรรมเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในชั้นเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบสมมติฐานทางสถิติ โดยคะแนนจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 20 ของคะแนนเต็ม คำนวณจากจำนวนนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น จำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ที่มีคะแนนรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนรวม ทดสอบสมมติฐานที่ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น มีความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนรวม ซึ่งใช้การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัดส่วนประชากร โดยใช้สถิติทดสอบ t (One-Sample t-test)

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Sample เพื่อเปรียบเทียบว่านักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

3. นำแบบประเมินทักษะด้านสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองเพื่อนำผลลัพธ์มาวิเคราะห์ทักษะด้านสะเต็มศึกษา แล้วแปลผลทักษะด้านสะเต็มศึกษา โดยตัดแปลงแนวคิดของ ปิยนาล เหมวิเศษ (2551) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง นักเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา

อยู่ในระดับควรปรับปรุง

คะแนนเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง นักเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา

อยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง นักเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา

อยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง นักเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา

อยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง นักเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา

อยู่ในระดับดีมาก

4. นำแบบประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใ้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง เพื่อนำผลลัพธ์มาวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจแล้วแปลผลความพึงพอใจโดยดัดแปลงแนวคิดของปิยนาด เหมวิเศษ (2551) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

6. สถิติที่ใช้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) หาจากการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index Of Congruency : IOC)

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

เมื่อ IOC หมายถึงดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

$\sum R$ หมายถึงผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N หมายถึงจำนวนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 ค่าความยากง่ายของข้อคำถาม

$$P = \frac{H+L}{2N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก

$$r = \frac{H-L}{N}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson

(คณาจารย์ภาควิชาสถิติ, 2549: 409)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบค่า t (One-Sample t-test) คำนวณค่าที่แบบกลุ่มเดียวจากสูตร

คำนวณ (พิศิษฐ์ ดัชนีทวนิช, 2543: 152)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

โดย $df = n-1$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิด

สะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

μ แทน เกณฑ์ที่คาดหวัง

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน

3.2 สูตรที่ใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้สูตร t – test แบบ Independent samples (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2555: 147)

กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม จะเป็นอิสระจากกัน ถ้าได้มาโดยวิธีต่อไปนี้

กลุ่มที่ต้องการศึกษา 1 กลุ่มใหญ่ แล้วสุ่มแยกเป็น 2 กลุ่มย่อย โดยสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

ผู้วิจัยใช้ t - test for independent samples ในเพราะว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (ในกรณีความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มไม่เท่ากัน)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{โดย } df = \frac{[(s_1^2/n_1)^2 + (s_2^2/n_2)^2]^2}{\frac{(s_1^2/n_1)^2}{n_1-1} + \frac{(s_2^2/n_2)^2}{n_2-1}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

\bar{x}_1 แทน ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

\bar{x}_2 แทน ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท

S_1 แทน ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

S_2 แทน ความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท

n_1 แทน จำนวนนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

n_2 แทน จำนวนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นศึกษาความสามารถทางการเรียนรู้ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. ศึกษาทักษะด้านสะเต็มศึกษาและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยคตพิทยาคม อำเภอห้วยคต จังหวัดชัยนาท เป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองทำการสอนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุมทำการสอนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 4 ตอน

ตอนที่ 1 ความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.

ตอนที่ 3 ทักษะด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

ตอนที่ 4 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบสมมติฐานของการวิจัย เรื่องกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

ในการศึกษาความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในชั้นเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ไปหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตาราง 8 และ 9

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการทำกิจกรรมการ เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในชั้นเรียนและแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แหล่งที่มาของคะแนน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต (\bar{X})	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็น ร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
1. การทำกิจกรรมในชั้นเรียน	80	60.44	75.55	1.25
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น	20	13.68	68.40	3.30
รวม	100	74.12	74.12	3.74

จากตารางที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในชั้นเรียนเท่ากับ 60.44 ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน เท่ากับ 1.25 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น เท่ากับ 13.68 ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.30 ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนรวมจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น เท่ากับ 74.12 ซึ่งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.74

เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ทำให้จำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 มีความสามารถทางการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนรวม ผู้วิจัยนำ คะแนนจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในชั้นเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ไปหาจำนวน นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ไม่น้อย กว่าร้อยละ 70 ของคะแนนรวม หลังจากนั้นทดสอบสมมติฐานของการวิจัยซึ่งใช้การทดสอบ

สมมติฐาน โดยใช้สถิติทดสอบ t (One-Sample t-test) ผลการทดสอบ สมมติฐานของการวิจัยแสดงดังตาราง 9

ตารางที่ 9 ความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (คน)	คิดเป็นร้อยละของจำนวนนักเรียนทั้งหมด	t	Sig.
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	40	34	85.00	6.953**	0.00
** ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05					

จากตารางที่ 9 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น มีความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนรวม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น (ก่อนเรียนและหลังเรียน) ของกลุ่มทดลองที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

กลุ่มทดลอง	คะแนนเต็ม	N	\bar{x}	S.D	t	Sig.
ก่อนเรียน	20	40	6.28	1.99	12.27**	0.00
หลังเรียน	20	40	13.68	3.30		
** ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05						

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 10 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของกลุ่มทดลองที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ก่อนเรียน ($\bar{x} = 6.28$, S.D. = 1.99) และหลังเรียน ($\bar{x} = 13.68$, S.D. = 3.30) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ซึ่งหมายความว่าหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น (ก่อนเรียนและหลังเรียน) ของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.

กลุ่มทดลอง	คะแนนเต็ม	N	\bar{x}	S.D	t	Sig.
ก่อนเรียน	20	40	5.15	1.93	14.42**	0.00
หลังเรียน	20	40	10.88	1.86		

** ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 11 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. ก่อนเรียน ($\bar{x} = 5.15$, S.D. = 1.93) และหลังเรียน ($\bar{x} = 10.88$, S.D. = 1.86) มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ซึ่งหมายความว่าหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	N	\bar{x}	S.D	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	20	40	6.28	1.99	-2.56	1.000
กลุ่มควบคุม	20	40	5.15	1.93		

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 12 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของกลุ่มทดลอง ($\bar{x} = 6.28$, S.D. = 1.99) และกลุ่มควบคุม ($\bar{x} = 5.15$, S.D. = 1.93) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งหมายความว่าก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ไม่สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น
ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับกลุ่ม
ควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	N	\bar{x}	S.D	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	20	40	13.68	3.30	4.30	0.0001
กลุ่มควบคุม	20	40	10.88	1.86		

** ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 13 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของกลุ่มทดลอง ($\bar{x} = 13.68$, S.D. = 3.30) และกลุ่มควบคุม ($\bar{x} = 10.88$, S.D. = 1.86) มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ซึ่งหมายความว่าหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 3 ทักษะด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนที่ได้รับ กิจกรรมการเรียนรู้ตาม
แนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาทักษะด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้แบบประเมินทักษะด้านสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ โดยพิจารณาทักษะ 4 ด้าน คือทักษะด้านวิทยาศาสตร์ ทักษะด้านเทคโนโลยี ทักษะด้านวิศวกรรมศาสตร์และทักษะด้านคณิตศาสตร์ การประเมินเป็นการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะด้านสะเต็มศึกษาหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยให้ได้ระดับดี มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการประเมินทักษะด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
แนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	แปลผล
1. ทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์			
1.1 มีการวางแผน ออกแบบหรือแก้ไขสถานการณ์และลงมือทำการค้นคว้า แก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้อย่างเหมาะสม	3.75	0.98	ดี
1.2 สามารถวางแผน ออกแบบหรือแก้ไขสถานการณ์และลงมือทำการค้นคว้า แก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกขั้นตอน	3.78	0.83	ดี
1.3 สามารถวางแผน ออกแบบหรือแก้ไขสถานการณ์และลงมือทำการค้นคว้า แก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้ทันตามเวลาที่กำหนด	3.53	1.01	ดี
1.4 สามารถทำงานร่วมกันเป็นทีมได้อย่างเหมาะสม	3.70	1.07	ดี
ภาพรวมทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์	3.69	0.97	ดี
2. ทักษะทางด้านเทคโนโลยี			
2.1 สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีและศาสตร์สาขาอื่น ๆ	3.58	0.93	ดี
2.2 สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนองานได้อย่างเหมาะสม	3.68	0.97	ดี
2.3 สามารถวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม	3.90	1.06	ดี
ภาพรวมทักษะทางด้านเทคโนโลยี	3.72	0.99	ดี
3. ทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์			
3.1 สามารถออกแบบการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาหรือค้นหาแนวทางที่หลากหลาย ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่ไม่เคยประสบมาก่อนได้อย่างสร้างสรรค์	3.73	1.18	ดี
3.2 สามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ไข รวมทั้งคิดแยกแยะ ประเด็นปัญหาในแง่มุมต่าง ๆ ในระหว่างการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้	3.55	1.04	ดี
3.3 มีความมั่นใจในตนเอง มีความกล้าตัดสินใจ แสดงความคิดในการออกแบบ แก้ไขสถานการณ์ปัญหาและสามารถเผชิญหน้ากับสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหาได้	3.60	0.98	ดี
3.4 ผู้เรียนมีความมั่นใจในตนเอง มีความกล้าตัดสินใจ แสดงความคิดในการออกแบบ ในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหา และสามารถเผชิญหน้ากับสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหาได้	3.58	0.93	ดี
ภาพรวมทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์	3.61	1.03	ดี
4. ทักษะทางด้านคณิตศาสตร์			
4.1 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	3.85	1.05	ดี
4.2 ใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย อธิบาย สรุปผลและนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน	3.68	0.92	ดี
4.3 เชื่อมโยงความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และนำหลักการกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ได้	3.80	0.97	ดี
4.4 รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุปโดยมีข้อเท็จจริงทาง คณิตศาสตร์รองรับ	3.83	1.01	ดี

ตารางที่ 14 ผลการประเมินทักษะด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปลผล
4.5 สามารถขยายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้ให้ดียิ่งขึ้น	3.55	0.93	ดี
ภาพรวมทักษะทางด้านคณิตศาสตร์	3.74	0.97	ดี
โดยภาพรวม	3.69	0.99	ดี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 14 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะด้านสะเต็มศึกษา โดยรวมทั้งหมดมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.99 และเมื่อพิจารณาทักษะด้านสะเต็มศึกษาในแต่ละด้านพบว่านักเรียนมีทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.97 ทักษะทางด้านเทคโนโลยีโดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.99 ทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.03 และทักษะทางด้านคณิตศาสตร์โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.97 และในแต่ละรายการประเมินพบว่านักเรียนมีทักษะด้านสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับคุณภาพดีทุกรายการ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ นักเรียนสามารถวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม ($\bar{x} = 3.90$, S.D. = 1.06) รองมาคือนักเรียนใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ ($\bar{x} = 3.85$, S.D. = 1.05) และน้อยที่สุดคือนักเรียนสามารถวางแผน ออกแบบหรือแก้ไขสถานการณ์ และลงมือทำการค้นคว้า แก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้ทันตามเวลาที่กำหนด ($\bar{x} = 3.53$, S.D. = 1.01) ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนซึ่งประเมินด้วยแบบประเมินทักษะด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัยได้ทำขึ้นอยู่ในระดับดีเมื่อเทียบเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 4 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนที่
ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทราบความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 40 คน
ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด
สะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ผู้วิจัยนำผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์
ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 15 ผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม
ศึกษา ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง
ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปลผล
1. ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้			
1.1 บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน น่าเรียน	4.03	0.73	มาก
1.2 นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้	4.00	0.91	มาก
1.3 นักเรียนได้รับการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ	4.48	0.64	มาก
1.4 นักเรียนกล้าแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นกับครู และเพื่อนร่วมชั้นเรียน	4.03	0.89	มาก
ภาพรวมด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้	4.13	0.82	มาก

จากตารางที่ 15 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้
ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ โดยภาพรวมมีความพึงพอใจใน
ระดับมาก ($\bar{x} = 4.13$, S.D. = 0.82) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ นักเรียนได้รับการเรียนรู้
อย่างมีคุณภาพ ($\bar{x} = 4.48$, S.D. = 0.64) รองมา คือ บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน น่าเรียน
($\bar{x} = 4.03$, S.D. = 0.73) และนักเรียนกล้าแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นกับครูและเพื่อนร่วม
ชั้นเรียน ($\bar{x} = 4.03$, S.D. = 0.89) และน้อยที่สุด คือ นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.00$,
S.D. = 0.91)

ตารางที่ 16 ผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ทรรกศาสตร์เบื้องต้น ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปลผล
2. ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา			
2.1 กิจกรรมมีความน่าสนใจทำให้อยากเรียนรู้	4.03	0.66	มาก
2.2 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจน	4.10	0.78	มาก
2.3 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก	4.00	0.78	มาก
2.4 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง	4.00	0.82	มาก
2.5 นักเรียนอยากให้ใช้กิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่น ๆ	4.05	0.81	มาก
2.6 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้จักตนเอง	4.00	0.72	มาก
2.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4.05	0.85	มาก
ภาพรวมด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	4.03	0.77	มาก

จากตารางที่ 16 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ทรรกศาสตร์เบื้องต้น ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x} = 4.03$, S.D. = 0.77) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ กิจกรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจน ($\bar{x} = 4.10$, S.D. = 0.78) รองมา คือ นักเรียนอยากให้ใช้กิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่น ๆ ($\bar{x} = 4.05$, S.D. = 0.81) และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ($\bar{x} = 4.05$, S.D. = 0.85) และน้อยที่สุด คือ กิจกรรมช่วยให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก ($\bar{x} = 4.00$, S.D. = 0.78) กิจกรรมช่วยให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง ($\bar{x} = 4.00$, S.D. = 0.82) และกิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้จักตนเอง ($\bar{x} = 4.00$, S.D. = 0.78)

ตารางที่ 17 ผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ทรรกศาสตร์เบื้องต้น ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปลผล
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้			
3.1 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างวิธีการแก้ไขสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมากขึ้น	4.10	0.67	มาก
3.2 นักเรียนเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.72	มาก
3.3 นักเรียนทำงานได้อย่างมีระบบ	4.15	0.80	มาก
3.4 นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล	4.20	0.55	มาก
3.5 นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	4.08	0.83	มาก
3.6 ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมากขึ้น	4.05	0.88	มาก
ภาพรวมด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้	4.10	0.79	มาก

จากตารางที่ 17 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ทรรกศาสตร์เบื้องต้น ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้โดยภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x} = 4.10$, S.D. = 0.79) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล ($\bar{x} = 4.20$, S.D. = 0.55) รองมา คือ นักเรียนทำงานได้อย่างมีระบบ ($\bar{x} = 4.15$, S.D. = 0.80) และน้อยที่สุดคือ นักเรียนเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.00$, S.D. = 0.72)

ตารางที่ 18 ผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ทรรกศาสตร์เบื้องต้น

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปลผล
1. ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้	4.13	0.82	มาก
2. ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	4.03	0.77	มาก
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้	4.10	0.79	มาก
โดยภาพรวม	4.08	0.79	มาก

จากตารางที่ 18 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x} = 4.08$, S.D. = 0.79) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.13$, S.D. = 0.82) รองมา คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.10$, S.D. = 0.79) และน้อยที่สุด คือ ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ($\bar{x} = 4.03$, S.D. = 0.77)



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายของงานวิจัย 4 ข้อ ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. 3) เพื่อพัฒนาทักษะด้านสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยได้ทำการตั้งสมมติฐานของงานวิจัยตามจุดมุ่งหมายของงานวิจัย 4 ข้อ ดังนี้ 1) นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น จำนวนมากกว่าร้อยละ 80 มีคะแนนรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ 2) นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญ 3) นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น มีทักษะด้านสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับดีขึ้นไป 4) นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น อยู่ในระดับมากขึ้นไป ซึ่งผู้วิจัยได้ผลการวิจัยดังนี้ 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น จำนวนมากกว่าร้อยละ 80 มีคะแนนรวมไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 2) นักเรียนได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 3) นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีทักษะด้านสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น อยู่ในระดับดี 4) นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

จากการศึกษาในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. เพื่อพัฒนาทักษะด้านสะเต็มศึกษา และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยคตพิทยาคม จากผลการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยอภิปรายผลตามลำดับดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สามารถผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกิจกรรมที่นำมาใช้ในที่ที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น เป็นกิจกรรมที่มีสถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียน โดยบูรณาการร่วมกับวิชาวิทยาศาสตร์ที่เรียนในช่วงเวลาเดียวกันสามารถนำไปใช้ประโยชน์และแก้ปัญหาได้จริง ประเด็นปัญหาหรือหัวข้อในกิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสุพรรณณี ชาญประเสริฐ (2557) กล่าวว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จำเป็นต้องจัดเนื้อหาจากบทเรียนตามความเหมาะสม และสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยครูต้องออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถนำไปสู่การแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ เหตุการณ์ สิ่งแวดล้อม หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เพื่อพัฒนาประสบการณ์ นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์และอาจพัฒนาไปสู่การสร้างนวัตกรรมของนักเรียน อีกทั้งกิตติชัย สุธาสิโนบล (2557) ระบุว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ถือเป็นบันไดขั้นแรกในการก้าวสู่การบูรณาการความรู้สู่การเรียนอย่างมีความหมาย เนื่องจากสิ่งต่าง ๆ รอบตัวไม่ได้ส่งผลถึงความรู้จากวิชาใดวิชาหนึ่งเพียงอย่างเดียว แต่อาศัยการประยุกต์ต่อองค์ความรู้ที่เชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองนักเรียน แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ โดยมีการแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในกลุ่ม ครูเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติกิจกรรม ให้คำแนะนำและหมุนเวียนไปสังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม พร้อมการใช้คำถามที่กระตุ้นนักเรียน

และแนะนำนักเรียนเท่าที่จำเป็น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สสวท. (2557) ที่กล่าวถึงสิ่งที่ครูควรคำนึงถึงจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน มีดังนี้ 1) การจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ให้มากที่สุด 2) สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกัน 3) ทำการจัดบรรยากาศในชั้นเรียนโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าแสดงออก ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มและในชั้นเรียนอย่างสม่ำเสมอ 4) ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนสนใจและตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมเป็นอย่างดี โดยสังเกตจากขณะที่ผู้วิจัยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่ช่วยกันพยายามทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรม ร่วมมือระดมความคิด แบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มเพื่อที่จะแก้ไขปัญหากิจกรรมให้สำเร็จลุล่วง มีการสอบถามผู้วิจัยในกรณีที่มีข้อสงสัย นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการออกมานำเสนอผลการแก้ไขปัญหาของกิจกรรมต่าง ๆ หน้าชั้นเรียน ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น เป็นสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนสนใจ ทำความความสามารถของนักเรียน สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ เปรียบฟ้า ด่วนนุ่ม (2560) พบว่า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวนมากกว่าร้อยละ 65 มีความสามารถในการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของคะแนนรวม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. มีความแตกต่างกันโดยนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้

ทั้งนี้อาจเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการทำกิจกรรมการแก้ปัญหา ประกอบกับการบูรณาการสาระวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นช่วยให้นักเรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยสอดคล้องกับ ปานทอง กุลนาถศิริ (2557) กล่าวในบทความเรื่อง

“การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21” ไว้ว่า การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ควรเป็นการจัดการศึกษาเพื่อปวงชน เป็นการจัดการศึกษาโดยเน้นการพัฒนาคนให้เป็นทรัพยากรที่มีค่า มีประสิทธิภาพและศักยภาพเพื่อจะได้เป็นกำลังของชาติสืบไป โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรมศรีและคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และวรรณธนะ ปัดชา และคณะ (2559) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

3. นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีทักษะ ด้านสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น อยู่ในระดับดีเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้

เนื่องด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นกิจกรรม ที่มีสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวนักเรียน สามารถนำไปบูรณาการร่วมกับรายวิชาอื่นได้และทำทาย ความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันทั้งในทางตรงและทางอ้อม ซึ่งสอดคล้องกับ รศ.นพ.โคสภณ นภาธร ผู้ช่วยรัฐมนตรีประจำกระทรวงศึกษาธิการ กล่าวว่า “การพัฒนาศักยภาพเด็กไทยผ่านสะเต็มศึกษา มีความสำคัญและต้องทำอย่างทั่วถึง เพื่อให้เยาวชน ได้มีโอกาสเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างเท่าเทียมกัน ในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ และการแก้โจทย์ปัญหา จากสถานการณ์จริง ที่เน้นให้นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อให้พวกเขาเห็นว่าการเรียนวิชาเหล่านี้เป็นเรื่องสนุก เกิดความสนใจและแรงบันดาลใจที่จะศึกษาต่อและ ประกอบอาชีพในสาขาสะเต็มต่อไปในอนาคต ก้าวสู่การเป็นบุคลากรรุ่นใหม่ที่จะช่วยสนับสนุนให้ ประเทศไทยก้าวสู่การมีระบบเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม ตามยุทธศาสตร์ ประเทศไทย 4.0 ของรัฐบาลได้อย่างแข็งแกร่ง” อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัย ของมานะ อินทรสว่าง (2556) กล่าวว่า ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนที่ได้ประเมินจากแบบวัดทักษะสะเต็มศึกษา ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องไฟฟ้ากระแสตรง สูงกว่าระดับดี

4. ความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม ศึกษา มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ โดยเน้น วิธีการทำงานแบบกลุ่ม ก่อให้เกิดทักษะการแก้ปัญหาและนักเรียนสามารถเชื่อมโยง บูรณาการความรู้ ในสาระวิชาต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559) นักเรียน ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงประจักษ์ผล ด้วยการจัดการเรียนรู้

แบบสะเต็มศึกษา วิชาการโปรแกรมและประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุกุลนารี มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 และนัสนรินทร์ ปือชา (2558) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25

ทั้งนี้จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการกลุ่ม และยังบูรณาการกับกลุ่มสาระวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่กว้างมากขึ้นและครอบคลุม ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบเดิม มักสอนในเนื้อหาสาระรายวิชาใดวิชาหนึ่งเท่านั้น โดยส่วนมากจะเน้นการสอนเชิงบรรยาย ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีความโดดเด่น มีความน่าสนใจมากขึ้น อีกทั้งยังมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่สอดคล้องกับสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2552) ได้กล่าวถึงเป้าหมายยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สองซึ่งเป็นคุณภาพการศึกษา ไว้ดังนี้ (1) คนไทยและการศึกษาไทยมีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล (2) คนไทยใฝ่รู้ สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง รักการอ่านและแสวงหาความรู้ (3) คนไทยใฝ่ดี มีคุณธรรมพื้นฐาน มีจิตสำนึกและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นประโยชน์ส่วนรวม มีจิตสาธารณะ มีวัฒนธรรมประชาธิปไตย (4) คนไทยคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ มีทักษะในการคิดและปฏิบัติ มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแข่งขัน เห็นได้ชัดว่าสะเต็มศึกษามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560 – 2564 และนโยบาย Thailand 4.0

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาครั้งต่อไปดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในชั้นเรียน ครูผู้สอนควรเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับระดับและความรู้ความสามารถของนักเรียน
2. ในขณะที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรสร้างบรรยากาศแห่งความเป็นกัลยาณมิตรโดยให้คำปรึกษาและครูผู้สอนต้องดูแลนักเรียนให้ทั่วถึงทุกกลุ่ม ให้คำแนะนำช่วยเหลือกับกลุ่มนักเรียนที่มีปัญหาและตรวจสอบความถูกต้อง

3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามสาระวิชา ซึ่งประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ดังนั้น ความรู้พื้นฐานของแต่ละวิชาจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียน ครูผู้สอนควรเตรียมความรู้พื้นฐานของผู้เรียนให้พร้อมก่อนที่จะจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4. ครูผู้สอนสามารถพิจารณาสถานการณ์ปัญหาหรือกิจกรรมที่เหมาะสมกับสภาพของนักเรียน สภาพของท้องถิ่นและสถานการณ์แวดล้อมในปัจจุบันมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไม่ใช่สิ่งไกลตัวสำหรับนักเรียน

5. เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้น ต้องอาศัยความรู้ด้านเนื้อหาของครูผู้สอนเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นโรงเรียนที่มีความพร้อมด้านบุคลากรสามารถนำกิจกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไปใช้ โดยเปิดโอกาสให้ครูผู้สอนในต่างสาขาวิชามาสอนร่วมกันเป็นทีม เพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดของการนำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้และครูผู้สอนควรเตรียมการสอนเป็นอย่างดี พร้อมทั้งเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาให้ครบถ้วนและมีความสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

6. ครูผู้สอนควรกำหนดเวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมและเวลาในการซักถามได้อย่างเพียงพอ

7. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีได้อย่างทั่วถึงและใช้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์ คอยอำนวยความสะดวกและคอยแนะนำให้กับนักเรียนในการเข้าถึงข้อมูลและใช้ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

8. ในการจัดกลุ่มของการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเมื่อจบกิจกรรมแต่ละกิจกรรม ควรให้นักเรียนได้เปลี่ยนกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้สร้างความสัมพันธ์ ความคุ้นเคยกับเพื่อนคนอื่น ๆ ในห้องเรียน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในห้องเรียนมากขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอื่น ๆ

2. ควรมีการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนในช่วงชั้นอื่น ๆ ที่เหลือ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาขึ้นได้ตามความเหมาะสมของแต่ละระดับช่วงชั้น

3. ควรมีการศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในประเด็นอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

4. ควรมีการศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียน ทักษะการทำงานกลุ่มและความคงทนในการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนรูปแบบอื่น ๆ



รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถานเอกอัครราชทูตไทย ประจำกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. (2556). **โอบามา ประกาศแผนการใหม่ในการสร้างกลุ่มต้นแบบการสอน STEM (STEM Master Teaching Corps)**. เข้าถึงเมื่อ 18 สิงหาคม 2562. เข้าถึงได้จาก http://www.ostc.thaiembdc.org/test2012/stnews_Sept12_5
- กิตติชัย สุธาสิโนบล. (2557). "การพัฒนาชุดฝึกทักษะการคิดขั้นสูงเพื่อเสริมสร้างอัตลักษณ์ครูไทยในอาเซียน." คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- คณาจารย์ ภาควิชาสถิติ. (2549). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย โดยใช้โปรแกรม SPSS**. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จรัส อินทลาภาพร และคณะ. (2558). "การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา." สาขามนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชนกนันท์ พะสุโร. (2558). "ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อหิน จังหวัดยะลา." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชนินทร เพ็ญสุตร. (2560). "ประเทศไทย 4.0 บริบททางเศรษฐกิจ และการเมือง Thailand 4.0 Economics and Political Contexts." วารสารรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์, 8, 1: 67-99.
- ชวลิต ชุกก่าแพง. (2550). **การประเมินการเรียนรู้**. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). **การจัดการเรียนรู้แนวใหม่**. นนทบุรี: สหมิตรพรินติ้ง แอนด์พับลิชชิง.
- ชานนท์ จันทรา. (2555). **การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพมหานคร: อาร์แอนด์ เอ็น ปริ้นท์.
- นงนุช เอกตระกูล. (2558). "การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6." งานวิจัยทางการศึกษา โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี.
- นัสนรินทร์ บือชา. (2558). "ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4."

ปานทอง กุลนาถศิริ. (2557). **การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21**. เข้าถึงเมื่อ 4 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/site/snpinnrabawxin/home/nana-sara-kab-khnitsastr-1/karcadkarsuksakhnitsastrnistwrrsthi21>

ปิยะนาล เหมวิเศษ. (2551). "การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เปียบฟ้า ด้วงนุ้ม. (2560). "กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่อง พาราโบลา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5." สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ผ่องพรรณ ตรียมงคลกุล และสุภาพ ฉัตรารณณ์. (2555). **การออกแบบการวิจัย = Research design**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). "STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21." วารสารนักบริหาร, (เมษายน-มิถุนายน 2556).

พรรณณี ลีกิจวัฒน์. (2555). **วิธีการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ อุดสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พลศักดิ์ แสงพรมศรี ประสาท เนื่องเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ธีระติกุล. (2558). "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ." ปรินญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2544). **แนวทางการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ บทบาทครูกับการวิจัยในชั้นเรียน**. กรุงเทพมหานคร: พริกหวาน กราฟฟิคจำกัด.

พิศิษฐ ตัณขวณิช. (2543). **สถิติเพื่องานวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: เวิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.

มานะ อินทรสว่าง. (2556). **รายงานการใช้นวัตกรรม ชุดทดลองสำหรับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง**.

รัฎฐิกา ตั้งพุทธิพงศ์. (2559). "การวิเคราะห์กระบวนการขับเคลื่อนนโยบายสะเต็มศึกษาจากระดับชาติสู่ห้องเรียน." ปรินญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณธนะ ปัดชา และคณะ. (2559). "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม." สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัย

ศิลปากร.

ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด. (2559). "การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงประมวลผล ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิชาการโปรแกรมและประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุกุลนารี." มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556a). **คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา**. เข้าถึงเมื่อ 12 มีนาคม 2562. เข้าถึงได้จาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=25

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556b). **สะเต็มศึกษา STEM Education**. เข้าถึงเมื่อ 27 มีนาคม 2562. เข้าถึงได้จาก www.stemedthailand.org

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). **ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). **ครุคณิตศาสตร์มีอาชีพเส้นทางสู่ความสำเร็จ**. กรุงเทพฯ: 3 - คิวมีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560). **หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**.

สมศักดิ์ ภูวิภาดาพรรณ. (2553). "การวิจัยและพัฒนาส่งเสริมนวัตกรรม เครือข่ายการเรียนรู้ของครูและบุคลากรทางการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ระยะที่ 2 ในเขตภาคเหนือตอนบน." คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560ก). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560ข). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560 - 2564**.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). **การปฏิรูปการศึกษาในศตวรรษที่สอง (2552-2561)**.

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). "สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21." นิตยสาร สสวท., 42, 186(มกราคม - กุมภาพันธ์) 3-5.

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. (2553). **หลักการวัดและการประเมิน**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

แสงเดือน เจริญฉิม. (2552). "การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย." วิทยานิพนธ์ ปร.ด. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อนุวัติ คุณแก้ว. (2554). **หลักการวัดและประเมินผลทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ภาษาอังกฤษ

Backer, O. N., and Linn. (1993). "Second International Handbook of Mathematics Education."

Bybee, R. W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities [Press release]

Cradler, J. (1991). "Authentic assessment : Finding the right tools." **Thrust for Educational Leadership**, 49, 2: 8 – 11.

Diana, L. R. (2012). **Integrated STEM Education through Project-Based Learning**. เข้าถึงเมื่อ 28 January 2014. Available from <http://www.rondout.k12.ny.us/-commonpages/DisplayFile.aspx?itemId=16466975>

Dowey, A. L. (2013). "Attitudes, Interest, and Perceived Self-efficacy toward Science of Middle School Minority Female Students: Considerations for their Low Achievement and Participation in STEM Disciplines." Degree Doctor of Education. University of California, San Diego.

EU Skills Panorama. (2015). **STEM skills Analytical Highlight**. เข้าถึงเมื่อ 18 August 2019. Available from http://skillspanorama.cedefop.europa.eu/sites/default/files/EUSP_AH_STEM_0.pdf

Hanover Research. (2011). "K-12 STEM Education Overview."

Herman and Winter. (1994). "Writing Portfolios in the Classroom: Policy and Practice, Promise and Peril."

Holmquist, S. (2014). "A multi-case study of student interactions with educational robots and impact on Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) learning and attitudes." Graduate Theses and Dissertations.

- Hopkins Public School. (2016). **STEM Curriculum**. Accessed July 1. Available from <https://www.hopkinsschools.org/servicesdepartments/teaching-learningassessment/curriculum-areas/stem-curriculum>
- Kuenzi, J. J. (2008). **Science, technology, engineering, and mathematics (stem) education: Background, federal policy, and legislative action**.
- Livescience. (2016). **What is STEM Education?** Accessed August 1. Available from <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>
- Performance Wiggins. (1989). "Teaching to the (Authentic) test. Educational Leadership." 141–147.
- Rachel, B. J. (2008). **Science, technology, engineering, and math**. Accessed August 20. Available from <http://www.learning.com/press/pdf/Science-Technology-Engineering-Mathematics-STEM-Report.pdf>
- Seo, Y., and Pinela, F. (2015). "A new approach to learning science under STEM: Peer project learning." **Revista Tecnológica-ESPOL**, 28, 3: 18-28. Available from <https://fas.org/sgp/crs/misc/RL33434.pdf>.
- Study.com. (2016). **What is STEM Education? – Definition, Importance & Standards**. Accessed August 1. Available from <http://study.com/academy/lesson/what-is-stem-education-definition-importance-standards.html>.
- Tseng, K., Chang, C., Lou, S., and Chen, W. (2011). "Attitudes toward science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment." **International Journal of Science and Mathematics Education**, 23: 87–102.
- U.S. Department of Education. (2016). **Science, Technology, Engineering and Math: Education for Global Leadership**. Accessed August 1. Available from <http://www.ed.gov/stem>
- University of Leeds. (2016). **STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)**. Accessed July 1. Available from <http://www.stem.leeds.ac.uk/>

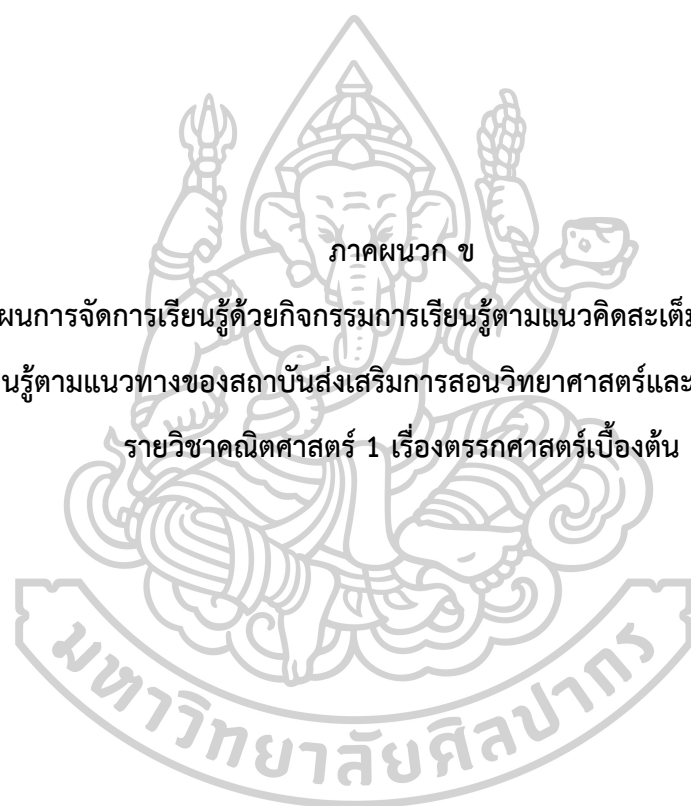


ภาคผนวก



รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

- | | |
|--|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนนท์ | อาจารย์ภาควิชาครุศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน |
| 2. อาจารย์ ดร.กนิษฐา เขาวังวัฒนกุล | อาจารย์ภาควิชาครุศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน |
| 3. อาจารย์จัฐติมา ธนะศรี | ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี
โรงเรียนสิงห์บุรี อำเภอเมืองสิงห์บุรี
จังหวัดสิงห์บุรี |
| 4. อาจารย์พชรมน นวลดี | ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนห้วยคตพิทยาคม อำเภอหันคา
จังหวัดชัยนาท |
| 5. อาจารย์วรรณทนต์ สุนทรอำภรณ์ | ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนห้วยคตพิทยาคม อำเภอหันคา
จังหวัดชัยนาท |
| 6. อาจารย์กิตติศักดิ์ ดิษฐอ่วม | ครูวิทยฐานะชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี
โรงเรียนห้วยคตพิทยาคม อำเภอหันคา
จังหวัดชัยนาท |



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

รายวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

แผนการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	โรงเรียนห้วยคตพิทยาคม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562
รหัสวิชา ค31101 คณิตศาสตร์ 1	จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ประพจน์	ผู้สอน นางสาวภัศรา เพ็งไย

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

คณิตศาสตร์ (M)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 1.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้นในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์ (S)

สาระโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน 1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่และการนำไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ ม.4/1 อธิบายการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก พร้อมยกตัวอย่างข้อมูลที่สนับสนุน

เทคโนโลยี (T)

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการ

เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม 4/1 วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี

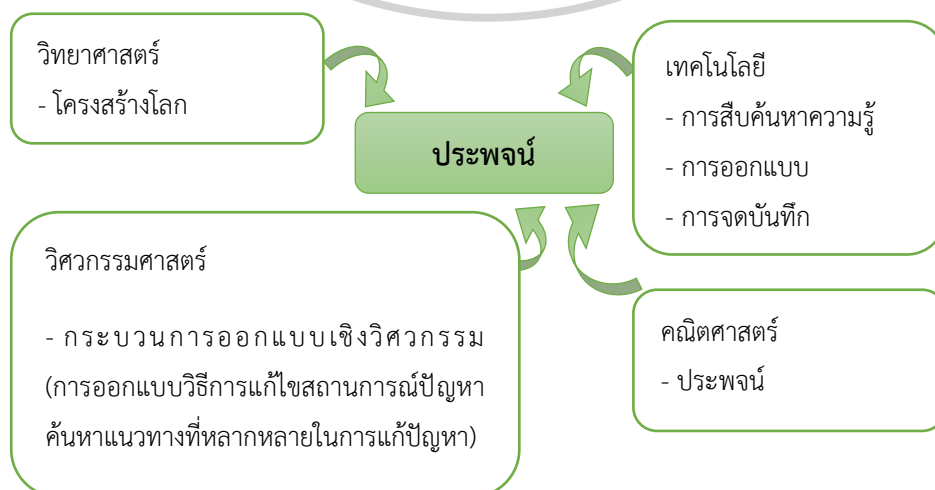
ตัวชี้วัด ว 4.1 ม 4/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น ภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิค หรือวิธีการที่หลากหลายโดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา

การบูรณาการความรู้กับวิศวกรรมศาสตร์

วิศวกรรมศาสตร์ (E)

การบูรณาการความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จะเกี่ยวกับการ ออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การใช้ข้อจำกัดความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงานหรือแก้ปัญหา ภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints and criteria) ที่กำหนด

2. กรอบแนวคิด



3. สารสำคัญ

1. ประพจน์ คือ ประโยคหรือข้อความที่เป็นจริงหรือเท็จอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ซึ่งประโยคหรือข้อความที่มีลักษณะตามสถานการณ์ข้างต้นจะอยู่ในรูปบอกเล่าหรือปฏิเสธก็ได้

2. การศึกษาโครงสร้างโลกใช้ข้อมูลสำคัญในการสนับสนุนการแบ่งชั้นโครงสร้างโลกทั้งการแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมีและการแบ่งตามสมบัติเชิงกล เช่น องค์ประกอบเคมีของหิน อุกกาบาต เหล็กและข้อมูลคลื่นไหวสะเทือนที่เคลื่อนที่ภายในโลก

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนสามารถจำแนกข้อความว่าเป็นประพจน์หรือไม่เป็นประพจน์ได้ถูกต้อง

ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนสามารถสืบค้นและอธิบายข้อมูลที่สนับสนุนการแบ่งชั้นโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมีและการแบ่งชั้นโครงสร้างโลกตามสมบัติเชิงกล

ด้านความรู้ทางเทคโนโลยี

นักเรียนสามารถสืบค้นและเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม

ด้านทักษะ/กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์

นักเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็ม

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ซื่อสัตย์ สุจริต
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. สารการเรียนรู้

- คณิตศาสตร์

บทนิยาม ประพจน์ คือ ประโยคหรือข้อความที่เป็นจริงหรือเท็จอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ซึ่งประโยคหรือข้อความที่มีลักษณะตามสถานการณ์ข้างต้นจะอยู่ในรูปบอกเล่าหรือปฏิเสธก็ได้

การเป็นจริงหรือเท็จของแต่ละประพจน์ เรียกว่า ค่าความจริงของประพจน์ ประโยค

หรือข้อความที่ไม่อยู่ในรูปบอกเล่า หรือปฏิเสธ ไม่เป็นประพจน์ เช่น คำถาม คำสั่ง ขอร้อง อ้อนวอน ห้าม อุทาน หรือแสดงความปรารถนา

ค่าความจริงของประพจน์มี 2 ชนิด คือ

1. ค่าความจริงเป็นจริง

2. ค่าความจริงเป็นเท็จ

ตัวอย่างที่ 1 ประโยคหรือข้อความที่เป็นประพจน์

ชั้นโครงสร้างโลกประกอบด้วยเปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก (จริง)

ธาตุโลหะส่วนใหญ่มีความหนาแน่นมากกว่าธาตุโลหะ (จริง)

คลื่นจะเกิดการสะท้อนและหักเหเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน (จริง)

คลื่นจะเปลี่ยนแปลงความเร็วเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน (จริง)

สนามแม่เหล็กเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าภายนอกที่อยู่รอบแกนแม่เหล็ก (จริง)

ผลบวกของขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมเป็น 180 องศา (จริง)

2 เป็นจำนวนคู่ (จริง)

5 เป็นจำนวนเฉพาะ (จริง)

$100^0 = 1$ (จริง)

$5(2 + 3) = 25$ (จริง)

เซตว่างเป็นสับเซตของทุกเซต (จริง)

เปลือกโลกเป็นชั้นที่หนาที่สุดของโครงสร้างโลก (เท็จ)

แก่นโลกเป็นชั้นของโลกที่มีความหนาแน่นน้อยที่สุด (เท็จ)

อุกกาบาตเป็นวัตถุที่มาจากนอกระบบสุริยะ (เท็จ)

$2 + 3 = 2 \times 3$ (เท็จ)

ตัวอย่างที่ 2 ประโยคหรือข้อความที่ไม่เป็นประพจน์

ทำไมเนื้อโลกจึงมีสถานะเป็นของแข็ง

จงอธิบายคลื่นที่ส่งผ่านพลังงานโดยอาศัยตัวกลาง

ฉันต้องการเดินทางไปนอกโลก

วันนี้เป็นวันอะไร

กรุณาถอดรองเท้าก่อนเข้าห้อง

- วิทยาศาสตร์

โครงสร้างของโลก

เราสามารถแบ่งโครงสร้างภายในโลกได้เป็น 3 ชั้น และในแต่ละชั้นก็จะมีชั้นความไม่ต่อเนื่องกันกลางอยู่ ได้แก่

1. แก่นโลก (Core) เป็นส่วนที่อยู่ชั้นในสุดของโลก มีความหนาประมาณ 3,470 กิโลเมตร สามารถแบ่งย่อยออกจากกันเป็น 2 ชั้น ด้วยชั้นความไม่ต่อเนื่องเลอห์มานน์ (Lehmann Discontinuity)

1.1 แก่นโลกชั้นใน (Inner Core) มีความหนาประมาณ 1,370 กิโลเมตร มีความหนาแน่นมากและมีลักษณะแข็ง คาดว่าแก่นโลกส่วนนี้จะประกอบด้วยโลหะผสมระหว่างเหล็กและนิกเกิล โดยเทียบเคียงจากอุกกาบาตเนื้อเหล็กที่ประกอบไปด้วยโลหะผสมระหว่างเหล็กและนิกเกิล ซึ่งเคยตกลงมาบนโลก เนื่องจากมันมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับแก่นโลกในชั้นนี้

1.2 แก่นโลกชั้นนอก (Outer Core) มีความหนาประมาณ 2,100 กิโลเมตร ในชั้นนี้ประกอบด้วยโลหะผสมระหว่างเหล็กและนิกเกิลเช่นเดียวกับแก่นโลกชั้นใน แต่คาดว่าจะมีสถานะเป็นของเหลวที่มีการเคลื่อนที่ในลักษณะหมุนวนด้วยการพาความร้อน ซึ่งการเคลื่อนที่เช่นนี้ได้เหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กโลก

2. ชั้นเนื้อโลก (Mantle) ชั้นเนื้อโลกมีความหนาประมาณ 2,880 กิโลเมตร แบ่งแยกออกจากแก่นโลกชั้นนอกด้วยชั้นความไม่ต่อเนื่องวีเชิร์ตกูเทนเบิร์ก (Wiechert-Gutenberg Discontinuity) หรือชั้นความไม่ต่อเนื่องโอลด์แฮม (Oldham Discontinuity) มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแร่ซิลิเกต ทั้งนี้ ระหว่างเนื้อโลกมีชั้นทรานซิชัน (Transition Zone) แทรกอยู่ ซึ่งทำให้เราแบ่งเนื้อโลกได้เป็นเนื้อโลกชั้นล่างและเนื้อโลกชั้นบน

2.1 เนื้อโลกชั้นล่าง (Lower Mantle) มีความหนาประมาณ 2,100 กิโลเมตร มีสถานะเป็นของแข็ง

2.2 เนื้อโลกชั้นบน (Upper Mantle) มีความหนาประมาณ 700 กิโลเมตร แบ่งเป็นเนื้อโลกชั้นบนตอนล่างและเนื้อโลกชั้นบนตอนบน

1) เนื้อโลกชั้นบนตอนล่าง เรียกว่า ฐานธรณีภาค (Asthenosphere) มีลักษณะเป็นของแข็งเนื้ออ่อน จึงหล่นคล้ายดินน้ำมัน ในชั้นนี้มีความร้อนสูง ทำให้แร่บางส่วนหลอมละลายเป็นหินหนืด (Magma) ซึ่งจะมีการเคลื่อนที่ในลักษณะของการพาความร้อน

2) เนื้อโลกชั้นบนตอนบน มีลักษณะเป็นหินเนื้อแข็ง และเป็นฐานรองรับเปลือกโลกส่วนทวีป เรียกรวมกันว่า ธรณีภาค (Lithosphere)

3. ชั้นเปลือกโลก (Crust) เป็นชั้นที่อยู่บนสุด มีความหนาเฉลี่ย 22 กิโลเมตร แยกจากชั้นเนื้อโลกด้วยชั้นความไม่ต่อเนื่องโมโฮโรวิชิก (Mohorovicic Discontinuity หรือ M-Discontinuity) ชั้นเปลือกโลกแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

3.1 เปลือกโลกส่วนมหาสมุทร (Oceanic crust) มีความหนาเฉลี่ยประมาณ 5 กิโลเมตร ส่วนใหญ่เป็นหินบะซอลต์ ซึ่งประกอบด้วยเหล็ก แมกนีเซียม ซิลิกอน และออกซิเจน ดังนั้นเปลือกโลกส่วนนี้จึงถูกเรียกว่า ซิมา (SIMA) โดยมาจากอักษรสองตัวแรกของธาตุซิลิกอน (Silicon) กับแมกนีเซียม (Magnesium)

3.2 เปลือกโลกส่วนทวีป (Continental crust) มีความหนาเฉลี่ยประมาณ 30 กิโลเมตร ส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิต ซึ่งมีองค์ประกอบหลักเป็นซิลิกอน อะลูมิเนียม ออกซิเจน โซเดียม และโพแทสเซียม ดังนั้น จึงถูกเรียกว่าไซอัล (SIAL) โดยมาจากอักษรสองตัวแรกของธาตุซิลิกอน (Silicon) กับอะลูมิเนียม (Aluminium)

6. หลักฐานการเรียนรู้ของนักเรียน

กิจกรรม STEM : Q. Twenty

7. กิจกรรมการเรียนรู้ : กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1. ขั้นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน

1. ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ข้อตกลง วิธีการเรียน บทบาทของนักเรียนและครู พร้อมทั้งอธิบายพอสังเขปเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ที่จะต้องใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นและความรู้ทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เข้ามาช่วย ซึ่งเรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้นนี้เป็นเนื้อหาที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้เป็นเรื่องที่สองในภาคเรียนที่ 1 นี้

2. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับจำนวน สมการ และอสมการในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและเรื่องเซตที่ได้เรียนมาแล้วโดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจาก goo.gl/EkaUZt

3. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ พร้อมทั้งแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม โดยคละความสามารถ พิจารณาจากคะแนนของแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ที่ได้

4. ครูแจกกิจกรรม STEM กิจกรรมที่ 1 Q. Twenty ให้แต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด

2. ชั้นระบุปัญหา

5. ครูตั้งคำถามและให้นักเรียนอภิปรายเพื่อสำรวจความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับประโยค เช่น นักเรียนรู้จักชนิดของประโยคในภาษาไทยหรือไม่มีลักษณะอย่างไร

6. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาสถานการณ์ในกิจกรรม STEM กิจกรรมที่ 1 Q. Twenty พร้อมทั้งให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดในสิ่งที่สถานการณ์ที่กำหนดให้ต้องการ ข้อจำกัดของสถานการณ์และแนวทางในการแก้ปัญหาของสถานการณ์

3. ชั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิด

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจาก Internet โดยระบุหัวข้อที่สืบค้น ข้อมูลที่สืบค้นและแหล่งข้อมูลที่สืบค้น

แนวการศึกษาและอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

- โครงสร้างโลก
- ประโยคที่สามารถบอกได้ว่าเป็นจริง
- ประโยคที่สามารถบอกได้ว่าเป็นเท็จ
- ประโยคที่สามารถบอกได้ว่าเป็นจริงหรือเท็จ

4. ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดโดยออกแบบว่าจะแก้ไขปัญหาสถานการณ์นี้ อย่างไร

แนวคำตอบโดยใช่

- Mind mapping
- แผนผังความคิด
- ตาราง
- ข้อความ

5. ชั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

9. แต่ละกลุ่มวางแผนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหาโดยการตอบปัญหาของสถานการณ์กิจกรรม STEM กิจกรรมที่ 1 Q. Twenty ตามที่ได้ออกแบบไว้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

6. ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

10. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยปัญหาของสถานการณ์

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุดูเด่น จุดด้อยและระบุดูสิ่งที่ต้องปรับปรุงของกลุ่มในการแก้ไขปัญหของสถานการณ์

7. ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดโดยสรุปความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์และอื่น ๆ

13. ครูนำอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่ได้ว่าประโยคหรือข้อความที่เป็นจริงหรือเท็จอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ซึ่งประโยคหรือข้อความที่มีลักษณะตามสถานการณ์ข้างต้นจะอยู่ในรูปบอกเล่าหรือปฏิเสธก็ได้ เรียกว่า ประพจน์ การเป็นจริงหรือเท็จของแต่ละประพจน์ เรียกว่า ค่าความจริงของประพจน์ ประโยคหรือข้อความที่ไม่อยู่ในรูปบอกเล่า หรือปฏิเสธ ไม่เป็นประพจน์ เช่น คำถาม คำสั่ง ขอร้อง อ้อนวอน ห้าม อุทาน หรือแสดงความปรารถนา

14. นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุดูสิ่งที่ได้เรียนรู้โดยการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
2. กิจกรรม STEM กิจกรรมที่ 1 Q. Twenty
3. แบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็ม
4. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
5. ห้องสมุดโรงเรียนห้วยคตพิทยาคม
6. ห้องศูนย์ปฏิบัติการคณิตศาสตร์

9. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ - นักเรียนสามารถจำแนกข้อความว่าเป็นประพจน์หรือไม่เป็นประพจน์ได้ถูกต้อง ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - นักเรียนสามารถสืบค้นและอธิบายข้อมูลที่สนับสนุนการแบ่งชั้นโครงสร้างโลกตามองค์ประกอบทางเคมี และการแบ่งชั้นโครงสร้างโลกตามสมบัตร์เชิงกล ด้านความรู้ทางเทคโนโลยี - นักเรียนสามารถสืบค้นและเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม	- นักเรียนทำกิจกรรม กิจกรรม STEM กิจกรรมที่ 1 Q. Twenty	- กิจกรรม STEM กิจกรรมที่ 1 Q. Twenty	- ผ่านเกณฑ์ประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด
ด้านทักษะ/กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และ วิศวกรรมศาสตร์ - นักเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็ม	- สังเกต พฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน	- แบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็ม	- ผ่านเกณฑ์ประเมินที่ระดับดีขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. ซื่อสัตย์ สุจริต 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. มุ่งมั่นในการทำงาน	- สังเกต พฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- ผ่านเกณฑ์ประเมินที่ระดับดีขึ้นไป

เกณฑ์การให้คะแนนปฏิบัติการกิจกรรม STEM กิจกรรมที่ 1 Q. Twenty (เต็ม 10 คะแนน)

การทำกิจกรรมในชั้นเรียน

เกณฑ์การให้คะแนน : การทำกิจกรรมและการสื่อสาร โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

หัวข้อ	ลักษณะของงาน	ระดับคะแนน
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา		
สิ่งที่ต้องการ	-เนื้อหาถูกต้องตรงตามที่สถานการณ์กำหนด -รายละเอียดครบถ้วนถูกต้อง คลอบคลุม ชัดเจน -เนื้อหาสอดคล้อง	3
	-เนื้อหาถูกต้องตรงตามที่สถานการณ์กำหนด -เนื้อหาสอดคล้อง	2
	-เนื้อหาสอดคล้อง	1
	- ไม่มีร่องรอย	0
ข้อจำกัด	-เนื้อหาถูกต้องตรงตามที่สถานการณ์กำหนด -รายละเอียดครบถ้วนถูกต้อง คลอบคลุม ชัดเจน -เนื้อหาสอดคล้อง	3
	-เนื้อหาถูกต้องตรงตามที่สถานการณ์กำหนด -เนื้อหาสอดคล้อง	2
	-เนื้อหาสอดคล้อง	1
	-ไม่มีร่องรอย	0
แนวทางในการแก้ปัญหา	-มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในประเด็นที่สำคัญกับแนวทางในการแก้ปัญหา และมีความ เข้าใจที่ถูกต้อง พร้อมมีการพิจารณาในรายละเอียด	3
	-มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในประเด็นที่สำคัญกับแนวทางในการแก้ปัญหา และมีความ เข้าใจที่ถูกต้อง แต่ยังขาดการพิจารณาในรายละเอียด	2
	-มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แต่เป็นการใช้ในประเด็นที่ไม่สำคัญกับแนวทางในการ แก้ปัญหา และยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน	1
	-ไม่มีร่องรอย	0

หัวข้อ	ลักษณะของงาน	ระดับคะแนน
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิด		
หัวข้อที่สืบค้น	-เนื้อหาถูกต้องตรงตามที่สถานการณ์กำหนด -รายละเอียดครบถ้วนถูกต้อง คลอบคลุม ชัดเจน -เนื้อหาสอดคล้อง	3
	-เนื้อหาถูกต้องตรงตามที่สถานการณ์กำหนด -เนื้อหาสอดคล้อง	2
	-เนื้อหาสอดคล้อง	1
	- ไม่มีร่องรอย	0
ข้อมูลที่สืบค้น	-เนื้อหาถูกต้องตรงตามที่สถานการณ์กำหนด -รายละเอียดครบถ้วนถูกต้อง คลอบคลุม ชัดเจน -เนื้อหาสอดคล้อง	3
	-เนื้อหาถูกต้องตรงตามที่สถานการณ์กำหนด -เนื้อหาสอดคล้อง	2
	-เนื้อหาสอดคล้อง	1
	- ไม่มีร่องรอย	0
แหล่งข้อมูลที่สืบค้น	-ข้อมูลที่นำมาใช้มีการอ้างอิงแหล่งที่มาถูกต้องทั้งหมด	2
	-ข้อมูลที่นำมาใช้ไม่มีการอ้างอิงแหล่งที่มาบางชิ้น	1
	-ไม่มีการอ้างอิงแหล่งที่มา	0
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา		
ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	-การออกแบบวิธีการเพื่อแก้ปัญหา บนพื้นฐานการใช้ความรู้ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีความเข้าใจที่ถูกต้อง	3
	-การออกแบบวิธีการเพื่อแก้ปัญหา บนพื้นฐานการใช้ความรู้ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม แต่ยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน	2
	-การออกแบบวิธีการเพื่อแก้ปัญหา บนพื้นฐานการใช้ความรู้ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการใช้เทคโนโลยี	1
	-ไม่มีร่องรอย	0

หัวข้อ	ลักษณะของงาน	ระดับคะแนน
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา		
ดำเนินการแก้ปัญหา	-มีการอธิบายผลการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา อย่างชัดเจน มีการสรุปผลที่สมบูรณ์ถูกต้อง ครบถ้วน	5
	-มีการอธิบายผลการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา อย่างชัดเจน มีการสรุปผลที่สมบูรณ์	4
	-มีการอธิบายผลการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา สามารถสรุปผลได้	3
	-มีการอธิบายผลการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา แต่การสรุปผลยังไม่สมบูรณ์	2
	-มีการอธิบายผลการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	1
	-ไม่มีร่องรอย	0
จากสถานการณ์		
ข้อความที่เป็นจริง	ข้อความที่เป็นเท็จ	ข้อความที่ไม่สามารถระบุได้
1. ชั้นโครงสร้างโลกประกอบด้วย เปลือกโลก เนื้อโลกและแก่นโลก 5. ธาตุโลหะส่วนใหญ่มีความหนาแน่น มากกว่าธาตุโลหะ 6. คลื่นจะเกิดการสะท้อนและหักเหเมื่อ เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน 7. คลื่นจะเปลี่ยนแปลงความเร็ว เมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน 10. สนามแม่เหล็กเกิดจากการเคลื่อนที่ ของประจุไฟฟ้าภายนอก ที่อยู่รอบแกนแม่เหล็ก 11. ผลบวกของขนาดของมุมภายใน ของรูปสามเหลี่ยมเป็น 180 องศา 12. 2 เป็นจำนวนคู่ 13. 5 เป็นจำนวนเฉพาะ 15. $100^0 = 1$ 16. $5(2 + 3) = 25$ 17. เซตว่างเป็นสับเซตของทุกเซต	2. เปลือกโลกเป็นชั้นที่หนาที่สุด ของโครงสร้างโลก 4. แก่นโลกเป็นชั้นของโลกที่มี ความหนาแน่นน้อยที่สุด 9. อุกกาบาตเป็นวัตถุที่มาจาก นอกระบบสุริยะ 14. $2 + 3 = 2 \times 3$	3. ทำไมเนื้อโลกจึงมีสถานะ เป็นของแข็ง 8. จงอธิบายคลื่นที่ส่งผ่านพลังงาน โดยอาศัยตัวกลาง 18. ฉันต้องการเดินทางไปนอกโลก 19. วันนี้เป็นวันอะไร 20. กรุณาถอดรองเท้าก่อนเข้าห้อง

หัวข้อ	ลักษณะของงาน	ระดับคะแนน
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา		
จุดเด่น	-มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในประเด็นที่สำคัญกับการอธิบายจุดเด่นของการแก้ปัญหา มีความเข้าใจที่ถูกต้อง และมีการพิจารณาในรายละเอียด	3
	-มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในประเด็นที่สำคัญกับการอธิบายจุดเด่นของการแก้ปัญหา และมีความเข้าใจที่ถูกต้อง แต่ยังขาดการพิจารณาในรายละเอียด	2
	-มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แต่เป็นการใช้ในประเด็นที่ไม่สำคัญกับการอธิบายจุดเด่นของการแก้ปัญหา และยังมี ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน	1
	-ไม่มีร่องรอย	0
จุดด้อย	-มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในประเด็นที่สำคัญกับการอธิบายจุดด้อยของการแก้ปัญหา และมีความเข้าใจที่ถูกต้อง พร้อมมีการพิจารณาในรายละเอียด	3
	-มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในประเด็นที่สำคัญกับการอธิบายจุดด้อยของการแก้ปัญหา และมีความเข้าใจที่ถูกต้อง แต่ยังขาดการพิจารณาในรายละเอียด	2
	-มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แต่เป็นการใช้ในประเด็นที่ไม่สำคัญกับการอธิบายจุดด้อยของการแก้ปัญหา และยังมี ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน	1
	-ไม่มีร่องรอย	0

หัวข้อ	ลักษณะของงาน	ระดับคะแนน
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา		
สิ่งที่ต้องปรับปรุง	-มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในประเด็นที่สำคัญกับแนวทางของสิ่งที่ต้องปรับปรุงในการแก้ปัญหา และมีความเข้าใจที่ถูกต้อง พร้อมมีการพิจารณาในรายละเอียด	3
	-มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในประเด็นที่สำคัญกับแนวทางของสิ่งที่ต้องปรับปรุงในการแก้ปัญหา และมีความเข้าใจที่ถูกต้อง แต่ยังขาดการพิจารณาในรายละเอียด	2
	-มีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แต่เป็นการใช้ในประเด็นที่ไม่สำคัญกับแนวทางของสิ่งที่ต้องปรับปรุงในการแก้ปัญหา และยังไม่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน	1
	-ไม่มีร่องรอย	0
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา		
วิทยาศาสตร์	-สามารถอธิบายถึงวิทยาศาสตร์ได้ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ	2
	-สามารถอธิบายถึงวิทยาศาสตร์ได้	1
	-ไม่มีร่องรอย	0
คณิตศาสตร์	-สามารถอธิบายถึงคณิตศาสตร์ได้ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ	2
	-สามารถอธิบายถึงคณิตศาสตร์ได้	1
	-ไม่มีร่องรอย	0
อื่น ๆ	-สามารถอธิบายบูรณาการกับวิชาอื่น ๆ ได้ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ	2
	-สามารถอธิบายบูรณาการกับวิชาอื่น ๆ ได้	1
	-ไม่มีร่องรอย	0
สรุปความรู้ที่ได้	-เนื้อหาถูกต้องตรงตามความรู้ที่ได้ -รายละเอียดครบถ้วนถูกต้อง คลอบคลุม ชัดเจน -เนื้อหาสอดคล้อง	3
	-เนื้อหาถูกต้องตรงตามความรู้ที่ได้ -เนื้อหาสอดคล้อง	2
	-เนื้อหาสอดคล้อง	1
	-ไม่มีร่องรอย	0
เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันอย่างไร	-สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ	2
	-สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้	1
	-ไม่มีร่องรอย	0



Q. Twenty

สถานการณ์



ภาพ : Shutterstock

ณ จักรวาลมาร์เวลอันไกลโพ้น ธานอสได้ครอบครองงูมือพร้อมอัญมณีอินฟินิตี้ หลังจากสงครามสงบลง ผู้คนได้ล้มตายเป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตามก็ยังไม่เป็นที่พอใจของเขา ธานอสเดินทางมายังโลกและให้กาโมร่าออกไปป่าวประกาศว่า “ชาวโลกทั้งหลาย ท่านผู้ใดสามารถบอกได้ว่าข้อความที่ติดอยู่บนยานอวกาศข้อใด **เป็นจริง เป็นเท็จ หรือไม่สามารถตอบได้** โดยผู้ใดที่ตอบถูกทั้งหมด ผู้นั้นจะได้รับการไว้ชีวิต” ผู้คนทั้งหลาย เมื่อได้ฟังประกาศเช่นนั้นต่างก็มีความประสงค์จะมาที่ยานอวกาศของธานอสเป็นจำนวนมาก แต่เพียงตอบให้ได้ว่าข้อความ เป็นจริง เป็นเท็จ หรือไม่สามารถตอบได้ โดยข้อความทั้งหมดมีดังนี้

Q. Twenty

1. ชั้นโครงสร้างโลกประกอบด้วยเปลือกโลก เนื้อโลก และแก่นโลก	11. ผลบวกของขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมเป็น 180 องศา
2. เปลือกโลกเป็นชั้นที่หนาที่สุดของโครงสร้างโลก	12. 2 เป็นจำนวนคู่
3. ทำไมเนื้อโลกจึงมีสถานะเป็นของแข็ง	13. 5 เป็นจำนวนเฉพาะ
4. แก่นโลกเป็นชั้นของโลกที่มีความหนาแน่นน้อยที่สุด	14. $2 + 3 = 2 \times 3$
5. ธาตุโลหะส่วนใหญ่มีความหนาแน่นมากกว่าธาตุโลหะ	15. $100^0 = 1$
6. คลื่นจะเกิดการสะท้อนและหักเหเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน	16. $5(2 + 3) = 25$
7. คลื่นจะเปลี่ยนแปลงความเร็วเมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกัน	17. เซตว่างเป็นสับเซตของทุกเซต
8. จงอธิบายคลื่นที่ส่งผ่านพลังงานโดยอาศัยตัวกลาง	18. ฉันต้องการเดินทางไปนอกโลก
9. อุกกาบาตเป็นวัตถุที่มาจากนอกระบบสุริยะ	19. วันนี้เป็นวันอะไร
10. สนามแม่เหล็กเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าภายนอกที่อยู่รอบแกนแม่เหล็ก	20. กรุณาถอดรองเท้าก่อนเข้าห้อง

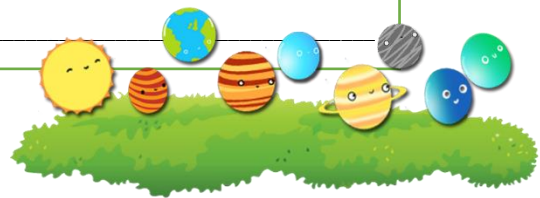
ขั้นที่ 1

ระบุปัญหา

สิ่งที่ต้องการ

ข้อจำกัด

แนวทางในการแก้ปัญหา



ขั้นที่ 2

รวมรวบข้อมูลและแนวคิด

หัวข้อที่สืบค้น

ข้อมูลที่สืบค้น

แหล่งข้อมูลที่สืบค้น

--	--

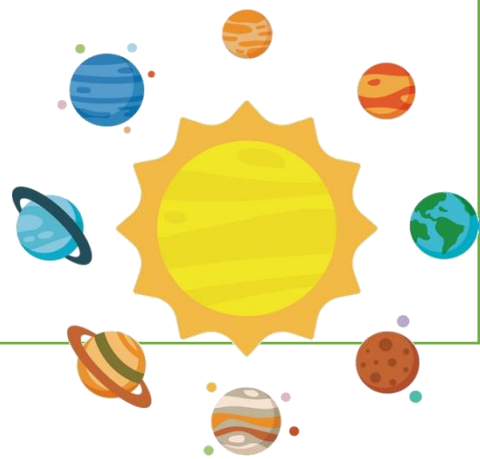
ขั้นที่ 3

ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา



ขั้นที่ 4

วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา



ขั้นที่ 5

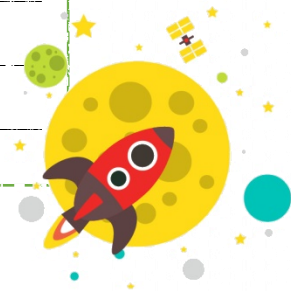
ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข

วิธีการแก้ปัญหา

จุดเด่น

จุดด้อย

สิ่งที่ต้องปรับปรุง



ชั้นที่ 6

นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

วิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์

อื่น ๆ

สรุปความรู้ที่ได้

เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันอย่างไร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	โรงเรียนหัตถาพิทยาคม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562
รหัสวิชา ค31101 คณิตศาสตร์ 1	จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ประพจน์	ผู้สอน นางสาวภัศรา เพ็งไย

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2. สาระสำคัญ

ประพจน์ คือ ประโยคหรือข้อความที่เป็นจริงหรือเท็จอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ซึ่งประโยคหรือข้อความที่มีลักษณะตามสถานการณ์ข้างต้นจะอยู่ในรูปบอกเล่าหรือปฏิเสธก็ได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

นักเรียนสามารถจำแนกข้อความที่เป็นประพจน์และไม่เป็นประพจน์ได้

ด้านทักษะกระบวนการ

นักเรียนมีความสามารถคิดอย่างเป็นเหตุผล

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ซื่อสัตย์ สุจริต
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. มุ่งมั่นในการทำงาน

4. สารการเรียนรู้

ประพจน์ คือ ประโยคหรือข้อความที่เป็นจริงหรือเท็จอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ซึ่งประโยคหรือข้อความที่มีลักษณะตามสถานการณ์ข้างต้นจะอยู่ในรูปบอกเล่าหรือปฏิเสธก็ได้

การเป็นจริงหรือเท็จของแต่ละประพจน์ เรียกว่า ค่าความจริงของประพจน์ ประโยคหรือข้อความที่ไม่อยู่ในรูปบอกเล่า หรือปฏิเสธ ไม่เป็นประพจน์ เช่น คำถาม คำสั่ง ขอร้อง อ้อนวอน ห้าม อุทาน หรือแสดงความปรารถนา

ค่าความจริงของประพจน์มี 2 ชนิด คือ

1. ค่าความจริงเป็นจริง

2. ค่าความจริงเป็นเท็จ

ตัวอย่างที่ 1 ประโยคหรือข้อความที่เป็นประพจน์

ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ (จริง)

ดาวศุกร์เป็นดาวเคราะห์ (จริง)

กรุงเทพมหานครอยู่ทางใต้ของประเทศไทย (เท็จ)

ยอดเขาที่สูงที่สุดในโลกอยู่ในประเทศไทย (เท็จ)

2 เป็นจำนวนคู่ (จริง)

$2 + 3 = 2 \times 3$ (เท็จ)

$100^0 = 1$ (จริง)

เซตว่างเป็นสับเซตของทุกเซต (จริง)

ผลบวกของขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมเป็น 180 องศา (จริง)

ตัวอย่างที่ 2 ประโยคหรือข้อความที่ไม่เป็นประพจน์

ขอภัยในความไม่สะดวก

กรุณาเคารพสถานที่ด้วยการแต่งกายให้สุภาพเรียบร้อย

โปรดงดสูบบุหรี่

ห้ามนำอาหารและเครื่องดื่มทุกชนิดเข้ามาในห้องสมุด

จงเติมคำตอบลงในช่องว่าง

หนังสือเล่มนี้ราคาเท่าไร

อยากเก่งแบบอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์

ตำน้ำพริกละลายแม่น้ำ

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูแนะนำเกี่ยวกับรายวิชาและสัดส่วนคะแนนพร้อมทั้งชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ครูและนักเรียนสร้างข้อตกลง วิธีการเรียน บทบาทของนักเรียนและครูร่วมกัน

2. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับจำนวน สมการ และอสมการในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและเรื่องเซตที่ได้เรียนมาแล้วโดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจาก goo.gl/EkaUZt

ชั้นสอน

3. นักเรียนและครูร่วมกันยกตัวอย่างประโยคบอกเล่า ปฏิเสธ ขอร้อง คำสั่ง อุทานที่เคยเรียนมาในวิชาภาษาไทย

4. ครูยกตัวอย่างที่ 1-2 แล้วให้นักเรียนบอกค่าความจริง

5. นักเรียนยกตัวอย่างประโยคมา 5 ประโยค พร้อมทั้งบอกว่าเป็นประพจน์หรือไม่ เพราะเหตุใด

6. นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2.1 ในหนังสือเรียนฯ หน้า 56 โดยใช้เวลาในการทำ 30 นาที

7. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาเฉลยคนละ 2 ข้อ พร้อมทั้งชี้แนะเพิ่มเติมเมื่อพบความผิดพลาดของนักเรียน

ชั้นสรุป

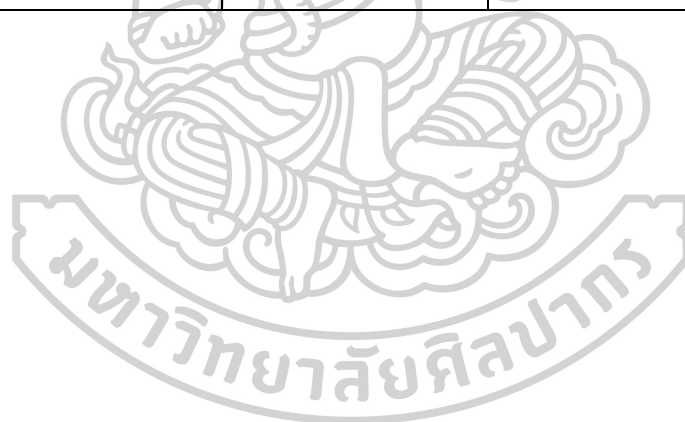
8. นักเรียนช่วยกันสรุปลักษณะของประโยคที่เป็นประพจน์โดยมีครูคอยแนะนำ

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
2. กิจกรรมที่ 2.1
3. แบบสังเกตการตอบคำถาม
4. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
5. ห้องสมุดโรงเรียนห้วยคาศึกษา
6. ห้องศูนย์ปฏิบัติการคณิตศาสตร์

7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้ - สามารถจำแนกข้อความที่เป็นประพจน์และไม่เป็นประพจน์ได้	- ตรวจการทำ กิจกรรมที่ 2.1	- กิจกรรมที่ 2.1	- ผ่านเกณฑ์ ประเมินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด
ด้านทักษะกระบวนการ - นักเรียนมีความสามารถคิด อย่างเป็นเหตุผล	- สังเกตจากการตอบ คำถาม/การสรุป	- แบบสังเกต ทักษะ กระบวนการ	- ผ่านเกณฑ์ ประเมินที่ระดับดี ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. ซื่อสัตย์ สุจริต 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. มุ่งมั่นในการทำงาน	- สังเกตพฤติกรรม ของนักเรียนใน ระหว่างเรียน	- แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	- ผ่านเกณฑ์ ประเมินที่ระดับดี ขึ้นไป





ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน)

ชื่อ - นามสกุล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย x หน้าตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด (เวลา 60 นาที รวม 20 คะแนน)

1. ประโยคในข้อใดเป็นประพจน์

- ก. จงอธิบายความหมายของคลื่นที่ส่งผ่านพลังงานโดยอาศัยตัวกลาง
- ข. ธาตุโลหะส่วนใหญ่มีความหนาแน่นมากกว่าธาตุโลหะ
- ค. เซตว่างมีความหมายว่าอย่างไร
- ง. ผลบวกของขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมประกอบด้วยอะไรบ้าง

2. ประโยคในข้อใดไม่เป็นประพจน์

- ก. การเดินทางไปนอกโลกสามารถทำให้เกิดได้จริงหรือไม่
- ข. เซตว่างเป็นสับเซตของทุกเซต
- ค. $5(2 + 3) = 25$
- ง. $100^0 = 1$

3. ประโยคในข้อใดไม่เป็นประพจน์

- ก. $11 + 1000 \neq 1011$
- ข. เนื้อโลกมีสถานะเป็นของแข็ง
- ค. $12 + \sqrt{21}$ เป็นจำนวนจริงหรือไม่
- ง. $2 + 3 = 6$

4. ประพจน์ใดมีค่าที่ความจริงต่างจากข้ออื่น

- ก. เนื้อโลกมีสถานะเป็นของเหลว
- ข. $21 + 78 = 94$
- ค. เซตว่างมีสมาชิก 1 ตัว
- ง. $\{1, 2, 3\} \cap \{4, 5\} = \{1, 2, 3, 4, 5\}$

5. ประพจน์ใดมีค่าความจริงเป็นจริง

- ก. คลื่นทุติยภูมิเป็นคลื่นตามยาว
- ข. $\emptyset \subset \{1, 2, 3\}$
- ค. $\{1\} \in \{1, 2, 3\}$
- ง. $\frac{22}{7}$ เป็นจำนวนอตรรกยะ

6. ประพจน์ใดต่อไปนี้มีค่าความจริงเป็นเท็จ

- ก. $(-8)^2 > (-6)^2$
- ข. $8 > 6$
- ค. $-8 > -6$
- ง. $-6 > -8$

13. กำหนดให้ p , q และ r เป็นประพจน์ที่มีค่าความจริงเป็นเท็จ เท็จ และเท็จ ตามลำดับ พิจารณาค่าความจริงต่อไปนี้

$$1) \quad (p \rightarrow q) \leftrightarrow (\sim q \wedge \sim r)$$

$$2) \quad (p \leftrightarrow q) \rightarrow \sim r$$

ก. 1) จริง และ 2) จริง ข. 1) จริง และ 2) เท็จ

ค. 1) เท็จ และ 2) จริง ง. 1) เท็จ และ 2) เท็จ

14. กำหนดให้ $p \rightarrow (p \wedge q)$ มีค่าความจริงเป็นเท็จ ประพจน์ใดมีค่าความจริงเป็นจริง

ก. $p \rightarrow (q \wedge r)$ ข. $(r \rightarrow s) \rightarrow p$

ค. $q \wedge \sim r$ ง. $p \rightarrow (\sim q \rightarrow r)$

15. กำหนดให้ p เป็นประพจน์ใด ๆ รูปแบบของประพจน์ในข้อใดมีค่าความจริงเป็นเท็จเสมอ

ก. $\sim p \rightarrow p$ ข. $p \vee \sim p$

ค. $p \wedge \sim p$ ง. $\sim p \vee \sim p$

16. กำหนดให้ p , q และ r เป็นประพจน์ที่มีค่าความจริงเป็นจริง เท็จ และเท็จ ตามลำดับ พิจารณาค่าความจริงต่อไปนี้

$$1) \quad p \rightarrow (\sim q \wedge r)$$

$$2) \quad (p \leftrightarrow q) \rightarrow \sim r$$

ก. 1) จริง และ 2) จริง ข. 1) จริง และ 2) เท็จ

ค. 1) เท็จ และ 2) จริง ง. 1) เท็จ และ 2) เท็จ

17. ประพจน์ $p \leftrightarrow q$ เป็นจริงเมื่อใด

ก. p เป็นจริง, $\sim q$ เป็นจริง ข. p เป็นจริง, q เป็นเท็จ

ค. p เป็นเท็จ, $\sim q$ เป็นเท็จ ง. p เป็นเท็จ, $\sim q$ เป็นจริง

18. ให้ p แทน $1 + 1 = 2$, q แทน $2^2 = 4$ และ r แทน $2 + 3 \neq 5$ สัญลักษณ์ในข้อใดแทนข้อความถ้า $1 + 1 = 2$ และ $2^2 \neq 4$ แล้ว $2 + 3 \neq 5$

ก. $(p \wedge q) \rightarrow r$ ข. $p \wedge (\sim q \rightarrow r)$

ค. $(p \wedge \sim q) \rightarrow r$ ง. $(\sim p \wedge q) \rightarrow r$

19. กำหนด p และ q แทนประพจน์ $8 + 8 = 16$ และ $16 \times 2 = 34$ ตามลำดับ จงหาว่าประพจน์ $p \rightarrow q$ มีค่าความจริงตรงกับค่าความจริงของประพจน์ใด

ก. $(p \wedge q) \rightarrow p$ ข. $(p \leftrightarrow \sim q)$

ค. $(p \vee q) \rightarrow q$ ง. $(\sim p \leftrightarrow q)$

20. ให้ p แทน 2^2 เป็นจำนวนคู่, q แทน 2^{13} เป็นจำนวนคี่, r แทน 2^{15} เป็นจำนวนคี่ และ s แทน 2^4 เป็นจำนวนคู่ พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) ประพจน์ $[(p \wedge q) \rightarrow r] \rightarrow (p \vee s)$ มีค่าความจริงเป็นจริง

2) ประพจน์ $[\sim(p \wedge \sim s)] \vee (q \wedge \sim r)$ มีค่าความจริงเป็นจริง

ข้อใดต่อไปนี้ถูก

ก. ข้อ 1) และ 2) ถูกต้อง

ข. ข้อ 1) ผิด และ 2) ถูกต้อง

ค. ข้อ 1) ถูกต้อง และ 2) ผิด

ง. ข้อ 1) และ 2) ผิด



**ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาข้อสอบแต่ละข้อ
สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น**

สำหรับการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาข้อสอบแต่ละข้อ เพื่อนำมาจัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของการวัด ด้วยวิธีการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ผลการประเมินปรากฏดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาข้อสอบแต่ละข้อ

ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						IOC	ข้อสอบ ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						IOC
	1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6	
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	21	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	0	+1	+1	+1	0.83	22	0	+1	+1	+1	+1	+1	0.83
3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	23	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	0	+1	+1	0	+1	+1	0.67	24	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.83
5	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.83	25	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	0	+1	+1	+1	0.83	26	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.83
7	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	27	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.83	28	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.83
9	0	+1	+1	+1	+1	+1	0.83	29	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.83	30	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.83	31	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.83
12	+1	0	+1	+1	+1	+1	0.83	32	+1	+1	0	+1	+1	+1	0.83
13	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	33	0	+1	+1	+1	+1	+1	0.83
14	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.83	34	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
15	+1	0	+1	+1	+1	+1	0.83	35	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.83
16	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.83	36	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	0	0	+1	+1	0.67	37	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.83
18	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	38	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.83
19	+1	+1	+1	0	+1	0	0.67	39	+1	0	+1	+1	+1	+1	0.83
20	+1	+1	0	+1	0	+1	0.67	40	0	+1	+1	0	+1	+1	0.67

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
 ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตรของ Kuder Richardson KR-20

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	สรุปความหมาย
1	0.96	0.92	ใช้ไม่ได้
2	0.76	0.52	ใช้ได้
3	0.44	-0.12	ใช้ไม่ได้
4	0.92	0.84	ใช้ได้
5	0.76	0.52	ใช้ได้
6	0.72	0.44	ใช้ได้
7	0.64	0.28	ใช้ได้
8	0.6	0.2	ใช้ได้
9	0.8	0.6	ใช้ได้
10	0.64	0.28	ใช้ได้
11	0.04	-0.92	ใช้ไม่ได้
12	0.72	0.44	ใช้ได้
13	0.68	0.36	ใช้ได้
14	0.64	0.28	ใช้ได้
15	0.76	0.52	ใช้ได้
16	0.52	0.04	ใช้ไม่ได้
17	0.92	0.84	ใช้ไม่ได้
18	0.68	0.36	ใช้ได้
19	0.44	-0.12	ใช้ไม่ได้
20	0.52	0.04	ใช้ไม่ได้
21	0.6	0.2	ใช้ได้
22	0.4	-0.2	ใช้ไม่ได้
23	0.68	0.36	ใช้ได้
24	0.6	0.2	ใช้ได้
25	0.52	0.04	ใช้ไม่ได้

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สูตรของ Kuder Richardson KR-20

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	สรุปความหมาย
26	0.52	0.04	ใช้ไม่ได้
27	0.6	0.2	ใช้ได้
28	0.24	-0.52	ใช้ไม่ได้
29	0.64	0.28	ใช้ได้
30	0.52	0.04	ใช้ไม่ได้
31	0.68	0.36	ใช้ได้
32	0.48	-0.04	ใช้ไม่ได้
33	0.68	0.36	ใช้ได้
34	0.44	-0.12	ใช้ไม่ได้
35	0.6	0.2	ใช้ได้
36	0.2	-0.6	ใช้ไม่ได้
37	0.4	-0.2	ใช้ไม่ได้
38	0.72	0.44	ใช้ได้
39	0.64	0.28	ใช้ได้
40	0.68	0.36	ใช้ได้

หมายเหตุ

- ข้อสอบข้อที่ 11 มีค่าความยากง่าย (p) น้อยกว่า 0.20 ยกเกินไป จึงตัดออก
- ข้อสอบข้อที่ 3, 11, 16, 19, 20, 22, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 36 และ 37 มีค่าอำนาจจำแนก (r) น้อยกว่า 0.20 จัดเป็นข้อสอบที่ไม่สามารถจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้จึงตัดออก
- เนื่องจากมีข้อสอบเกินจำนวนความต้องการจึงตัดออกแบบเจาะจง ได้แก่ข้อที่ 1, 4, 17, 29, 31 และ 35
- รวมตัดข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ และคงเหลือข้อสอบจำนวน 20 ข้อ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ได้เท่ากับ 0.671



ภาคผนวก ง

แบบประเมินทักษะด้านสะเต็มศึกษา

แบบประเมินทักษะด้านสะเต็มศึกษา

คำชี้แจง : การประเมินนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินทักษะทางด้านสะเต็ม จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรตเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

แบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษานี้ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับแต่ละระดับมีความหมายดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง นักเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับ ดีมาก
ระดับ 4	หมายถึง นักเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับ ดี
ระดับ 3	หมายถึง นักเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับ ปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง นักเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับ พอใช้
ระดับ 1	หมายถึง นักเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. ทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์						
1.1 มีการวางแผน ออกแบบหรือแก้ไขสถานการณ์ และลงมือทำการค้นคว้า แก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้อย่างเหมาะสม						
1.2 สามารถวางแผน ออกแบบหรือแก้ไขสถานการณ์ และลงมือทำการค้นคว้า แก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกขั้นตอน						
1.3 สามารถวางแผน ออกแบบหรือแก้ไขสถานการณ์ และลงมือทำการค้นคว้า แก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้ทันตามเวลาที่กำหนด						
1.4 สามารถทำงานร่วมกันเป็นทีมได้อย่างเหมาะสม						
2. ทักษะทางด้านเทคโนโลยี						
2.1 สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยี และศาสตร์สาขาอื่น ๆ						
2.2 สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนองาน ได้อย่างเหมาะสม						
2.3 สามารถวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม						

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
3. ทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์						
3.1 สามารถออกแบบการแก้ไขสถานการณ์ปัญหา หรือค้นหาแนวทางที่หลากหลายในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่ไม่เคยประสบมาก่อนได้อย่างสร้างสรรค์						
3.2 สามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ไข รวมทั้งคิดแยกแยะประเด็นปัญหาในแง่มุมต่าง ๆ ในระหว่างการแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้						
3.3 มีความมั่นใจในตนเอง มีความกล้าตัดสินใจ แสดงความคิดเห็นในการออกแบบแก้ไขสถานการณ์ปัญหา และสามารถเผชิญหน้ากับสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหาได้						
4. ทักษะทางด้านคณิตศาสตร์						
4.1 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ						
4.2 ใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย อธิบาย สรุปผลและนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน						
4.3 เชื่อมโยงความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และนำหลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ ได้						
4.4 รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ						
4.5 สามารถขยายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้ให้ดียิ่งขึ้น						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.



ภาคผนวก จ

แบบประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แบบประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง : การประเมินนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความพึงพอใจ ในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โปรดเขียนเครื่องหมาย

✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด แบบประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ฉบับนี้ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ แต่ละระดับมีความหมายดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก
ระดับ 3	หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อย
ระดับ 1	หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้						
1.1 บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน น่าเรียน						
1.2 นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้						
1.3 นักเรียนได้รับการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ						
1.4 นักเรียนกล้าแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นกับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน						
2. ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา						
2.1 กิจกรรมมีความน่าสนใจท้าทายให้อยากเรียนรู้						
2.2 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจน						
2.3 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำและกล้าแสดงออก						

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
2.4 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง						
2.5 นักเรียนอยากให้อีกิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่น ๆ						
2.6 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้จักตนเอง						
2.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม						
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้						
3.1 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างวิธีการแก้ไขสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมากขึ้น						
3.2 นักเรียนเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้						
3.3 นักเรียนทำงานได้อย่างมีระบบ						
3.4 นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล						
3.5 นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน						
3.6 ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมากขึ้น						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ผลการตรวจสอบแบบประเมินความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สำหรับการตรวจสอบรายการประเมินมีความสอดคล้องกับความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการประเมินความสอดคล้องของแต่ละองค์ประกอบของความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน ผลการประเมินปรากฏดังตารางที่ 35

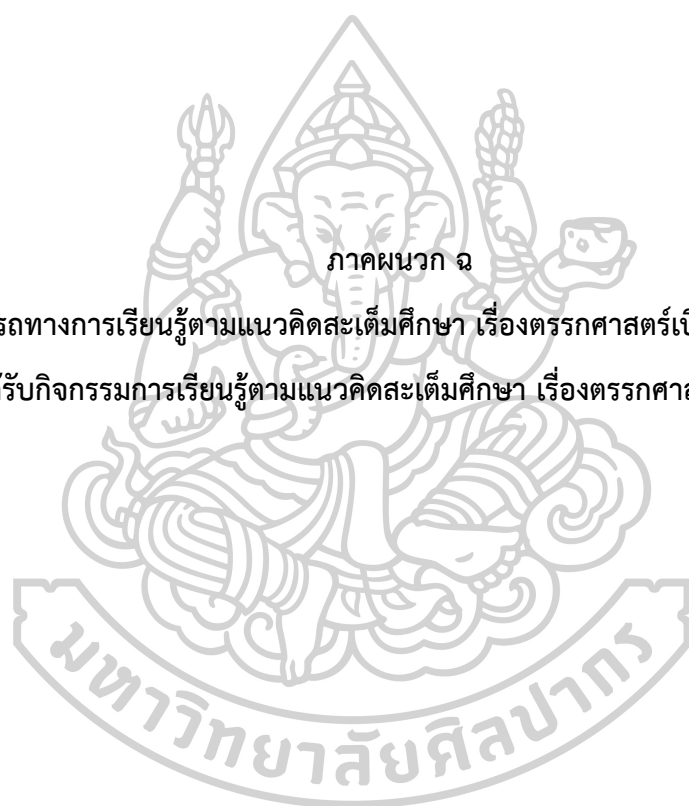
ตารางที่ 35 ผลการตรวจสอบรายการประเมินมีความสอดคล้องกับความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						IOC
	1	2	3	4	5	6	
1. ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้							
1.1 บรรยากาศในการเรียนสนุกสนาน น่าเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
1.2 นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
1.3 นักเรียนได้รับการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
1.4 นักเรียนกล้าแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นกับครู และเพื่อนร่วมชั้นเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2. ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา							
2.1 กิจกรรมมีความน่าสนใจทำอย่างไรให้อยากเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2.2 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2.3 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2.4 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วม และเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2.5 นักเรียนอยากให้เกิดกิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่น ๆ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2.6 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้จักตนเอง	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	+1	+1	0	+1	+1	+1	0.83

ตารางที่ 35 ผลการตรวจสอบรายการประเมินมีความสอดคล้องกับความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						IOC
	1	2	3	4	5	6	
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้							
3.1 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างวิธีการแก้ไขสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมากขึ้น	+1	+1	0	+1	+1	+1	0.83
3.2 นักเรียนเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3.3 นักเรียนทำงานได้อย่างมีระบบ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3.4 นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3.5 นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3.6 ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมากขึ้น	0	+1	+1	+1	+1	+1	0.83





ภาคผนวก ฉ

ความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนที่

ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

ความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น
ตารางที่ 36 คะแนนของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง
ตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	คะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนรวม (100 คะแนน)
1	60.44	16.00	76.44
2	60.44	16.00	76.44
3	60.44	19.00	79.44
4	60.44	16.00	76.44
5	60.44	10.00	70.44
6	60.44	17.00	77.44
7	60.44	15.00	75.44
8	60.44	15.00	75.44
9	62.48	13.00	75.48
10	62.48	15.00	77.48
11	62.48	14.00	76.48
12	62.48	17.00	79.48
13	62.48	15.00	77.48
14	62.48	10.00	72.48
15	62.48	11.00	73.48
16	62.48	15.00	77.48
17	60.95	14.00	74.95
18	60.95	18.00	78.95
19	60.95	16.00	76.95
20	60.95	16.00	76.95
21	60.95	18.00	78.95
22	60.95	12.00	72.95
23	60.95	11.00	71.95

ตารางที่ 36 คะแนนของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง
 ตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

คนที่	คะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนรวม (100 คะแนน)
24	60.95	10.00	70.95
25	59.17	11.00	70.17
26	59.17	8.00	67.17
27	59.17	9.00	68.17
28	59.17	10.00	69.17
29	59.17	15.00	74.17
30	59.17	13.00	72.17
31	59.17	19.00	78.17
32	59.17	17.00	76.17
33	59.17	18.00	77.17
34	59.17	8.00	67.17
35	59.17	11.00	70.17
36	59.17	11.00	70.17
37	59.17	16.00	75.17
38	59.17	9.00	68.17
39	59.17	8.00	67.17
40	59.17	15.00	74.17

ตารางที่ 37 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถ
ทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
แนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

x	f	fx	x ²	fx ²
67.17	3	201.52	4512.43	13537.28
68.17	2	136.35	4647.78	9295.55
69.17	1	69.17	4785.13	4785.13
70.17	3	210.52	4924.47	14773.42
70.44	1	70.44	4962.42	4962.42
70.95	1	70.95	5034.24	5034.24
71.95	1	71.95	5177.15	5177.15
72.17	1	72.17	5209.17	5209.17
72.48	1	72.48	5252.80	5252.80
72.95	1	72.95	5322.05	5322.05
73.48	1	73.48	5398.75	5398.75
74.17	2	148.35	5501.87	11003.74
74.95	1	74.95	5617.86	5617.86
75.17	1	75.17	5651.22	5651.22
75.44	2	150.89	5691.86	11383.73
75.48	1	75.48	5696.66	5696.66
76.17	1	76.17	5802.57	5802.57
76.44	3	229.33	5843.75	17531.26
76.48	1	76.48	5848.61	5848.61
76.95	1	76.95	5921.67	5921.67
76.95	1	76.95	5921.67	5921.67
77.17	1	77.17	5955.92	5955.92
77.44	1	77.44	5997.64	5997.64
77.48	3	232.43	6002.56	18007.68
78.17	1	78.17	6111.27	6111.27
78.95	2	157.90	6233.48	12466.96
79.44	1	79.44	6311.42	6311.42
79.48	1	79.48	6316.46	6316.46
รวม	40	2964.78	155652.88	220294.30

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{\sum fx}{n} \\ &= \frac{2964.78}{40} \\ &= 74.12\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{S.D.} &= \frac{\sqrt{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}}{n(n-1)} \\ &= \frac{\sqrt{40(220294.30) - (2964.78)^2}}{40(39)} \\ &= 3.74\end{aligned}$$

การทดสอบสมมติฐานของการวิจัยเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ซึ่งใช้การทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติทดสอบ t (One-Sample t-test)

สมมติฐานคือ $H_0 : \mu \leq 0.70$

$H_1 : \mu > 0.70$

สถิติทดสอบ $t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$

โดย $df = n-1$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น

μ แทน เกณฑ์ที่คาดหวัง $\mu = 70$

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน

ดังนั้น $t = 6.953$

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $t > t_{0.05,39}$

จากตารางได้ $t_{0.05,39} = 1.6849$

จะได้ว่า $6.953 > 1.6849$ อยู่ในบริเวณวิกฤต เพราะฉะนั้นปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 นั่นคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความสามารถทางการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ที่สามารถผ่านเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05





ตารางที่ 38 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	6	16	21	8	18
2	2	16	22	3	12
3	8	19	23	9	11
4	7	16	24	6	10
5	3	10	25	6	11
6	8	17	26	7	8
7	5	15	27	10	9
8	5	15	28	6	10
9	9	13	29	9	15
10	5	15	30	5	13
11	7	14	31	7	19
12	8	17	32	8	17
13	8	15	33	8	18
14	6	10	34	4	8
15	5	11	35	8	11
16	5	15	36	5	11
17	6	14	37	7	16
18	2	18	38	8	9
19	3	16	39	7	8
20	7	16	40	5	15
คะแนนก่อนเรียน		$\bar{x} = 6.28$		S.D. = 1.99	
คะแนนหลังเรียน		$\bar{x} = 13.68$		S.D. = 3.30	

ตารางที่ 39 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	5	11	21	7	11
2	6	8	22	2	10
3	8	7	23	3	12
4	6	13	24	1	9
5	8	11	25	7	11
6	5	8	26	6	11
7	4	8	27	7	12
8	6	10	28	6	13
9	5	9	29	3	11
10	3	9	30	8	10
11	7	11	31	4	11
12	2	10	32	5	12
13	7	12	33	5	13
14	5	11	34	6	14
15	3	13	35	1	10
16	4	11	36	5	12
17	6	15	37	7	13
18	5	14	38	4	10
19	5	10	39	6	12
20	9	9	40	4	8
คะแนนก่อนเรียน		$\bar{x} = 5.15$		S.D. = 1.93	
คะแนนหลังเรียน		$\bar{x} = 10.88$		S.D. = 1.86	



Plagiarism Checking Report

Created on Apr 29, 2020 at 00:14 AM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	APPLICATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
1617576	Apr 29, 2020 at 00:14 AM	ithesis-su	59316305.pdf	Completed	1.22%

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	การศึกษาสภาพ ปัญหา และแนวทางการแก้ไขปัญหาในการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริงของครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	ชนิษฐา พันธุ์เยี่ยม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	0.40 %
2	การวิเคราะห์กระบวนการขับเคลื่อนนโยบายสะเต็มศึกษาจากระดับชาติสู่ห้องเรียน	รัฐฎีกา ตั้งสุทธิพงศ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	0.25 %
3	ความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของผลการประเมินตามสภาพจริงวิชาภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3, Validity and reliability of authentic evaluation measures in lower secondary Thai classes 3	พิทักษ์ ทองมุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	0.14 %
4	การพัฒนาเครื่องมือประเมินประเมินตามสภาพจริงสำหรับรายวิชาการพัฒนาหลักสูตรรายวิชา ของภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, A development of authentic assessment tool for course development subject of departm	กฤษดา ศรีจันทรัมย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	0.13 %
5	๑ การเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนศึกษา	สุพัชรา โคตะวงศ์.	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	0.13 %
6	ความเข้าใจ และการปฏิบัติในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพ สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, Preservice science teachers's understandings and practices on measurement and evaluation in learning science	สิริวรรณ อิ่มทอง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	0.12 %
7	การพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้กลับด้านตามกรอบแนวคิดที่แพดและทฤษฎีขยายความคิดสำหรับครูมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน	กิตติพันธ์ อุดมเศรษฐี	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	0.06 %



ภาคผนวก ฅ

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

ที่ ศธ 6806 (๑๖๕) / 5034



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 มิถุนายน 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์

ด้วย นางสาวกศรา เพ็ญไข รหัสประจำตัว 59316305 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต
สาขาวิชา ทัศนศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " กิจกรรมการ
เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ
เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. จูไรรัตน์ นันทานินท์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790



ที่ ศธ 6806(พศ)/5035

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 มิถุนายน 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.กนิษฐา เซาว์วัฒนกุล

ด้วย นางสาวภัตรา เพ็งใย รหัสประจำตัว 59316305 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต
สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " กิจกรรมการ
เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ
เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. จูไรรัตน์ นันทานิช)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790



ที่ ศธ 6806 (นส) 5036

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 มิถุนายน 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวธิดิมา ณะนะศรี

ด้วย นางสาวภัศรา เพ็งใย รหัสประจำตัว 59316305 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต
สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " กิจกรรมการ
เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ
เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. จูไรรัตน์ นันทานิช)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ ศธ 6806 (นศ)/5034



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสกลนคร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 มิถุนายน 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางพรหมน นวลดี

ด้วย นางสาวภัศรา เพ็งไข รหัสประจำตัว 59316305 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต
สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสกลนคร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " กิจกรรมการ
เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสกลนคร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ
เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. จุไรรัตน์ นันทานิช)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ ศธ 6806 (ทร) 5052



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 มิถุนายน 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางวรรณทาร์ตน์ สุรินทร์อารณ์

ด้วย นางสาวกัศรา เพ็งไขย รหัสประจำตัว 59316305 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต
สาขาวิชา ทัศนศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " กิจกรรมการ
เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ธรณีศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ
เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. จุไรรัตน์ นันทานิช)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ ศธ 6806/๕๐๓๓



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 มิถุนายน 2562

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นายกิตติศักดิ์ ดิษฐอ่วม

ด้วย นางสาวกัศรา เพ็งไข รหัสนประจำตัว 59316305 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต
สาขาวิชา ทัศนศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " กิจกรรมการ
เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องครรศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ
เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. จูไรรัตน์ นันทนิช)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790



ภาคผนวก ญ

หนังสือขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัยและหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ที่ ศธ 6806(ศค) 5031




บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสกลนคร
 พระราชวังสนามจันทร์
 อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 มิถุนายน 2562

เรื่อง ขอตกลงเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนหันคาพิทยาคม

ด้วย นางสาวภัทรา เพ็งใย รหัสประจำตัว 59316305 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต
 สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสกลนคร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " กิจกรรมการเรียนรู้
 ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 " มีความประสงค์จะขอ
 ทดลองเครื่องมือวิจัยกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 80 คน เพื่อประกอบ
 การทำวิทยานิพนธ์

ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้นักศึกษา
 ดังกล่าวได้ทดลองเครื่องมือวิจัยด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร. จูไรรัตน์ นันทนิช)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
 นครปฐม โทร.034-218790

ที่ ศธ 6806 (นส) 5030



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 มิถุนายน 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนหันคาพิทยาคม

ด้วย นางสาวกสิรา เพ็งไข รหัสประจำตัว 59316305 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชา ภูมิศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ธรณีศาสตร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 " มีความประสงค์จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจาก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 80 คน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จาก ท่านโปรดแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้แก่ นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. จูไรรัตน์ นันทนิช)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790



ภาคผนวก ก
ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ภัสรา เพ็งไย
วัน เดือน ปี เกิด	25 กรกฎาคม 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2557 ปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) สาขาการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม พ.ศ. 2563 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่อยู่ปัจจุบัน	15 หมู่ 4 ตำบลพิหารแดง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี

