การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม

โดย

นายวรรณธนะ ปัดชา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา

ภาควิชาคณิตศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม

โดย
นายวรรณธนะ ปัดชา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา
ภาควิชาคณิตศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

A COMPARATIVE STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT ON TRIGONOMETRY RATIOS BETWEEN THE USE OF STEM EDUCATION AND IPST METHOD FOR MATHAYOM SUKSA V WATHUAICHORAKHE WITTAYAKHOM SCHOOL

By

Mr. Wantana Pudcha

A thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree
Master of Science Program in Mathematics Study
Department of Mathematics
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2016
Copyright of Graduate School, Silpakorn University

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม” เสนอโดย นายวรรณธนะ ปัดชา เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
รองศาสตราจารย์ ดร.สืบสกุล อยู่ยืนยง

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.รัตนา ศรีทัศน์)
...../...../.....

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วรินทร์ ศรีปัญญา)
...../...../.....

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สืบสกุล อยู่ยืนยง)
...../...../.....

57316324: สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา
คำสำคัญ: อัตราส่วนตรีโกณมิติ/ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

วรรณธนะ ปัดชา: การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: รศ.ดร.สืบสกุล อยู่ยืนยง. 172 หน้า

การศึกษาวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียน ระหว่างนักเรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแบบ สสวท (2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ (3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 72 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม จังหวัดนครปฐม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดทักษะสะเต็มศึกษา และแบบประเมินความพึงพอใจการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

ภาควิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ลายมือชื่อนักศึกษา.....ปีการศึกษา 2559
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์.....

57316324: MAJOR: MATHEMATICS EDUCATION
Keyword: TRIGONOMETRY RATIOS/STEM METHOD MATHEMATICAL LEARNING ACHIEVEMENT

WANTANA PUDCHA: A COMPARATIVE STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT ON TRIGONOMETRY RATIOS BETWEEN THE USE OF STEM EDUCATION AND IPST METHOD FOR MATHAYOM SUKSA V WATHUAICHORAKHE WITTAYAKHOM SCHOOL. THE THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. SUABSAGUN YOOYUANYONG, Ph.D. 172 pp.

The purpose of the research were 1) to compare the mathematics achievement applications of trigonometry ratios after study between students in Mathayom Suksa V, who study by STEM education and IPST method 2) to compare the STEM skills about trigonometry of students in Mathayom Suksa V after studying with STEM education model and criteria 70 percent and 3) study the students' opinions about the STEM education method applications of trigonometry ratios. The research samples were 72 students from Mathayom Suksa V at semester 2 of academic year 2015 of Wathuaichorakhe Wittayakhom school, Nakhon Pathom province. The research instruments were lesson plans, achievement tests, STEM skills test and questionnaires. Statistical analysis was accomplished by mean, standard deviation and analysis of t test.

The result of research founded that

1. The mathematical achievement of STEM education method was higher than students who were taught through IPST method at .05 level of significance.
2. The skills of STEM education method was statistically higher than the 70 percent criterion at .05 level of significance.
3. According to the questionnaire requesting opinions about the STEM education method, the students revealed their most satisfaction.

Department of Mathematics Graduate School, Silpakorn University
Student's signature.....Academic year 2016
Thesis Advisors' signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.สืบสกุล อยู่ยืนยง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย ตลอดจนข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำงานแก่ผู้วิจัยด้วยความรัก ความเมตตา และความกรุณาอย่างดียิ่งเสมอมา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.รัตนา ศรีทัศน์ และอาจารย์ ดร.วรินทร์ ศรีปัญญา ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นประธานกรรมการและผู้ทรงคุณวุฒิในการสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์ ผศ.ดร.พินดา วราสุนันท์ อาจารย์ ดร.กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล อาจารย์รัชต์วิชช์ มิตรอัครสิน อาจารย์บุษกร เอี๊ยวเจริญ และ อาจารย์พรพิไร แก้วสมบัติ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัยอย่างดียิ่ง ทำให้เครื่องมือวิจัยครั้งนี้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ มานะ อินทรสว่าง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านความรู้ในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาจนวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ประสบผลสำเร็จ

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมสาขาคณิตศาสตร์ศึกษา และสำหรับความรัก ความผูกพัน และกำลังใจที่มอบให้แก่กันและกันตลอดมา

ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม เพื่อนครูโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคมที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจทานวิทยานิพนธ์ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ จนกระทั่งงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จได้อย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณครู และคณาอาจารย์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ทุกท่านที่ได้มีส่วนในการสร้างสรรค์ให้ผู้วิจัยเกิดความรู้ทั้งด้านคณิตศาสตร์ ตลอดจนความรู้แขนงอื่น ๆ ทำให้ผู้วิจัยเกิดปัญญารอบรู้ และสามารถใช้ปัญญาที่เกิดขึ้นนั้นในทางที่ถูกต้องตามทำนองคลองธรรม

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ได้มอบทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้มอบชีวิต สติปัญญาให้กับผู้วิจัย และทุ่มเทแรงกายและแรงใจเลี้ยงดูผู้วิจัยด้วยความรักเสมอมา และขอขอบคุณญาติพี่น้องของผู้วิจัยที่ได้ให้การสนับสนุน ส่งเสริมผู้วิจัยอย่างดียิ่งตลอดมา

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญตาราง		ญ
สารบัญภาพ		ฏ
บทที่	บทนำ	1
1	ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	1
	จุดมุ่งหมายของงานวิจัย	4
	สมมติฐานการวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
	ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
	หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	
	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	7
	การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	11
	การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21	14
	ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21	15
	ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21	16
	การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา	18
	ที่มาของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา	18
	ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา	19
	รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา	21
	กระบวนการทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา	24
	ทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา	26
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	29

บทที่		หน้า
2	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	33
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34
	งานวิจัยในประเทศ	34
	งานวิจัยต่างประเทศ	36
3	วิธีดำเนินการวิจัย	38
	ขอบเขตของการวิจัย	38
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	38
	ด้านตัวแปร (ตัวแปรต้น/ตัวแปรตาม)	38
	ระยะเวลาในการทำวิจัย	39
	เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	39
	รูปแบบการวิจัย	39
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	40
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	40
	การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	40
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	58
	การวิเคราะห์ข้อมูล	58
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	62
	ตอนที่ 1 ทักษะสะเต็มศึกษาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท	62
	ตอนที่ 2 ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าก่อนเรียน	64
	ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ	65
5	สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ	69
	จุดมุ่งหมายของงานวิจัย	69
	สมมติฐานการวิจัย	69
	วิธีดำเนินการวิจัย	69

บทที่		หน้า
5	สรุปผลการวิจัย	70
	อภิปรายผล	71
	ข้อเสนอแนะ	73
รายการอ้างอิง		75
ภาคผนวก		81
	ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย	82
	ภาคผนวก ข แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และ สสวท	84
	ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ	134
	ภาคผนวก ง แบบวัดทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา	144
	ภาคผนวก จ ประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	149
	ภาคผนวก ฉ ข้อมูลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	154
	ภาคผนวก ช ข้อมูลคะแนนทักษะสะเต็มก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	157
	ภาคผนวก ซ ผลการตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรม	159
	ภาคผนวก ฌ หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย	162
	ภาคผนวก ณ ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	169
ประวัติผู้วิจัย		172

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ลักษณะการทดลองจัดการเรียนรู้	39
3.2	ตารางวิเคราะห์ข้อสอบปรนัยแบบเขียนตอบ (Test Blueprint) รายวิชา คณิตศาสตร์ 4 อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม	49
3.3	ขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	53
4.1	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ (ก่อนเรียนและหลังเรียน) ของกลุ่มทดลองที่สอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	62
4.2	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ (ก่อนเรียนและหลังเรียน) ของกลุ่มทดลองที่สอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท	63
4.3	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา กับกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนการสอนแบบ สสวท	63
4.4	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา กับกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนการสอนแบบ สสวท	64
4.5	แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน	64
4.6	แสดงคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาหลังเรียน	65
4.7	ผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้	65
4.8	ผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	66
4.9	ผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้	67
4.10	ผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา	68
ก.1	ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ การหาค่าและการใช้ค่าตรีโกณมิติของมุมบางมุม	126
ก.2	ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ การหาค่าและการใช้ค่าตรีโกณมิติของมุมบางมุม	128

ตารางที่ **หน้า**

ก.3 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ การหาค่าและการใช้ค่าตรีโกณมิติของมุมบางมุม 130

ก.5 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ การหาค่าและการใช้ค่าตรีโกณมิติของมุมบางมุม 132

ก.6 ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับข้อสอบแต่ละข้อ 139

ก.7 ผลการตรวจสอบรายการประเมินมีความสอดคล้องกับทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา 147

ก.8 ผลการตรวจสอบรายการประเมินความพึงพอใจของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 152

ก.9 คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ สสวท 155

ก.10 คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 156

ก.11 คะแนนทักษะสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 158

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ผังงานแสดงขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	43
3.2	ผังงานแสดงขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท	45
3.3	ผังงานแสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้	47
3.4	ผังงานแสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ	52
3.5	ผังงานแสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา	55
3.6	ผังงานแสดงขั้นตอนการพัฒนาประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	57

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ 2542 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2553) ได้ระบุเป้าหมายหลักของการพัฒนาการศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบัน ไว้ว่า การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นบุคคลที่มีคุณภาพ เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคม โดยการฝึกการอบรม การถ่ายทอดความรู้ การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์จรรโลง ความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคม การเรียนรู้และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต สอดคล้องกับหลักการจัดการศึกษาตาม มาตรา 22 ที่ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาธรรมชาติและเต็มศักยภาพ” และมาตรา 23 ที่ว่า “การจัดการศึกษา ทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา” อีกทั้งยังสอดคล้องกับ คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ทักษะแห่งอนาคตในศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของประชาชนคนไทยในการเป็นพลเมืองที่ดีของโลก ที่มีการดำรงชีวิตท่ามกลางโลกแห่งเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งโลกของเศรษฐกิจและการค้า โลกาภิวัตน์กับเครือข่าย ความสมดุลย์ของสิ่งแวดล้อมและพลังงาน ความเป็นสังคมเมือง ความเป็นสังคมผู้สูงอายุ ภายใต้ความเป็นโลกเทคโนโลยีและโลกาภิวัตน์ คนขาดกาลเทศะและวิจารณาญาณในการใช้เทคโนโลยี จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องจัดการศึกษาให้รองรับความเป็นศตวรรษที่ 21 เพื่อทำให้คนไทยมีคุณลักษณะ ด้านการเรียนรู้ที่สามารถปรับตัวได้อย่างชาญฉลาดเท่าทันต่อภาวะกาลของโลกในปัจจุบัน อีกทั้งมีภาวะความเป็นผู้นำด้านการทำงานที่สามารถชี้นำตนเองในการพัฒนาการสร้างงานและอาชีพ และตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างมีสติ และมีศีลธรรม ซึ่งต้องให้ความเคารพกันและกัน มีความซื่อสัตย์ และเป็นพลเมืองที่มีคุณค่า โดยในยุคปัจจุบันนี้โลกมีความเจริญก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วเนื่องมาจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ จากทุกมุมโลกเข้าด้วยกัน ทำให้มีการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ตลอดเวลา ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนมีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษานั้นเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มวิชา ที่ใช้ความรู้และ

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ 2542 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2553) ได้ระบุเป้าหมายหลักของการพัฒนาการศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบัน ไว้ว่า การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นบุคคลที่มีคุณภาพ เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคม โดยการฝึกการอบรม การถ่ายทอดความรู้ การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์จรรโลง ความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อม สังคม การเรียนรู้และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต สอดคล้องกับหลักการจัดการศึกษาตาม มาตรา 22 ที่ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาธรรมชาติและเต็มศักยภาพ” และมาตรา 23 ที่ว่า “การจัดการศึกษา ทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา” อีกทั้งยังสอดคล้องกับ คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

ทักษะแห่งอนาคตในศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของประชาชนคนไทยในการเป็นพลเมืองที่ดีของโลก ที่มีการดำรงชีวิตท่ามกลางโลกแห่งเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งโลกของเศรษฐกิจและการค้า โลกาภิวัตน์กับเครือข่าย ความสมดุลย์ของสิ่งแวดล้อมและพลังงาน ความเป็นสังคมเมือง ความเป็นสังคมผู้สูงอายุ ภายใต้ความเป็นโลกเทคโนโลยีและโลกาภิวัตน์ คนขาดกาลเทศะและวิจารณาญาณในการใช้เทคโนโลยี จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องจัดการศึกษาให้รองรับความเป็นศตวรรษที่ 21 เพื่อทำให้คนไทยมีคุณลักษณะด้านการเรียนรู้ที่สามารถปรับตัวได้อย่างชาญฉลาดเท่าทันต่อภาวะกาลของโลกในปัจจุบัน อีกทั้งมีภาวะความเป็นผู้นำด้านการทำงานที่สามารถชี้นำตนเองในการพัฒนาการสร้างงานและอาชีพ และตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างมีสติ และมีศีลธรรม ซึ่งต้องให้ความเคารพกันและกัน มีความซื่อสัตย์ และเป็นพลเมืองที่มีคุณค่า โดยในยุคปัจจุบันนี้โลกมีความเจริญก้าวหน้าอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วสืบเนื่องมาจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ จากทุกมุมโลกเข้าด้วยกัน ทำให้มีการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ตลอดเวลา ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนมีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษานั้นเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มวิชา ที่ใช้ความรู้และ

ทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม (activity based) หรือการทำโครงงาน (project based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน และการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวเป็นทักษะที่สำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นจึงไม่ใช่เรื่องใหม่แต่เป็นการต่อยอดหลักสูตรโดยการบูรณาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตรวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการหรือพัฒนาสิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคตได้ อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิตและความมั่นคงของประเทศ ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ พรทิย์ ศิริภัทราชัย (2556: 49-55) ได้ให้ความหมายแนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษาไว้ว่า “การสอนแบบบูรณาข้ามกลุ่มสาระวิชา (interdisciplinary integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆได้แก่วิทยาศาสตร์ (science: S) เทคโนโลยี (technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (engineering: E) และคณิตศาสตร์ (mathematics: M)” โดยนำจุดเด่นและธรรมชาติของวิชาตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัวเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้าและพัฒนาสิ่งต่างๆในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ โดยสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (interdisciplinary integration) ได้แก่วิทยาศาสตร์ (S) เน้นความเข้าใจในธรรมชาติโดยใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (inquiry-based science teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (scientific problem-based activities) การสอนวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษา จะทำให้ผู้เรียนสนใจมีความกระตือรือร้นรู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน เทคโนโลยี (T) เป็นกระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆเพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า engineering design หรือ design process วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมต่างๆโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวกับกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (mathematical thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่มการจัดแบบรูปและการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ภาษาคณิตศาสตร์ผู้เรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสารเช่นมากกว่าน้อยกว่าเล็กกว่าใหญ่กว่า เป็นต้น การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (higher-level math thinking) จากกิจกรรมการเล่นหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน การที่ผู้เรียนจะเกิดพฤติกรรมดังกล่าวนั้น ครูต้องจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพซึ่งในปัจจุบันนี้การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ถือได้ว่ายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรซึ่งมีสาเหตุจากครูส่วนใหญ่มักใช้วิธีสอนและการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายทอดความรู้และเนื้อหาเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคลองกับ ชาตรี สำราญ (2544: 45) กล่าวว่าการจัด

กิจกรรมการเรียนการสอนของครูโดยส่วนใหญ่วัดความรู้ความจำจากตำราเป็นส่วนใหญ่จากแบบทดสอบ ซึ่งไม่ได้นำความรู้จากภายนอกห้องเรียนมาใช้ เมื่อผู้เรียนสอบจึงต้องท่องจำจากตำราเป็นจำนวนมากเข้าห้องสอบ ซึ่งเห็นได้ว่าความรู้ไม่ได้เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนภายในห้องเรียน และ รุ่ง แก้วแดง (2541: 6) ได้กล่าวว่า จากสภาพดังกล่าวข้างต้นส่งผลให้ผู้เรียนต้องท่องจำเนื้อหาเป็นจำนวนมากทำให้ผู้เรียนมีความทุกข์จากการเรียน ก่อให้มีเจตคติที่ไม่ดีต่อการศึกษา มองการเรียนไปในทางลบ หรือมองว่าการเรียนไม่ใช่เรื่องสนุก และไม่น่าเรียน จึงก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น ทั้งเด็กไม่ตั้งใจเรียน เด็กโดดเรียนเด็กหนีเรียน เป็นต้น จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในระดับชาติ กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในเกือบทุกสาระวิชาล้วนมีคะแนนที่ตกต่ำโดยเฉพาะในกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ซึ่งเห็นได้จากคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O – NET โดยในระยะเวลา 3 ปี ย้อนหลัง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2555 – 2557 รายวิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยของประเทศไม่ถึงร้อยละ 50 ดังนี้ ร้อยละ 22.73, 20.48 และ 21.74 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน)) ในขณะเดียวกันผลทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O – NET ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม ปีการศึกษา 2555 – 2557 ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ คือร้อยละ 18.59, 16.79 และ 17.79 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน))

ดังนั้นจากสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาสะเต็มศึกษาซึ่งมีจุดเด่นในด้านการจัดการเรียนการสอนช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวเป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจต้องการศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้น ส่งผลอย่างไรต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะสะเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนรู้แบบ สสวท. เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จะเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองซึ่งผู้เรียนนั้นจะไม่ใช่การฟังเพียงอย่างเดียว จะต้องเกิดการเรียนรู้ผ่านการทดลอง การเขียน การอภิปรายรายการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้สู่สถานการณ์จริงร่วมกันด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา

จุดมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดจุดมุ่งหมายของการวิจัยไว้ดังนี้

1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียน ระหว่างนักเรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแบบ สสวท

2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

สมมติฐานการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้กำหนดสมมติฐานไว้ดังนี้

1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท

2 ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม จังหวัดนครปฐม จำนวน 211 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5 และห้อง 7 จำนวน 72 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม ซึ่งได้มาโดยสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (cluster random sampling)

2. ด้านตัวแปร (ตัวแปรต้น / ตัวแปรตาม)

ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ทักษะสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3. ระยะเวลาในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5 จะได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 7 จะได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในรายวิชา ค32102 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ พร้อมทั้งการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระ หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม และอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (science: S) เทคโนโลยี (technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (engineering: E) และคณิตศาสตร์ (mathematics: M) ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆผ่านการทำกิจกรรม(activity based) หรือการทำโครงงาน (project based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสารซึ่งทักษะดังกล่าวเป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. การประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา โดยการเรียนรู้ผ่านนวัตกรรม หมายถึง การพิจารณาการเกิดทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ประเมินโดยครูผู้สอนโดยใช้แบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษามาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของเคิร์ท (Likert scale) โดยกำหนดให้มีระดับการประมาณค่าดังนี้ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง มีคะแนนเป็น 5 , 4 , 3 , 2 และ 1 ตามลำดับ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาและการเรียนการสอนแบบปกติ

4. ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและด้านประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

6. การจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท. หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูและแบบเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน/ขั้นปฏิบัติการ และขั้นสรุปบทเรียน

ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
3. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มสาระวิชา
4. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทยเพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติ
5. ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตจริง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
   - 2.1 ปรับกระบวนการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21
   - 2.2 การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
   - 2.3 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21
   - 2.4 ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21
3. การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา
   - 3.1. ที่มาของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา
   - 3.2. ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา
   - 3.3. รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา
   - 3.4. กระบวนการทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา
   - 3.5. ทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กล่าวถึงสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
   - 2.1 ปรับกระบวนการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21
   - 2.2 การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
   - 2.3 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21
   - 2.4 ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21
3. การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา
   - 3.1. ที่มาของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา
   - 3.2. ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา
   - 3.3. รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา
   - 3.4. กระบวนการทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา
   - 3.5. ทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กล่าวถึงสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการอธิบายและตอบปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบ ที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม กระบวนการแก้ปัญหา การประเมินผลถูกออกแบบอย่างรอบคอบ ชนิดที่ว่าผลที่นักเรียนแสดงออกมา จะชี้บอกถึงระดับความสามารถของนักเรียนที่จะเผชิญหน้ากับปัญหาและการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ โดยนักเรียนจะต้องแสดงออกว่ามีความสามารถดังนี้

1 เข้าใจปัญหารวมทั้งการเข้าใจเรื่องราวสาระจากข้อเขียน แผนผัง สูตร ตารางและสามารถอ้างอิง เชื่อมโยงสาระจากแหล่งต่าง ๆ แสดงออกว่าเข้าใจแนวคิดที่เกี่ยวข้องใช้สาระจากพื้นฐานความรู้เดิมของตน เพื่อทำความเข้าใจกับสาระเรื่องราวที่กำหนดให้

2 บอกลักษณะปัญหารวมทั้งการระบุบอกตัวแปรในปัญหา และตั้งข้อสังเกตถึงความเชื่อมโยงเกี่ยวข้องระหว่างตัวแปร ตัดสินใจว่าตัวแปรใดใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ สร้างสมมุติฐาน และค้นคืนสาระ จัดกระทำ พิจารณาและประเมินสาระที่มีอยู่

3 แสดงการนำเสนอการแก้ปัญหารวมทั้งการสร้างตาราง กราฟ สัญลักษณ์ การพูด

4 ลงมือแก้ปัญหารวมถึงการตัดสินใจ วิเคราะห์ระบบ หรือออกแบบระบบเพื่อนำไปสู่เป้าหมายหรือวิเคราะห์วินิจฉัยและเสนอวิธีการแก้ปัญหา

5 สะท้อนการแก้ปัญหารวมถึงการตรวจสอบการแก้ปัญหาและมองหาสาระข้อมูลเพิ่มเติม หรือเพิ่มคำอธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ประเมินการแก้ปัญหาจากมุมมองต่าง ๆ หรือหาวิธีแก้ปัญหาใหม่ และให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้น หรือเพื่อให้สามารถอธิบายได้

6 สื่อสารการแก้ปัญหารวมถึงการเลือกสื่อและการนำเสนอที่เหมาะสม เพื่อบอกกล่าวและสื่อสารการแก้ปัญหาให้คนนอกได้รับรู้

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และ การอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและ ความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยี ด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คือ คุณลักษณะอันพึงประสงค์เป็นลักษณะของคนดีคือ คนที่ดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพ มีจิตใจที่ดีงาม มีคุณธรรม จริยธรรม และได้สรุปสาระคุณลักษณะอันพึงประสงค์ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ หมายถึงมีความภาคภูมิใจในความเป็นไทย นิยมไทย ปฏิบัติตามคำสั่งสอนของศาสนาเคารพเทิดทูนศาสนา แสดงความจงรักภักดี เทิดทูนพระเกียรติและ พระราชกรณียกิจของพระมหากษัตริย์

2. ซื่อสัตย์สุจริต หมายถึง การประพฤติปฏิบัติอย่างเหมาะสม และตรงต่อความเป็นจริง ประพฤติปฏิบัติอย่างตรงไปตรงมา ทั้งกาย วาจา ใจ ต่อตนเองและผู้อื่นรวมตลอดทั้งต่อหน้าที่ การงานและคำมั่นสัญญา ความประพฤติที่ตรงไปตรงมาและจริงใจในสิ่งที่ถูกที่ควร ถูกต้อง ตามทำนองคลองธรรมรวมไปถึงการไม่คิดคดทรยศ ไม่คดโกงและไม่หลอกลวงนอกจากนี้แล้วความซื่อสัตย์สุจริตยังรวมไปถึงการรักษาคำพูดหรือคำมั่นสัญญาและการปฏิบัติหน้าที่การงานของตนเองด้วยความรับผิดชอบและด้วยความซื่อสัตย์ไม่แสวงหาผลประโยชน์ให้แก่ตนเองและพวกพ้องด้วยการใช้อำนาจหน้าที่โดยมิชอบซึ่งความซื่อสัตย์สุจริตนี้จะดำเนินไปด้วยความตั้งใจจริงเพื่อทำหน้าที่ของตนเองให้สำเร็จลุล่วง ด้วยความระมัดระวัง และเกิดผลดีต่อตนเองและสังคม

3. มีวินัยหมายถึงการควบคุมความประพฤติให้ถูกต้องและเหมาะสมกับจรรยามารยาท ข้อบังคับ ข้อตกลง กฎหมายและศีลธรรมการรู้จักควบคุมตนเองให้ประพฤติปฏิบัติตามข้อตกลง ข้อบังคับระเบียบแบบแผน และขนบธรรมเนียมประเพณีอันดีงามย่อมนำมาซึ่งความสงบสุข ในชีวิตของตนความเป็นระเบียบเรียบร้อยของสังคมและประเทศชาติ

4. ใฝ่เรียนรู้หมายถึง การค้นคว้าหาความรู้หรือสิ่งที่เป็นประโยชน์ เพื่อพัฒนาตนเอง อยู่เสมอ

5. อยู่อย่างพอเพียงหมายถึง การมีความพอดีในการบริโภค ใช้ทรัพยากรและเวลาว่างให้เป็นประโยชน์คำนึงถึงฐานะและเศรษฐกิจ คิดก่อนใช้จ่ายตามความเหมาะสมรู้จักการเพิ่มพูนทรัพย์ ด้วยการเก็บและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ดูแลรักษาบูรณทรัพย์ของตนเอง มีการเก็บออมเงินไว้ตามสมควร

6. มุ่งมั่นในการทำงานหมายถึง การศึกษาเรียนรู้เพื่อหาข้อเท็จจริง ซึ่งอาจพัฒนาไปสู่ความจริงในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ หรือต้องการหาคำตอบเพื่อนำคำตอบที่ได้นั้นมาใช้ประโยชน์ ในด้านต่าง ๆ เช่น การยกระดับความรู้การนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นต้น หรือนำมาสรุปเป็นความจริงให้ได้

7. รักความเป็นไทยหมายถึง เข้าใจ หวงแหนความเป็นไทยซึ่งถือเป็นต้นทุนทางสังคม ทำให้ทุกศาสนา สามารถอยู่ร่วมกันได้อย่างสันติโดยต้องมีการดำเนินชีวิตโดยกายสุจริต วจีสุจริต และมโนสุจริตเป็นคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเข้าสังคมและการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เช่น ความมีกิริยามารยาท การปรับตัว ความตรงต่อเวลา ความสุภาพ การมีสัมมาคารวะการพูดจาไพเราะ และความอ่อนน้อมถ่อมตน

8. มีจิตสาธารณะหมายถึง คุณลักษณะทางจิตใจของบุคคลเกี่ยวกับการมองเห็นคุณค่า หรือการให้คุณค่าแก่การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นสิ่งสาธารณะที่ไม่มีผู้ใดผู้ผู้หนึ่งเป็นเจ้าของ หรือเป็นสิ่งที่คนในสังคมเป็นเจ้าของร่วมกันเป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากความรู้สึกนึกคิดหรือการกระทำที่แสดงออกมา ได้แก่ การหลีกเลี่ยงการใช้หรือการกระทำที่จะทำให้เกิดความชำรุดเสียหายต่อส่วนรวมที่ใช้ประโยชน์ร่วมกันของกลุ่ม การถือเป็นหน้าที่ที่ทุกคนจะมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาของส่วนรวมในวิสัยที่ตนสามารถทำได้ และการเคารพสิทธิในการใช้ของส่วนรวมที่เป็นประโยชน์ร่วมกันของกลุ่ม

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatiall reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐานค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพผู้เรียน

เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กล่าวถึงคุณภาพของผู้เรียนในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คือมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้ นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้ มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์ – ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการใช้เหตุผล เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้ มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้ เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้ รู้และเข้าใจการแก้สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้ ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

2.1 ปรับกระบวนการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21

สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ (2558) ได้กล่าวว่า พฤติกรรมการบริโภคและดำเนินชีวิตของประชาชนคนไทยที่มีการปลูกฝังถ่ายทอดการเรียนรู้มาตั้งแต่อดีตจากยุคเกษตรกรรม มีผลผลิตเป็น พืชผัก ผลไม้ กระบวนการผลิตใช้แรงงานคนและสัตว์ การดำรงชีวิตมีความร่วมมือช่วยเหลือกัน ทักษะที่ใช้และถูกปลูกฝังถ่ายทอดกันมา คือ ทักษะอาชีพเป็นหลักสำคัญ ต่อมาเมื่อเข้าสู่ยุคสังคมอุตสาหกรรม ผลผลิตถึงแม้นยังคงเป็นพืชผัก ผลไม้ แต่มีการใช้เทคโนโลยีเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตตามแบบชาวตะวันตก วิถีชีวิตของคนไทยเริ่มเปลี่ยนไป ทักษะการเรียนรู้ถูกปลูกฝังให้คิดตาม ทำตามกระบวนการของการใช้เทคโนโลยีที่มีผู้อื่นคิดและพัฒนามาให้ใช้ซึ่งเป็นทักษะในแนวทางของโรงงานอุตสาหกรรม จึงเห็นได้ชัดว่าคนไทยเริ่มขาดความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างมาก ต่อมาเข้ายุคโลกาภิวัตน์เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทต่อวิถีการดำเนินชีวิตมากขึ้น การคิดผลิตนวัตกรรม

เป็นไปแบบแข่งขันกันในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว แย่งความได้เปรียบในเวทีการแข่งขันทางเศรษฐกิจโลก ส่งผลให้ประเทศที่ไม่ส่งเสริมการคิดผลิตนวัตกรรมมีวิถีการดำรงชีวิตเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง เกิดการไล่ตามการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ โดยไม่คำนึงถึงความพอเหมาะกับลักษณะของการใช้งานความเป็นทาสทางความคิด และสูญเสียความสมดุลทางเศรษฐกิจ จึงเกิดช่องว่างมากขึ้นกลายเป็นผู้บริโภคซื้อ และใช้ตามกระแสของโลกแห่งความชวนเชื่อ ทักษะการดำเนินชีวิตจึงเปลี่ยนไปจากเดิมอย่างมาก มีการพึ่งพาและเดินตามเทคโนโลยีจากผู้อื่นคิดให้ใช้ ข้อน่าคิดก็คือ ทักษะที่ลดหายไปอย่างมากก็คือความคิดสร้างสรรค์และการผลิตนวัตกรรมขึ้นมาใช้และนำไปแลกเปลี่ยนกันในเวทีการแข่งขันในโลกเศรษฐกิจลดลงอย่างเห็นได้ชัด สำหรับการเปลี่ยนผ่านเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุคผลผลิตนิยมจะเป็นยุคแข่งขันกันคิดนวัตกรรมที่ตอบสนองใช้ในชีวิตประจำวัน และชีวิตการทำงานทุกกลุ่มอาชีพ ซึ่งถือเป็นเจ้าความคิดและผู้นำการสร้างผลผลิต สู่เวทีการค้าและแข่งขันเวทีเศรษฐกิจโลก ถ้าพลเมืองของประเทศใดเป็นเพียงผู้บริโภคซื้อเพียงอย่างเดียว ไม่เป็นผู้คิดและสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ผลที่เกิดขึ้นตามมาจะเป็นอย่างไร ทาสความคิด และทาสทางเศรษฐกิจ จะเกิดขึ้นกับพลเมืองหรือไม่ แล้วประเด็นเหล่านี้จะถูกนำไปปรับบทบาทของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษากันอย่างไร ที่จะส่งผลต่อพฤติกรรมของคนไทยจากการเป็นผู้บริโภคนิยมมาเป็นผู้คิดผลิตนวัตกรรม ในการเข้าสู่ยุคผลผลิตนิยม การสร้างทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ ประดิษฐ์สร้างสรรค์นวัตกรรมขึ้นใช้พัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างพอเพียงเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานในการเข้าสู่ศตวรรษที่ 21

สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ (2557) ได้กล่าวถึงปรากฏการที่มีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงทักษะการดำเนินชีวิตในโลกศตวรรษที่ 21 ที่ทุกคนต้องตระหนักที่จะนำไปสู่เหตุผลและประเด็นการปรับเปลี่ยนบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ วิธีการเรียนของนักเรียน การจัดหลักสูตรสถานศึกษา พัฒนาแหลงเรียนรู้ต่าง ๆ และบทบาทชองชุมชน ท้องถิ่น มีดังนี้

1. โลกเทคโนโลยี (Technologicalization) ในชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน และชีวิตการทำงาน คนจะใช้และพึ่งพาเทคโนโลยีเป็นหลัก โดยเฉพาะเทคโนโลยีข่าวสารและการคมนาคม (Information and communication technology) ดังนั้นทักษะด้านเทคโนโลยีจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากและหลีกเลี่ยงไม่ได้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งต้องพัฒนาทักษะสำหรับเทคโนโลยีกับคน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มคนกลุ่มที่ 1 ใช้เทคโนโลยีในการทำงาน และดำเนินชีวิตประจำวันอย่างรู้เท่าทัน กลุ่มคนกลุ่มที่ 2 ทำงานให้บริการและคิดพัฒนาผลิตภัณฑ์ตลอดจนสร้างนวัตกรรมที่ตอบสนองความต้องการใช้งานอย่างเหมาะสมต่อคุณภาพชีวิตในสภาพจริง ซึ่งในกลุ่มที่ 2 คนไทยยังต้องสร้างและพัฒนาทักษะความคิดเชิงสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมของคนไทยขึ้นใช้เอง และนำไปแลกเปลี่ยนการใช้งานในเวทีเศรษฐกิจโลก

2. โลกเศรษฐกิจและการค้า (Commercialization & Economy) เป็นผลสืบเนื่องมาจากความเป็นโลกเทคโนโลยีที่มีการคิดพัฒนานวัตกรรมขึ้นใช้งานในการดำเนินชีวิตประจำวันและชีวิตการทำงานของทุกอาชีพ มีการพัฒนาเทคนิคการเรียนรู้ทักษะการใช้งาน เกิดการสร้างกลยุทธ์การขาย จนเกิดการแข่งขันในเวทีเศรษฐกิจโลก ในเมื่อผลิตภัณฑ์ที่เป็นเทคโนโลยีใหม่ ๆ มีความเกี่ยวข้องและจำเป็นต่อชีวิตความเป็นอยู่ ทุกคนจึงพยายามเรียนรู้ทักษะการใช้งานเพื่อแข่งขันในด้านประสิทธิภาพการทำงาน ความเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจที่เน้นการขายเป็นหลัก จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาทักษะทางการค้าที่มีจิตวิญญาณของผู้ประกอบการ (Entrepreneurial spirit) ของการค้าใน

รูปแบบใหม่ ๆ ที่เน้นเทคโนโลยี เน้นผลผลิตในเชิงนวัตกรรมที่ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญใหม่ ๆ มากขึ้น

3. โลกาภิวัตน์กับเครือข่าย (Globalization and Network) สืบเนื่องจากสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจที่เน้นการขายเป็นหลัก การสื่อสาร สื่อความหมาย และการเลือกเครือข่ายวิธีการสื่อสารต้องมีความถูกต้อง รวดเร็ว ไม่จำกัดสถานที่ ซึ่งความเป็นโลกาภิวัตน์จะถูกนำมาเป็นตัวช่วยได้อย่างรวดเร็ว ทุกที่ ทุกเวลาดึงโลกกว้างให้แคบเล็กลงมา ถือเป็นอิทธิพลที่ทำให้คนในศตวรรษที่ 21 ต้องสร้างทักษะการเรียนรู้ได้มากมายหลายช่องทาง โดยเฉพาะเรื่องเครือข่ายที่จับมือในกลุ่มเดียวกันที่ต้องสร้างความร่วมมือกันทำงาน แลกเปลี่ยนความรู้ในเชิงพัฒนาคุณภาพชีวิต และการทำงานปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในโลกศตวรรษที่ 21 ก็คือ การพึ่งพากันในระดับโลกจะมีมากขึ้นในเรื่องการดำเนินชีวิตและแก้ไขปัญหาของโลก การเป็นพลเมืองของโลกดิจิทัล และการเป็นประชาธิปไตย ความต้องการผู้ประกอบการที่มีความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานคิดงานใหม่ขึ้นมา และความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลแบบออนไลน์ ซึ่งในโลกเทคโนโลยีเครือข่าย และธุรกิจต้องการผู้ประกอบการที่เป็นผู้สร้างสรรค์มากขึ้น

4. สิ่งแวดล้อมและพลังงาน (Environmentalization and Energy) เป็นผลจากในศตวรรษที่ผ่านมาโลกได้พัฒนาการใช้เทคโนโลยีที่นำเอาทรัพยากรมาใช้โดยไม่คำนึงถึงการสูญเสียสภาพความสมดุลของสภาพแวดล้อม ปัญหาจากสภาพแวดล้อมจึงเกิดขึ้นมากมายหลายเหตุการณ์ ดังนั้นความใส่ใจที่จะคืนความสมดุลทางธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมจึงเกิดขึ้น การเรียนรู้และแก้ปัญหาจะเป็นการช่วยเหลือกัน หรือทำงานร่วมกันมากขึ้น โดยใช้ความเป็นโลกาภิวัตน์กับเครือข่ายกีดกันสำหรับผู้ที่ไม่ให้ความร่วมมือ และทางตรงข้ามผลิตภัณฑ์ที่ช่วยรักษาสมดุลทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมก็จะร่วมมือกันในเชิงธุรกิจการค้า และเชิงการสร้างพันธมิตร

5. ความเป็นเมือง (Urbanization) สืบเนื่องจากการเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร การรู้เท่าทันสื่อสารสนเทศในความเป็นโลกาภิวัตน์ ทำให้ลดช่องว่างของสังคมชนบทลง การซื้อขายสินค้า ธุรกิจการค้า การใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เกิดขึ้นเหมือนสังคมเมือง สิ่งที่เกิดขึ้นชัดเจนก็คือ เศรษฐกิจ และชีวิตสมัยใหม่ที่ยึดโยงอยู่กับการค้าและบริการที่ตั้งอยู่บนวิถีชีวิตสมัยใหม่ ที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่แข่งกันผลิตนำมาใช้ใหม่ ๆ กันมากขึ้น นำไปสู่การเป็น Global cities มากขึ้นและชัดเจนขึ้น

6. คนจะอายุยืนขึ้น (Ageing & Health) ความก้าวหน้าการคิดค้นผลิตภัณฑ์ทางยาการรักษาพยาบาล รวมถึงเทคโนโลยีทางการแพทย์เฉพาะทาง พัฒนาอย่างไม่มีที่สิ้นสุด ประกอบกับคนเข้าถึงองค์ความรู้ ความรู้เท่าทัน สื่อ สารสนเทศในความเป็นโลกาภิวัตน์ทำให้คนดูแลสุขภาพ และป้องกัน รักษาโรคเฉพาะทางอย่างแม่นตรง ทำให้คนอายุยืนมากขึ้น เกิดเป็นสังคมของผู้สูงอายุการดำเนินชีวิต และวิถีชีวิตจะเปลี่ยนไป คนสูงอายุยังมีพลังสมองและทำงานได้อยู่ คนรุ่นใหม่มีน้อยลงจึงเกิดการสร้างสังคมการอยู่ร่วมกันของคนรุ่นใหม่กับคนรุ่นเก่า ที่มีคุณภาพชีวิตผสมผสานกันได้อย่างลงตัวไม่ถูกทอดทิ้งเกิดเป็นกลุ่มปัญหาใหม่จากผู้สูงอายุ

7. อยู่กับตัวเอง (Individualization) หรือสังคมก้มหน้า เป็นผลสืบเนื่องมาจากความเจริญทางด้านเทคโนโลยี และความเป็นโลกาภิวัตน์ การสนทนาระหว่างบุคคล หรือกลุ่มคนที่รู้จักกันจะใช้

ผ่านทางเทคโนโลยีมากกว่ามาพบหน้ากัน ปฏิสัมพันธ์ซึ่งหน้าลดน้อยลง นักเรียนจะเข้าชั้นเรียนน้อยลงแต่คุยกันผ่านช่องทางเทคโนโลยีกันมากขึ้น

ข้อสรุปจากปรากฏการที่เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 คือคนไทยจะต้องเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่เพื่อการก้าวให้ทันผลิตภัณฑ์ที่ถูกวางตลาด ใช่หรือไม่ หรือจะมองก้าวข้ามเทคโนโลยีใหม่เหล่านั้นไปแล้วพัฒนาต่อยอดการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นใช้เอง คนไทยจะต้องเรียนรู้และซื้อนวัตกรรมที่ประเทศที่พัฒนาแล้วคิดค้นให้ใช้ หรือจะเป็นผู้คิดพัฒนานวัตกรรมที่สอดคล้องกับบริบทของสังคม ถิ่นฐานของเราเองขึ้นใช้เอง คนไทยเป็นผู้รับรู้ข้อมูลสารสนเทศ เพื่อสื่อสาร ร่วมมือกับระดับนานาชาติ หรือเป็นผู้รู้เท่าทันสารสนเทศ สื่อ เทคโนโลยี นำไปใช้เป็นประเด็นสาระสำคัญสร้างความร่วมมือ เพื่อพัฒนานวัตกรรม และสิ่งใหม่ในด้านการผลิตและด้านเศรษฐกิจการค้า คนไทยจะเป็นผู้เรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ พร้อมรับการเปลี่ยนแปลง ตามทันการเปลี่ยนแปลงสินค้าใหม่ ๆได้เรื่อยไป หรือเป็นผู้รู้จักตัวเองและพัฒนาเพื่อเป็นตัวของตัวเอง พร้อมกำหนดการเปลี่ยนแปลงและออกแบบสินค้าใหม่สู่ตลาดได้เสมอ ซึ่งหมายความว่าคนไทยจะเป็นผู้ซื้อ (Consumer) หรือจะเป็นผู้ผลิต (Producer) นั่นเอง

ในการจัดการเรียนการสอน และการปลูกฝังจากสังคมทางบ้านในปัจจุบันควรปลูกฝังวัฒนธรรมการรับในตัวเด็กไทย คือ เชื่อตามที่ได้ฟัง ขาดความมั่นใจในตัวเอง ไม่แสวงหาข้อมูลสารสนเทศที่เชื่อถือได้ ขาดความกระตือรือร้น ติดรูปแบบเดิม ๆ เป็นผู้บริโภค ทำอะไรแค่พอผ่านไม่อดทน ไม่ชอบทำงานหนัก ชอบทำงานคนเดียว ไม่นึกถึงส่วนรวม เอาตัวรอดเก่ง ขาดคุณธรรมจริยธรรม ไม่สนใจสันติวิธี และขาดอัตลักษณ์ไทย แล้วการจัดการเรียนการสอน และการปลูกฝังสังคมทางบ้านในยุคศตวรรษที่ 21 จะปลูกฝังวัฒนธรรมการสร้างในตัวเด็กไทย คือรู้จักคิดวิเคราะห์ มีความคิด สร้างสรรค์มีความมั่นใจในตนเอง แสวงหาความรู้ รู้เท่าทันสาระสนเทศในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง คิดสร้างสรรค์ เรียนรู้เป็นผู้ประกอบการ และผู้ผลิต มุ่งความเป็นเลิศ อดทนทำงานหนัก ทำงานได้เป็นทีม รับผิดชอบต่อส่วนรวมคำนึงถึงสังคม มีคุณธรรม ยึดมั่นในสันติธรรม และมีความเป็นไทย (ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2557) ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ต้องก้าวให้พ้นกับดักของตะวันตก)

2.2 การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (The 21st Century Learning)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2552) ได้กล่าวถึง วิสัยทัศน์ของการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง (2552-2561) โดยกำหนดให้ “คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ” ซึ่งมีจุดเน้นการปฏิรูป 3 เรื่อง ได้แก่

1. พัฒนาคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้
2. โอกาสทางการศึกษา เปิดโอกาสให้คนไทยเข้าถึงการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ
3. การมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนของสังคม

คุณภาพของการศึกษาและการเรียนรู้จะต้องบรรลุ 4 คุณภาพ คือ 1) คุณภาพคนไทยยุคใหม่ 2) คุณภาพครูยุคใหม่ 3) คุณภาพแหล่งเรียนรู้ /สถานศึกษายุคใหม่ 4) คุณภาพการบริหารจัดการใหม่ เป้าหมายยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง กำหนด ไว้ดังนี้

1. คนไทยและการศึกษาไทยมีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล
2. คนไทยใฝ่รู้ : สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง รักการอ่านและแสวงหาความรู้

3. คนไทยใฝ่ดี : มีคุณธรรมพื้นฐาน มี จิตสำนึกและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นประโยชน์ส่วนรวม มีจิตสาธารณะ มีวัฒนธรรมประชาธิปไตย

4. คนไทยคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ : มีทักษะในการคิดและปฏิบัติ มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแข่งขัน

2.3 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

วิจารณ์ พานิช (2555) ได้กล่าวถึงทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ดังนี้ สาระวิชาหลัก (Core Subjects) ประกอบด้วย ภาษาแม่ และภาษาสำคัญของโลก ศิลปะ คณิตศาสตร์การปกครองและหน้าที่พลเมือง เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ โดยวิชาแกนหลักนี้จะนำมาสู่การกำหนดเป็นกรอบแนวคิดและยุทธศาสตร์สำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาเชิงสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หรือหัวข้อสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยการส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาวิชาแกนหลัก และสอดแทรกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้าไปในทุกวิชาแกนหลัก ดังนี้

1. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

1.1. ความรู้เกี่ยวกับโลก (Global Awareness)

1.2. ความรู้เกี่ยวกับการเงิน เศรษฐศาสตร์ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ (Financial, Economics, Business and Entrepreneurial Literacy)

1.3. ความรู้ด้านการเป็นพลเมืองที่ดี (Civic Literacy)

1.4. ความรู้ด้านสุขภาพ (Health Literacy)

1.5. ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Literacy)

2. ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่

2.1. ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม

2.2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

2.3. การสื่อสารและการร่วมมือ

3. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี เนื่องด้วยในปัจจุบันมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางสื่อและเทคโนโลยีมากมาย ผู้เรียนจึงต้องมีความสามารถในการแสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและปฏิบัติงานได้หลากหลาย โดยอาศัยความรู้ในหลายด้าน ดังนี้

3.1. ความรู้ด้านสารสนเทศ

3.2. ความรู้เกี่ยวกับสื่อ

3.3. ความรู้ด้านเทคโนโลยี

4. ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ ในการดำรงชีวิตและทำงานในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญดังต่อไปนี้

4.1. ความยืดหยุ่นและการปรับตัว

4.2. การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง

4.3. ทักษะสังคมและสังคมข้ามวัฒนธรรม

4.4. การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต (Productivity) และความรับผิดชอบเชื่อถือได้ (Accountability)

4.5. ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ (Responsibility)

ทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 ที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้ตลอดชีวิต คือ การเรียนรู้ 3R x 7C ต้องประกอบด้วย 3R คือ Reading (อ่านออก), (W)Riting (เขียนได้), และ (A)Rithemetics (คิดเลขเป็น) 7C ได้แก่ Critical Thinking and Problem Solving (ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา) Creativity and Innovation (ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม) Cross-cultural Understanding (ทักษะด้านความเข้าใจความต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์) Collaboration, Teamwork and Leadership (ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ) Communications, Information, and Media Literacy (ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ) Computing and ICT Literacy (ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร) และ Career and Learning Skills (ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้)

2.4 ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21

วิจารณ์ พานิช (2555) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาใน 3 ยุค ได้แก่ ยุคเกษตรกรรม ยุคอุตสาหกรรม และยุคความรู้ ซึ่งมีความแตกต่างกันมากหากเราต้องการให้สังคมไทยดำรงศักดิ์ศรี และคนไทยสามารถอยู่ในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข การศึกษาไทยต้องก้าวไปสู่เป้าหมายในสู่ “ยุคความรู้ ” จุดท้าทายในการจัดการศึกษาควรไปในทิศนำทางของความสุขในการทำงานอย่างมีเป้าหมายเพื่อชีวิตที่ดี ลูกศิษย์ในยุคความรู้ กระตุ้นให้ศิษย์เรียนรู้ตลอดชีวิต ครูจึงต้องยึดหลัก “สอนน้อยเรียนมาก” ด้วยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียน ครูต้องตอบได้ว่า ศิษย์ได้เรียนอะไร และเพื่อให้ศิษย์ได้ อะไรการประสบผลสำเร็จได้นั้น ครูต้องทำอะไร ไม่ทำอะไร การทำหน้าที่ครูจึงไม่ผิดทางคือ ทำให้ศิษย์เรียนไม่สนุกหรือเรียนแบบขาดทักษะสำคัญ “ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21” (21st Century Skills) จะเกิดขึ้นได้จาก “ครูต้องไม่สอน แต่ต้องออกแบบการเรียนรู้และอำนวยความสะดวก ” ในการเรียนรู้ ให้ ศิษย์ ได้เรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือทำแล้วการเรียนรู้ก็จะเกิดจากภายในใจและสมองของตนเอง การเรียนรู้แบบนี้เรียกว่า PBL (Project-Based Learning) สาระวิชาก็มีความสำคัญ แต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้เพื่อมีชีวิตในโลกยุคศตวรรษที่ 21 ปัจจุบันการเรียนรู้สาระวิชาควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าเองของศิษย์ โดยครูช่วยแนะนำ และช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้ สอดคล้องกับ สุปรียา ศิริพัฒนกุลขจร (2012, หน้า 12) ได้ให้ความเห็นว่า การเปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงวิธีคิด ให้สอดคล้องและสมดุลกับการเปลี่ยนแปลงของโลกที่นับวันจะมีการเปลี่ยนอย่างรุนแรงมากขึ้น แต่การเปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลงวิธีคิดครั้งนี้ถือว่าเป็นเรื่องที่จะต้องอยู่คู่กันต้องเกื้อกูลกันจะแยกออกจากกันไม่ได้ เมื่อมีการเรียนรู้ในศตวรรษใหม่ มีคำที่สำคัญที่น่าสนใจคือ คำว่า “Teach Less” และ “Learn More” โดยความหมายแล้วหมายความว่า การเปลี่ยนวิธีการศึกษา ด้วยการเปลี่ยนแปลงเป้าหมาย จาก “ความรู้ (knowledge) ไปสู่ ทักษะ (skill or practices) ” คำว่า “Teacher” ที่แปลว่า “ครู ” นั้น ถือว่าเป็น

คำเก่าไปแล้วนั้น จะถูกให้ความหมายหรือคำจำกัดความเสียใหม่ด้วยการเปลี่ยนมาเป็นเพียง “Facilitator” โดยระบุหน้าที่หรือคำจำกัดความว่าเป็น “ผู้อำนวยการเรียนรู้ (Coach) หรือ ผู้ชี้แนะ” ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงจากการศึกษาหรือการเรียนรู้ที่มี “ครู ” เป็นหลัก ไปเป็น“นักเรียน” เป็นหลัก ดังนั้นการเรียนรู้จึงจะต้องเรียนให้เลยจากเนื้อหา หลายส่วนก็ไม่จำเป็นต้องสอนผู้เรียนซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เอง แต่ต้องสร้าง “ทักษะและเจตคติ ” กับตัวของผู้เรียนขึ้นมาให้ได้ การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นการเรียนรู้ร่วมกันมากกว่าการเรียนรู้แบบตัวใครตัวมัน (Individual Learning) เพราะการเรียนรู้ในแบบใหม่ต้องเป็นการเรียนรู้ที่แบ่งปันกัน ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน การเรียนในปัจจุบันควรให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติพร้อมเรียนทฤษฎีไปพร้อม ๆ กันไม่ใช่แยกส่วนกันเรียน ห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ควรเปลี่ยนจากห้องเรียนธรรมดา (Class Room) เป็นสตูดิโอ (Studio) เป็นที่ทำงานเป็นกลุ่มๆ ซึ่ง หมายความว่าการเรียนจะเปลี่ยนจาก Lecture Based เป็น Project Based เป็นการเปลี่ยนผู้เรียนจาก “กรรม” จากเดิมเป็นผู้เรียนเป็น “ประธาน” และเป็น “กริยา” ด้วยพร้อมกัน คือเป็นผู้ลงมือทำโครงงาน (project) ศาสตราจารย์ นพ.วิจารณ์ พานิช ได้วิเคราะห์ถึงแนวทางการศึกษาไทยในการเรียนรู้ในศตวรรษใหม่ ที่ควรจะเดินไปข้างหน้าได้ดังนี้

1. เนื้อวิชา (Subject Matter)

การศึกษาอาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปโฉมไปมากมายจากในอดีต หากสิ่งที่ไม่เคยเปลี่ยนเลยก็คือความเข้มข้นของเนื้อหา เพราะถ้านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ที่ดี จะไปศึกษาต่อในเรื่องใดก็ย่อมทำได้ง่าย แต่หากความรู้ไม่ดีแล้ว ถึงแม้จะมีเครื่องมือช่วยสอนที่ทันสมัยเพียงใด นักเรียนก็จะเต็มไปด้วยความเบื่อหน่ายท้อแท้ไม่อาจซึมซับความรู้ได้อย่างเต็มเม็ดเต็มหน่วย อย่างไรก็ตาม วิธีการสอนเนื้อหาจะต้องมีความแตกต่างจากในอดีต ซึ่งเคยเน้นให้ครูเป็นผู้สอนเท่านั้น แต่ในศตวรรษที่ 21 จะต้องเน้นไปที่ผู้เรียน โดยเฉพาะการให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ยิ่งถ้าเป็นผลงานที่ใช้ได้จริง ก็ยิ่งเป็นประโยชน์ต่อสังคมอีกด้วย

2. ทักษะชีวิต (Life and Professional Skill)

ในศตวรรษที่ 20 โลกได้เดินหน้าเข้าสู่ยุคโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้น ทักษะความเป็นผู้เชี่ยวชาญจึงสำคัญมากกว่าทักษะชีวิต (Life Skill) ในศตวรรษที่ 21 โลกได้เดินทางเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ที่เน้นการสร้างมูลค่าเพิ่มและความแปลกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์ ดังนั้น การพัฒนาทักษะชีวิตเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration Skill) จึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อการผสมผสานอัตลักษณ์และความสร้างสรรค์ของตัวเราและผู้อื่นเข้าด้วยกัน ไม่ใช่การร่วม มือแบบสายพานการผลิต

3. ทักษะและความรักในการเรียนรู้

การศึกษาในอดีต เน้นที่การท่องจำเป็นหลัก ซึ่งก็ไม่ใช่ความผิด เพราะในสมัยก่อนเครื่องมือบันทึกยังไม่ดีเหมือนในปัจจุบัน ยังไม่นับว่าเศรษฐกิจในยุคอุตสาหกรรมต้องการเพียงทำตามคำสั่งเท่านั้น จึงไม่จำเป็นต้องเน้นไปที่การแสวงหาความรู้ซึ่งนอกเหนือไปจากที่บอก ไว้ ในศตวรรษที่ 21 การผลิตผลงานทั้งในแวดวงธุรกิจ การเมือง สังคม และวัฒนธรรม ล้วนแต่ต้องการความคิดริเริ่ม (Initiatives) ดังนั้น การท่องจำและทำตามกันไปจึงไม่สอดคล้องอีกต่อไป ความรักที่จะเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่จะหาความรู้ ไม่ว่าจะเป็นการสอบถามผู้รู้ การค้นหาจากแหล่งการเรียนรู้ Google, Khan academy, Alaphafarm, Youtube ฯลฯ รวมทั้งการระดมสมองจากกลุ่มคนที่หลากหลายจึง

เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อผู้เรียนจะได้เชื่อมโยงและต่อยอดความรู้ที่มาจากหลายหลายสาขาให้กลายเป็นผลงานใหม่ที่มีคุณค่าสูงยิ่งเป็นที่ต้องการของทุกคน

4. ทักษะด้านเทคโนโลยี สารสนเทศ (Information Technology Skill)

โลกนี้กำลังเข้าสู่ยุคสมัยของเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ไม่เฉพาะแต่เครื่องมือการค้นหาข้อมูลอย่าง Google ที่รู้จักกันทั่วไป หากยังมี สังคมออนไลน์ (social network) อย่าง Facebook Twitter และ Line ที่ได้สร้างความเปลี่ยนแปลงในวิถีชีวิตของผู้คนไปจนกระทั่งถึงการเมืองการปกครองผู้เรียนรุ่นใหม่ ล้วนแต่ มีทักษะด้าน เทคโนโลยีสารสนเทศ ติดตัวกันมาทุกคน หากว่ามีการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาหาความรู้ กลับเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่ ยังต้องมีการฝึกฝนพัฒนากันอีกมาก เพราะเครื่องมือยิ่งทันสมัยมีประสิทธิภาพ หากไม่รู้จักใช้อย่างถูกวิธีก็ย่อมเป็นอันตรายได้มหาศาลไม่สิ้นสุด

ทักษะทั้ง 4 ด้านเป็นสิ่งที่ช่วยสร้าง มูลค่าให้กับคนไทยทุกคน ถ้าผู้เรียนผู้สอนจนกระทั่งผู้ปกครองมีความตื่นตัวและหาวิธีให้ได้รับทักษะทั้ง 4 อย่างดีที่สุด ที่เข้าใจถึงปรัชญาในเชิงลึกด้วยตัวอย่างเช่น ทักษะชีวิต (Life Skill) ก็ไม่ใช่หมายความเพียงศิลปะการเข้าสังคมหรูหรา หรือการเจรจาต่อรองผลประโยชน์ไม่ให้ใครเอารัดเอาเปรียบแล้ว ยังต้องเป็นศิลปะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งบางครั้งต้องมีบทบาทเป็นผู้นำ บางครั้งก็ต้องรู้จักเป็นผู้ตามที่ดี แน่นอนว่าทุกคนอยากเป็นผู้นำในทุกเรื่องอยากได้ผลประโยชน์สูงสุด แต่หากตัวเรามีพฤติกรรมแบบนี้ ก็ย่อมไม่มีใครอยากทำงานด้วย สุดท้ายการทำโครงการยิ่งใหญ่ก็ย่อมต้องล่มสลายอย่างแน่นอน ตัวอย่างเช่น ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ก็ไม่ใช่เพียงใช้ Facebook หรือ line ที่สามารถอัพโหลดรูปเป็นเท่านั้น หากยังต้องรู้จักบริหารเวลาในการใช้ให้ดี ไม่หมกมุ่นจนเสียการเรียนหรือใส่ใจกับคำพูดไร้สาระของเพื่อน ๆ มากไป ยิ่งกว่านั้นยังต้องรู้จักที่จะเป็น “เพื่อน” กับบุคคลที่น่าสนใจ ที่มีสาระความรู้ให้เก็บเกี่ยว ซึ่งในชีวิตจริงเราอาจไม่เคยรู้จัก หรือมีต้นทุนในการทำความรู้จักสูงเกินไป และที่สำคัญทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จึงต้องเชื่อมโยงกับทักษะชีวิต ทักษะวิชา และทักษะการค้นหาข้อมูล เพราะหากเราไม่มีทักษะชีวิตที่ดีพอจะควบคุมสมาธิและจิตใจของตัวเราได้ แล้ว การมีเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศที่ดีก็ย่อมเป็นโทษมากกว่า เมื่อผู้จัดการศึกษามีความเข้าใจถึงบริบทโลกที่เปลี่ยนไป ก็จะเป็นผู้ริเริ่มในการปฏิรูปการศึกษา โดยผู้เรียนในศตวรรษใหม่ต้องเรียนรู้จากโจทย์ปัญหาชีวิตจริง (Project Base Learning: PBL) ต้องเรียนแบบลงไปทำงาน และออกไปรับใช้สังคม

3. การเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

3.1 ที่มาของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

สมเกียรติ เพ็ญทอง (2556) ได้กล่าวถึง ที่มาของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาไว้ว่า ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ประสบปัญหาเรื่อง ผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกา ที่ต่ำกว่าหลายประเทศ และส่งผลต่อขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิศวกรรม ดังนั้นรัฐบาลจึงมีนโยบาย ส่งเสริมการศึกษาโดยพัฒนา STEM Education ขึ้นมา เพื่อหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA (Program for International Student Assessment) และ TIMSS การทดสอบด้านคณิตวิทยาศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study) ให้สูงขึ้น และจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนใน

ศตวรรษที่ 21 (21st Century skills) ประกอบด้วย ความรู้ในวิชาหลักและเนื้อหาประเด็นที่ สำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 (Core Subjects and 21'St Century Themes) ได้แก่ ภาษาอังกฤษ การอ่าน ศิลปะในการใช้ภาษาภาษาต่างประเทศ คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ศิลปะ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ หน้าที่พลเมือง และการปกครองซึ่งควรครอบคลุมเนื้อหาในสาขาใหม่ๆ ที่มีความสำคัญต่อการทำงานและชุมชนแต่สถาบันการศึกษาไม่ได้ให้ความสำคัญเท่าที่ควร ได้แก่ จิตสำนึกต่อโลกความรู้พื้นฐานด้านการเงินเศรษฐกิจ ธุรกิจและการเป็นผู้ประกอบการ ความรู้พื้นฐานด้านพลเมืองและความตระหนักในสุขภาพและสวัสดิภาพ

1. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ซึ่งครอบคลุมไปถึงการคิดแบบสร้างสรรค์ การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่นและการนำความคิดนั้นไปใช้อย่างสร้างสรรค์ การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) หมายความรวมถึงการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดเชิงระบบ การคิดตัดสินใจ การคิดแก้ปัญหา และการสื่อสารและการร่วมมือ (Communication and Collaboration) ซึ่งเน้นการสื่อสารโดยใช้สื่อรูปแบบต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพชัดเจนและการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี (Information, Media and Technology Skills) ซึ่งในศตวรรษที่ 21 นี้ นับได้ว่ามีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมาก ดังนั้นผู้เรียนจึงควรมีทักษะดังต่อไปนี้คือ การรู้เท่าทันสารสนเทศ (Information Literacy) การรู้เท่าทันสื่อ (Media Literacy) และการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT (Information, Communications &Technology) Literacy

3. ทักษะชีวิตและการทำงาน (Life and Career Skills) ในการดำรงชีวิตและในการทำงานนั้นไม่เพียงต้องการคนที่มีความรู้ ความสามารถในเนื้อหาความรู้ หรือทักษะการคิดเท่านั้น

หากแต่ยังต้องการผู้ที่สามารถทำงานในบริบทที่มีความซับซ้อนมากขึ้นอีกด้วย ทักษะที่จำเป็น ได้แก่ ความคิดริเริ่มและการชี้นำตนเอง (Initiative and Self Direction) ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว (Flexibility and Adaptability) ทักษะทางสังคมและการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรม (Social and Cross-cultural Skills) การเพิ่มผลผลิตและความรู้รับผิด (Productivity and Accountability) และความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ (Leadership and Responsibility)

3.2 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา หรือการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการของ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) จะยังไม่มีการนิยามหรือความหมายที่ชัดเจนได้ (Breiner et al., 2012) แต่จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีผู้ให้นิยาม สะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา คือ แนงทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน

อภิสิทธิ์ ธงชัย และคณะ (2555) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการบูรณาการ 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยทั้งสี่วิชามีความสำคัญเท่ากัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

มนตรี จุฬาวัฒนฑล (2556) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นแนงทางจัดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่เน้นการบูรณาการการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง

รักษพล ธนานุวงศ์ (2556) ได้ให้ความหมายของสะเต็มไว้ว่า การเรียนรู้เนื้อหาและทักษะด้านวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) ซึ่งล้วนแต่เป็นวิชาหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัฒน์ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรู้ และเต็มไปด้วยเทคโนโลยี อีกทั้งวิชาทั้ง 4 มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ และการพัฒนาคุณภาพชีวิต

Lantz (2009) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นการบูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ให้เป็นอันหนึ่งเดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากโรงเรียนสู่โลกแห่งความเป็นจริง

Breiner et al. (2012) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน อันได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรม และวิชาคณิตศาสตร์ ให้รวมเป็นหนึ่งเดียว

O'Neil et al. (2012) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556 : 49-55 อ้างถึงใน Dejarnette, 2012; Wayne. 2012; Breiner, Harkness,Johnson, & Koehler, 2012) ได้ให้ความหมายแนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ STEM Education คือการสอนแบบบูรณาข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่าง ศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติวิชาตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วนๆ ทั้งนี้

STEM Education เป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิด และลักษณะกล่าวดังนี้ (Dejarnette, 2012; Wayne. 2012; Breiner, et al., 2012; ธวัช ชิตตระการ, 2555; รักษพล ธนานุวงศ์, 2556; อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2555)

2.1. เป็นการบูรณาการข้าในกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration)

วิทยาศาสตร์ (S) เน้นความเข้าใจในธรรมชาติ โดยใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้ผู้เรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึก ท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน

เทคโนโลยี (T) เป็นกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิด สร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่างๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่มการ จัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ภาษาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือ ความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า เป็นต้น การส่งเสริมการคิด คณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2.2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับ ชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาล – มัธยมศึกษาตอนปลายโดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำSTEM Education มาใช้ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project – based Learning, Problem – based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้นซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำ STEM Education ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool)

3.3 รูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

มานะ อินทรสว่าง (2556: 11 - 13) ได้ให้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้นทำได้หลากหลายแนวทางบางอย่างเป็นการเปลี่ยนแปลงง่ายๆที่ครูทุกคนสามารถทำไปใช้ในห้องเรียนได้ด้วยตัวเองบางส่วนอาจต้องใช้ “แนวร่วม”สนับสนุนที่กว้างขวางขึ้นเช่นการทำงานระหว่างครูต่างกลุ่มสาระการทำงานร่วมกันทั้งโรงเรียนหรือแม้กระทั่งการดำเนินการร่วมกันกับชุมชนหรือสถาบันการศึกษาท้องถิ่น10แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำเสนอเป็นส่วนหนึ่งของวิธีการที่หลากหลายที่จะปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในห้องเรียนของตัวเองให้มีความสอดคล้องกับแนวคิดสะเต็มศึกษาดังต่อไปนี้

3.3.1. เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีสู่โลกจริงคือผู้เรียนมองเห็นว่าแนวคิดหลักหรือกระบวนการที่เรียนรู้นั้นสามารถเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริงก็เป็นก้าวแรกสู่การบูรณาการความรู้สู่การเรียนอย่างมีความหมายเนื่องจากปรากฏการณ์หรือประดิษฐ์กรรมใดๆรอบตัวเราไม่ได้เป็นผลของความรู้จากศาสตร์หนึ่งศาสตร์ใดเพียงศาสตร์เดียวการประยุกต์

ความรู้ง่ายๆเช่นการคำนวณพื้นที่ของกระดาษชำระแบบม้วนเชื่อมโยงสู่ความรู้ความสงสัยด้านวัสดุศาสตร์เทคโนโลยีการผลิตและการใช้กระบวนทางวิศวกรรมวิเคราะห์ปัญหาและสร้างสรรค์วิธีแก้ไขได้อย่างหลากหลาย

3.3.2. การสืบเสาะหาความรู้การจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาประเด็นปัญหาหรือตั้งคำถามแล้วสร้างคำอธิบายด้วยตนเองโดยการรวบรวมประจักษ์พยานหลักฐานที่เกี่ยวข้องสื่อสารแนวคิดและเหตุผลเปรียบเทียบแนวคิดต่างๆโดยพิจารณาความหนักแน่นของหลักฐานก่อนการตัดสินใจไปในทางใดทางหนึ่งนับเป็นกระบวนการเรียนรู่สำคัญที่ไม่เพียงแต่สนับสนุนการเรียนรู้ในประเด็นที่ศึกษาเท่านั้นแต่ยังเป็นช่องทางให้มีการบูรณาการความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถามนับเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนจุดเน้นของสะเต็มศึกษาได้เป็นอย่างดี

3.3.3. การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานการทำโครงงานเป็นการสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบหนึ่งแต่ผู้เขียนได้แยกโครงงานออกมาเป็นหัวข้อเฉพาะเนื่องจากเป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมการบูรณาการความรู้สู่การแก้ปัญหาได้ชัดเจนการสืบเสาะหาความรู้บางครั้งครูเป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหาหรือให้ข้อมูลสำหรับศึกษาวิเคราะห์หรือกำหนดวิธีการในการสำรวจตรวจสอบตามข้อจำกัดของเวลาเรียนวัสดุอุปกรณ์หรือปัจจัยแวดล้อมต่างๆแต่การทำโครงงานนั้นเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้สำคัญในทุกขั้นตอนด้วยตนเองตั้งแต่การกำหนดปัญหาศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้องออกแบบวิธีการรวบรวมข้อมูลดำเนินการลงข้อสรุปและสื่อสารสิ่งที่ค้นพบโครงงานในรูปแบบสิ่งประดิษฐ์จะมีการบูรณาการกระบวนการทางวิศวกรรมได้อย่างโดดเด่นแต่โครงงานในรูปแบบอื่นทั้งโครงงานเชิงทดลองเชิงสำรวจหรือเชิงทฤษฎีก็มีคุณค่าควรแก่การสนับสนุนไม่แพ้กันแม้นักเรียนจะมีบทบาทหลักในการเรียนรู้ผ่านการทำโครงงานแต่บทบาทของครูในการให้คำปรึกษาระหว่างนักเรียนทำโครงงานนั้นเป็นบทบาทที่สำคัญและท้าทายเนื่องจากครูมีความรับผิดชอบในการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรู้ความสามารถตามเป้าหมายการจัดการเรียนรู้โดยครูต้องเตรียมพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ไปพร้อมๆ กับนักเรียนในทุกหัวข้อโครงงาน

3.3.4. การสร้างสรรค์ชิ้นงานในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เป็นการสร้างทักษะการคิดการออกแบบการตัดสินใจการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นงานที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระและสร้างสรรค์การสร้างชิ้นงานเหล่านี้จะประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์อย่างไม่รู้ตัวบางครั้งครูอาจจัดให้นักเรียนสะท้อนความคิดว่าได้เกิดประสบการณ์หรือเรียนรู้อะไรบ้างจากงานที่มอบหมายให้ทำเพราะเป้าหมายของการเรียนรู้อยู่ที่กระบวนการทำงานด้วยเช่นกันหากนักเรียนมองเพียงเป้าหมายชิ้นงานที่สำเร็จอย่างเดียวอาจไม่ตระหนักว่าตนเองได้เรียนรู้บทเรียนสำคัญมากมายระหว่างทาง

3.3.5. การบูรณาการเทคโนโลยีเพียงครูบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมสู่กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนครูก็ได้ก้าวเข้าใกล้เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอีกก้าวหนึ่งแล้วเทคโนโลยีที่ครูสามารถใช้ประโยชน์ในชั้นเรียนปัจจุบันมีได้ตั้งแต่การสืบค้นข้อมูลลักษณะต่างๆการบันทึกและนำเสนอข้อมูลด้วยภาพนิ่งวีดีทัศน์และมัลติมีเดียการใช้อุปกรณ์ sensor / data logger บันทึกข้อมูลในการสำรวจตรวจสอบการใช้ซอฟแวร์จัดกระทำวิเคราะห์ข้อมูลและเทคโนโลยีอื่นๆอีกมากมายการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่านี้กระตุ้นให้นักเรียนสนใจการเรียนรู้เปิดโอกาส

ให้ประยุกต์ใช้ความรู้แก้ปัญหาและทำงานร่วมกันรวมทั้งสร้างทักษะสำคัญในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพต่อไปในอนาคต

3.3.6. การมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่21กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่21ได้เป็นอย่างดียกตัวอย่างทักษะการเรียนรู้และสร้างนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ตามกรอบแนวคิดของPartnership for 21th Century Skills ที่ครอบคลุม 4C คือCritical Thinking (การคิดเชิงวิพากษ์) Communication (การสื่อสาร) Collaboration (การทำงานร่วมกัน) และ Creativity (การคิดสร้างสรรค์) จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงานหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่กล่าวถึงข้างต้นนั้นสามารถสร้างเสริมทักษะเหล่านี้ได้มากอย่างไรก็ตามในบริบทของโรงเรียนทั่วไปครูอาจไม่สามารถให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำโครงงานหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานเท่านั้นดังนั้นในบทเรียนอื่นๆถ้าครูมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในทุกโอกาสที่เอื้ออำนวยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นทำงานร่วมกันเรียนรู้การหาที่ติ (ฝึกคิดเชิงวิพากษ์) หาที่ชมหรือเสนอวิธีการใหม่ (ฝึกคิดเชิงสร้างสรรค์) ก็นับว่าครูจัดการเรียนการสอนเข้าใกล้สะเต็มศึกษามากขึ้นตามสภาพจริงของชั้นเรียน

3.3.7. การสร้างการยอมรับและการมีส่วนร่วมจากชุมชน ครูหลายท่านอาจเคยมีประสบการณ์กับผู้ปกครองที่ไม่เข้าใจแนวคิดการศึกษาที่พัฒนานักเรียนให้เป็นคนเต็มคน แต่มุ่งหวังให้สอนเพียงเนื้อหาติวข้อสอบอยากให้ครูสร้างเด็กที่สอบเรียนต่อได้แต่อาจใช้ชีวิตไม่ได้ในสังคมจริงของการเรียนรู้และการทำงานเมื่อครูมอบหมายให้นักเรียนสืบค้นสร้างชิ้นงานหรือทำโครงงานผู้ปกครองไม่ให้การสนับสนุนหรืออีกด้านหนึ่งผู้ปกครองรับหน้าที่ทำให้ทุกอย่างอย่างไรก็ตามผลงานจากความสามารถของเด็กเป็นอาวุธที่สำคัญที่ครูจะนำมาเผยแพร่จัดแสดงเพื่อชนะใจผู้ปกครองและชุมชนให้ได้การสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาครูสามารถนำนักเรียนไปศึกษาในแหล่งเรียนรู้ของชุมชนสำรวจสิ่งแวดล้อมธรรมชาติในท้องถิ่นศึกษาและรายงานสภาพมลพิษหรือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในพื้นที่ให้ชุมชนรับทราบตลอดจนศึกษาและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในชุมชนกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้เกิดประโยชน์สำหรับนักเรียนเองอาจเป็นประโยชน์สำหรับชุมชนและสามารถสร้างการมีส่วนร่วมความภาคภูมิใจและที่สำคัญอย่างยิ่งคือความรู้สึกของเจ้าของ ร่วมรับผิดชอบคุณภาพการจัดการศึกษาในท้องถิ่นตัวเองให้เกิดขึ้นได้

3.3.8. การสร้างการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นการให้นักเรียนศึกษาปัญหาปลายเปิดตามความสนใจของตนเองในลักษณะโครงงานตลอดจนเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การใช้ประโยชน์ในบริบทจริงนั้น บางครั้งนำไปสู่คำถามที่ซับซ้อนจนต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเฉพาะทางครูไม่ควรกลัวจะยอมรับกับนักเรียนว่าครูไม่รู้คำตอบหรือครูช่วยไม่ได้แต่ควรใช้เครือข่ายที่มีเชื่อมโยงให้ผู้เชียวชาญในท้องถิ่นมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนเครือข่ายดังกล่าวอาจเป็นได้ศิษย์เก่าผู้ปกครองปราชญ์ชาวบ้านเจ้าหน้าที่รัฐหรืออาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาในท้องถิ่นครูสามารถเชิญวิทยากรภายนอกมาบรรยายหรือสาธิตในบางหัวข้อหรือใช้เทคโนโลยีเช่น ประชุมผ่านวีดิทัศน์เอื้ออำนวยให้ผู้เชียวชาญสามารถพูดคุย ให้ความคิดเห็นหรือวิพากษ์ผลงานนักเรียนเป็นต้น

3.3.9. การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ (informal learning) เด็กๆ นั้นรักความสนุกหากเราจำกัดความสนุนไม่ให้กล้ำกรายใกล้ห้องเรียนความสุขคงอยู่ห่างไกลจากครูและจากเด็กๆ ไปเรื่อยๆ แต่จะบูรณาการความสนุกการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการ

แก้ปัญหาอย่างไรต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ของครูในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ท้าทาย เพลิดเพลินให้การเรียนเหมือนเป็นการเล่นแต่ในขณะเดียวกันก็ต้องอาศัยความรู้และความสามารถตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรด้วยการเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการที่ได้รับความนิยมคือการจัดกิจกรรมค่ายการเรียนรู้จากเพลงเกมละครหรือการประกวดแข่งขันกิจกรรมเหล่านี้เป็นโอกาสดีที่จะสร้างการมีส่วนร่วมจากชุมชนเช่นอาจเชิญผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นเป็นวิทยากรในค่ายเป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิหรือให้การสนับสนุนของรางวัล

3.3.10. การเรียนรู้ตามอัธยาศัย (non-formal learning) เมื่อครูได้ดำเนินการ 9 ข้อข้างต้นแล้วอาจมองออกนอกขอบเขตรั้วโรงเรียนสร้างนิสัยการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้เป็นวัฒนธรรมของชุมชนร่วมกันสร้างแหล่งเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษาในท้องถิ่นเช่นเส้นทางศึกษาธรรมชาติหรือประยุกต์ความรู้สะเต็มเพื่อสนับสนุนแหล่งเรียนรู้วิถีชุมชนเช่นส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมนำเสนอข้อมูลภูมิศาสตร์ประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมชุมชม

3.4 กระบวนการทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556 : 35-37) ได้กล่าวถึงกระบวนการทางเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ในสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

1. วิศวกรรมศาสตร์ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา

คำว่าวิศวกรรมศาสตร์สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ปรากฏในประเทศสหรัฐอเมริกากล่าวว่าวิศวกรรมศาสตร์มีความหมายเกี่ยวกับการออกแบบ (design) วางแผน (planning) การแก้ปัญหา (problem solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่างๆ มาสร้างผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (constraints and criteria) ที่กำหนดโดยส่วนมากเรามักจะพูดถึงการออกแบบว่ากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิศวกรรมในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่กล่าวถึงนั้นจะเป็นการนำองค์องค์ความรู้โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสรรค์ผลงานและเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริงเท่านั้น

การจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. การระบุปัญหา (identify a challenge) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อยในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (explore ideas) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการ ได้แก่ การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง และการค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารราถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (plan and develop) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือการวางแผนการดำเนินงาน โดยผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ในขั้นตอนของการพัฒนา ผู้แก้ปัญหาต้องวาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (test and evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (present the solution) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

จะเห็นได้ว่ากระบวนการข้างต้นคล้ายกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องมีปัญหาหรือข้อสงสัยการตั้งสมมติฐานการออกแบบการทดลองและการลงข้อสรุปโดยขุดต่างที่สำคัญระหว่างกระบวนการทางวิศวกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือการออกแบบทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลายแล้วคิดวิเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมที่สุดซึ่งอาจมิใช่แนวทางที่ถูกต้องที่สุดซึ่งเกิดขึ้นในกระบวนการทางวิศวกรรมนอกจากนั้นกระบวนการทางวิศวกรรมเน้นประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานออกมาในขณะที่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มักมุ่งไปที่การได้มาซึ่งคำตอบของข้อสงสัยหรือองค์ความรู้ที่เป็นทฤษฎีเท่านั้น

2. เทคโนโลยีตามแนวทางของสะเต็มศึกษา

คนทั่วไปมักเข้าใจว่าเทคโนโลยีหมายถึงคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆที่เรานำมาใช้ในการอำนวยความสะดวก แต่ในความเป็นจริงแล้วเทคโนโลยีในมี่ยี่มีความหมายกว้างกว่านั้นกล่าวคือในหนังสือสมาคมวิศวกรรมศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (NRC, 2001) ได้กล่าวว่าเทคโนโลยีประกอบไปด้วยระบบทั้งหมดของคนและองค์กร (people and organization) ความรู้ (knowledge) กระบวนการ (process) และเครื่องมือ (device) ที่ใช้ในการสร้างและดำเนินงาน (create and operate) สิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (technological artifacts) และยังรวมถึงตัว

สิ่งประดิษฐ์ด้วยจากอดีตถึงปัจจุบันมนุษย์ได้สร้างสรรค์เทคโนโลยีเพื่อตอบสนองความต้องการ (want) และความจำเป็น (need) ของมนุษย์เทคโนโลยีสมัยใหม่จำนวนมากเป็นผลผลิต (product) ของวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมและเครื่องมือทางเทคโนโลยี (technological tools) จะถูกนำมาใช้กับทั้งสองสาขาในขณะที่กรอบมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับพื้นฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (Next Generation Science Standard, 2012) ได้ให้ความหมายไว้ว่าเทคโนโลยีหมายถึงผลลัพธ์ที่เกิดจากการพัฒนาปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติเพื่อตอบสนองความต้องการหรือความจำเป็นของมนุษย์และยังได้ให้ความหมายของวิศวกรรมไว้ว่าวิศวกรรมเป็นกระบวนการของการสร้างสรรค์ชิ้นงานอย่างเป็นระบบเพื่อตอบสนองความต้องการหรือความจำเป็น อย่างไรก็ตามการศึกษาด้านเทคโนโลยีในประเทศสหรัฐอเมริกานั้นมีการจัดการเรียนรู้วิชาเทคโนโลยีศึกษาหรือ Technology Education ซึ่งเป็นวิชาที่เกี่ยวกับการเข้าใจเทคโนโลยีโดยกว้าง (technology literacy) มุ่งเน้นให้รู้จักการสร้างสรรค์และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (systems thinking) ซึ่งโดยรวมแล้วจะเป็นการรวมแนวคิดของเทคโนโลยีโดยทั่วไปกับการออกแบบทางวิศวกรรมเข้าด้วยกันในขณะที่การศึกษาด้านวิศวกรรมนั้นจะปรากฏในระดับมหาวิทยาลัยมากกว่าส่วนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานก็มีอยู่บ้างโดยอาจใช้เชื่อเรียกต่างกันไปและขึ้นอยู่กับความพร้อมของแต่ละสถานศึกษาแต่ไม่เป็นมาตรฐานหรือกรอบหลักสูตรที่ชัดเจนจะถูกรวมไว้ในวิชาเทคโนโลยีการศึกษามากกว่าและปรากฏบ้างในบางโครงการพิเศษเช่น Engineering By Design (EDb.), Innovation invention and inquiry (I3) ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการProject Lead the Wayหรือบางแห่งอาจใช้โปรแกรมที่เรียกว่าEngineering is Elementary (EiE)

2.5 ทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

1. ทฤษฎีที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education คือ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism)

ทิศนาแขมมณี (2554: 90) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ดังนี้

แนวคิด Constructivism เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ของมนุษย์ มีความหมายทั้งในเชิงจิตวิทยาและเชิงสังคมวิทยา ทฤษฎีด้านจิตวิทยา เริ่มต้นจาก Jean Piaget ซึ่งเสนอว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นกระบวนการส่วนบุคคลมีความเป็นอัตนัย Vygotskyได้ขยายขอบเขตการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลว่า เกิดจากการสื่อสารทางภาษากับบุคคลอื่น สำหรับด้านสังคมวิทยา Emile Durkheim และคณะเชื่อว่าสภาพแวดล้อมทางสังคมมีผลต่อการเสริมสร้างความรู้ใหม่

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivism จัดเป็นทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (cognitive psychology) มีรากฐานมาจากผลงานของ Ausubel และ Piaget

ประเด็นสำคัญประการแรกของทฤษฎีการเรียนรู้ตาม Constructivism คือ ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยใช้กระบวนการทางปัญญา (cognitive apparatus) ของตน

ประเด็นสำคัญประการที่สองของทฤษฎี คือ การเรียนรู้ตามแนว Constructivism คือ โครงสร้างทางปัญญา เป็นผลของความพยายามทางความคิด ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่าน

กระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น

แนวความคิดของทฤษฎีนี้คือ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเอง ไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นในตนเองนี้ จะมีความหมายต่อผู้เรียน จะอยู่คงทน ผู้เรียนจะไม่ลืมง่าย และจะสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนได้ดี และยังจะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด

1.1 การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem – based Learning: PBL)

บารอวส์และแทมบลิน (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และMajumdar. 2544: 42; อ้างอิงจาก Barrows;&Tamblyn. 1980: 18) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหาตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลและการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไลของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแกปัญหา

มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2545: 13) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning : PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบท (Context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและแก้ไขปัญหาเป็นหลัก

วัฒนา รัตนพรหม (2548: 34) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นหลักยุทธศาสตร์การจัดการเรียนการสอนโดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนจากสถานการณ์ที่เป็นจริงซึ่งอยู่ในรูปของปัญหาที่จะพบได้ในชีวิตจริงของการปฏิบัติงานวิชาชีพที่หลักสูตรนั้นต้องการผลิตขึ้นทั้งนี้เพื่อศึกษาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาฝึกฝนความสามารถในการแสวงหาความรู้กระบวนการแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกันเป็นทีมโดยไม่ได้เน้นเนื้อหาเป็นรายวิชา

ดังนั้นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก คือ กระบวนการเรียนรู้โดยสร้างองค์ความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจของผู้เรียนผ่านทางกระบวนการทำงานกลุ่ม พร้อมทั้งการสืบค้นกระบวนการทำความเข้าใจและแก้ไขปัญหาด้วยเหตุผลซึ่งตัวปัญหานั้นจะมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงและเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเท่านั้น

1.2 การเรียนรู้แบบโครงงาน (Project – based Learning : PBL)

นฤมล ยุตาคม (2543: 36) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการทำงานการทำโครงงานและการสอนตนเองงานที่ให้ทำเป็นลักษณะปลายเปิดที่ให้นักเรียนมีโอกาสตัดสินใจเลือกครูเป็นเพียงผู้เสนอปัญหาให้นักเรียนและให้นักเรียนวางแผนและแก้ปัญหาด้วยตนเอง

สุพิน ดิษฐสกุล (2543: 49) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นวิธีการเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันโดยให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการค้นคว้าในเนื้อหาวิชาที่เรียนในเรื่องที่สนใจเหมือนกัน

มาลัย สิงหะ (2544: 6) กล่าวว่าโครงงานเป็นการสอนโดยใช้เทคนิควิธีการหลายรูปแบบมาผสมผสานร่วมกันระหว่างกระบวนการกลุ่มการสอนคิดการสอนแก้ปัญหาการสอนทักษะกระบวนการทั้งนี้มุ่งหวังให้นักเรียนเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งจากความสนใจอยากรู้อยากเรียนของนักเรียนเองโดยใช้กระบวนการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ ; พเยาว์ยินดีสุขและราเชนมีศรี (2549:47) ได้ให้ความหมายของโครงงานสอดคล้องกันว่าเป็นการศึกษาเพื่อค้นพบข้อความรู้ใหม่จากสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ด้วยตัวของนักเรียนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีครูและผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา

จากความหมายของโครงงานที่ได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าโครงงานหมายถึง การจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการเลือกค้นคว้าในสิ่งที่ตนเองสนใจและได้ลงมือปฏิบัติจริงมีขั้นตอนการทำงานที่เป็นระบบภายใต้แนวคิดที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ๆด้วยตนเองและมีผลงานปรากฏให้เห็นโดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำ

2. ลักษณะการพัฒนารูปแบบการสอน

2.1. การสอนตามแนว Constructivism เน้นความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนและความสำคัญของความรู้เดิม

2.2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงความรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ ผู้เรียนจะเป็นผู้ออกไปสังเกตสิ่งที่ตนอยากรู้ มาร่วมกันอภิปราย สรุปผลการค้นพบ แล้วนำไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสารวิชาการ หรือแหล่งความรู้ที่หาได้ เพื่อตรวจความรู้ที่ได้มา และเพิ่มเติมเป็นองค์ความรู้ที่สมบูรณ์ต่อไป

2.3. การเรียนรู้ต้องให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง จนค้นพบความรู้และรู้จักสิ่งที่ค้นพบ เรียนรู้วิเคราะห์ต่อจนรู้จริงว่า ลึก ๆ แล้วสิ่งนั้นคืออะไร มีความสำคัญมากน้อยเพียงไรและศึกษาค้นคว้าให้ลึกซึ้งลงไป จนถึงรู้แจ้ง

3. สิ่งที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

Bybee (2013) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM Literacy) เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของหลักสูตรที่ควรบรรจุอยู่ในโรงเรียนโดยทั่วไป การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ หมายรวมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และความสามารถของผู้เรียนที่มีต่อความรู้ด้านสะเต็มศึกษาที่สัมพันธ์กับตัวบุคคล สังคมรอบข้าง และประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นบนโลก และยังหมายรวมถึงการบูรณาการสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. การได้เรียนรู้ถึงความรู้ด้านสะเต็มศึกษาและใช้ความรู้เหล่านั้นมาระบุปัญหา ได้เรียนรู้องค์ความรู้ใหม่ และประยุกต์ใช้ความรู้ที่สัมพันธ์กับ STEM ในประเด็นปัญหาต่างๆ

2. เข้าใจลักษณะของสาขาทางด้านสะเต็มศึกษา ว่าเป็นความพยายามของมนุษย์ที่ได้รวมเอากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ความรู้ทางเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาใช้ในการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์

3. ตระหนักรู้ถึงรูปแบบของสะเต็มศึกษา ทั้งด้านเนื้อหา การใช้ปัญญา และเป็นวัฒนธรรมหนึ่งของโลก

4. เข้าร่วมในประเด็นที่สัมพันธ์กับสะเต็มศึกษา สามารถใช้แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาว่าเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับพลเมืองโลก

Lantz (2009) สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมคุณภาพการสอนและประเมินผลของนักเรียนได้พัฒนาจากการเรียนรู้ตามแนวางของสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. ความเชื่อมั่นในตัวเอง คือ สามารถที่จะสร้างแรงกระตุ้นในกาพัฒนาตนเอง มีแรงจูงใจในการพัฒนาความรู้และเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเองในการทำงานในช่วงเวลาและสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้

2. ความคิดอย่างมีเหตุและผล คือ สามารถที่จะเข้าใจเหตุและผล และตรรกะผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมต่าง ๆ ได้

3. ความเป็นผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือ สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ที่เกิดเพื่อกำหนดกรอบหรือขอบเขตที่จะศึกษา โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นพื้นฐานสู่การออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ เพื่อสนองความต้องการของโลกปัจจุบัน

4. ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี คือ มีความเข้าใจและสามารถอธิบายธรรมชาติของเทคโนโลยี การพัฒนาทักษะที่จำเป็น และสามารถนำความรู้ไปใช้ประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

5. ความสามารถในการแก้ปัญหา คือ สามารถที่จะกำหนดคำถามและปัญหาออกแบบและค้นคว้าเพื่อรวบรวมข้อมูล ลงข้อสรุป และสามารถประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ โดยใช้ทักษะความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ร่วมด้วย

6. ความสามารถในการประดิษฐ์ คือ ออกแบบอย่างสร้างสรรค์ ทำการทดลอง และออกแบบซ้ำโดยการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อนำไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริงเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล (2557) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถที่จะพยายามเข้าถึงความรู้ซึ่งเกิดจากการทำงานที่ประสานกันและต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาแสดงออกในรูปของความสำเร็จ

นันทวัน คำสียา (2551: 46) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จของผู้เรียนในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนต่อการเรียนรู้

กัญชนก กามะพร (2553 อ้างถึงในวิลสัน, 1971) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถทางสติปัญญา ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งเป็นผลของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประเมินพฤติกรรมด้านสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ออกมาเป็นระดับความสามารถโดยแบ่งพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับดังนี้

1. ความรู้ความจำด้านการคำนวน (computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่

1.1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (knowledge of specific facts) เป็นความสามารถที่ระลึกข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้วคำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

1.2. ความรู้ความจำกับคำศัพท์และนิยาม (knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้โดยการตั้งคำถามตามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้แต่ไม่ต้องอาศัยการคำนวณ

1.3. ความสามารถในการทำตามขั้นตอน (ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามหรือกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว สามารถคำนวณตามลำดับขั้นตอนข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายๆ คล้ายคลึงตัวอย่างที่มี นักเรียนต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (comprehension) ความเข้าใจเป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมรพดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่าแบ่งเป็น 6 ขั้น

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (knowledge of concepts) ความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงเพราะมโนทัศน์เป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนทัศน์นั้นโดยใช้คำพูดของตัวเองหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียนมิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎและข้อสรุปนัยทั่วไป (knowledge of principles rules and generalization) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการเอาหลักการ กฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ไปสัมพันธ์กับปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามที่เกี่ยวกับหลักการ กฎที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อนอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับวิเคราะห์ได้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างคณิตศาสตร์ (knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมในขั้นนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติระบบจำนวนและโครงสร้างทงพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนองค์ประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (ability to transform problem elements from one mode to another) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ภาษาใหม่เช่นแปลภาษาพูดให้เป็น

สมการซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงขั้นตอน (algorithms) ในการแก้ปัญหาหลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถติดตามแนวเหตุผล (ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านโดยทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและการตีความ (ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อความที่วัดในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความตัวเลขข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (application) การนำไปใช้เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ระหว่างเรียนหรือคล้ายกับแบบฝึกหัดนักเรียนสามารถเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ขั้น ได้แก่

3.1. ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (ability to solve routine problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2. ความสามารถในการเปรียบเทียบ (ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุดเพื่อการสรุปตัดสินใจซึ่งการแก้ปัญหาในครั้งนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3. ความสามารถในการวิเคราะห์ (ability to analysis data) ขั้นนี้เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ซึ่งต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ออกพิจารณาออกเป็นส่วน มีกาตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพท์ที่ต้องการ

3.4. ความสามารถในการมองเห็นแผนภาพลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (ability to recognize patterns isomorphism’s and symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัดกระทำข้อมูล การระลึกถึงข้อมูล การระลึกถึงความสัมพันธ์นักเรียนต้องสำรวจสิ่งที่คุ้นเคยจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (analysis) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของสมรรถภาพด้านพุทธิพิสัยในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งรวมพฤติกรรมส่วนใหญ่ที่บรรยายไว้ในการวิเคราะห์ การสังเคราะห์หรือการประเมินของบลูม (Bloom) รวมถึงสิ่งที่เรียกว่า การค้นคว้าอิสระ (open search) และพฤติกรรมในระดับนี้ประกอบด้วยการแก้ปัญหาที่ไม่เคยแก้มาก่อน ประสบการณ์เกี่ยวกับการค้นพบและพฤตกรรมสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ พฤติกรรมระดับนี้แตกต่างจากพฤติกรรมขั้นนำไปใช้หรือระดับความเข้าใจตรงที่พฤติกรรมระดับนี้ประกอบด้วยระดับการถ่ายโอนไปยังบริบทที่ยังไม่เคยปฏิบัติมาก่อนการตอบข้อทดสอบในระดับนี้ต้องอาศัยพฤติกรรมการเรียนด้วยตนเองเป็นอย่างมาก วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับวิเคราะห์ซึ่งแบ่งเป็น 5 ขั้นดังนี้

4.1. ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (ability to solve non-routine problem) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง นักเรียนไม่เคยเห็นมาก่อนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจในมโนทัศน์นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2. ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (ability to discover relationships) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้แก้ปัญหาแทนการนำเพียงความสัมพันธ์เดิมที่จำได้มาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3. ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (ability to construct proofs) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการสร้างภาษาเพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลโดยอาศัยนิยาม สัจพจน์และทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วพิสูจน์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4. ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (ability to criticize proofs) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่มีตอนใดผิดบ้าง

4.5. ความสามารถในการสร้างและตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุปนัยทั่วไป (ability to formulate and validate generalization) พฤติกรรมในขั้นนี้เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการปัญหาและพิสูจน์ว่าใช้กรณีทั่วไปได้

ฉลองรัตน์ พารีสอน และคณะ (2553) ได้กล่าวถึงความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถหรือความสำเร็จในด้านต่างๆ เช่นความรู้ทักษะในการแก้ปัญหาความสามารถในการนำไปใช้และการวิเคราะห์เป็นต้น รวมถึงประสิทธิภาพที่ได้จากการเรียนรู้ซึ่งได้รับมาจากการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่างๆ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น

วนิดา อารมณ์เพียร (2552: 53) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่พัฒนาดีขึ้น อันเกิดจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม การได้ปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วยความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางสมอง

เมห์เรนและลีแมน (Mehren; & Lehmann. 1976: 73) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ทักษะ สมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ของผู้เรียนแต่ละวิชา ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544: 23) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ ความสมหวังในด้านการเรียนรู้ รวมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมายและผลของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนนั้นจะทำให้แยกกลุ่มของนักเรียนที่ถูกประเมินออกเป็นระดับต่างๆ

สุริยันต์ สายหงษ์ (2550: 77 – 78) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะความรู้ความสามารถและประสบการณ์ของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน และเป็นผลให้บุคคล

เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมจิตร หงษ์ษา (2551: 35) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลรวมของความรู้ความสามารถซึ่งวัดด้วยแบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบระดับความสามารถและความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน

อดิเรก เฉลียวฉลาด (2550: 39) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารที่เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่างๆ ของบุคคล และสามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อารีรัตน์ ศิริ (2552: 34) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน หรือการได้รับการฝึกอบรม และมีการวัดและประเมินตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ อาจวัดได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากที่กล่าวมาพอสรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะกระบวนการต่างๆ และความสามารถที่ผู้เรียนได้รับหลังจากได้ศึกษาจากแขนงวิชาต่างๆ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจจะได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องมีการทดสอบ เช่น การสังเกตพฤติกรรม ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นเป็นความรู้และความสามารถทางด้านสติปัญญาในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ อันจะประกอบไปด้วยความสามารถในเรื่อง ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแต่ละคนมีในระดับที่แตกต่างกันออกไป

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ต่างๆ ดังนี้

ปรวี อ่อนสอาด . (2541 อ้างถึงใน สมนึก ภัททิยธนี, 2556) กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางด้านสมองต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือแบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้าง มีหลายแบบแต่ที่นิยมใช้กันมี 6 แบบ ได้แก่

1. ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย (Subjective or Essay Test)
2. ข้อสอบกา ถูก-ผิด (True-False Test)
3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test)
4. ข้อสอบแบบตอบสั้น (Short Answer Test)
5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test)
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

ภัทรรัตน์ แสงเดือน (2553:26) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือแบบทดสอบที่มุ่งวัดพฤติกรรมและประสบการณ์ทางการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ศึกษาไป โดยลักษณะของแบบดสอบนั้นก็จะมีอยู่หลายแบบ แต่นิยมใช้ในปัจจุบันจะมีอยู่ 2 แบบ คือ

1. แบบทดสอบที่เป็นปรนัย คือ ให้เลือกตัวเลือกที่ได้ให้ไว้

2. แบบทดสอบที่เป็นอัตนัย คือ ให้แสดงวิธีทำหรือเติมคำตอบที่ถูกต้อง

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2538: 171-172) กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นคำถามให้นักเรียนตอบโดยใช้กระดาษและดินสอ (Paper and Pencil Test) เป็นแบบทดสอบ กับให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง (Performance Test) แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 พวก คือ แบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบมาตรฐาน

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้าง ซึ่งจะเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องที่ตรงไหน จะได้สอนซ่อมเสริม หรือดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ฯลฯ ตามแต่ที่ครูปรารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใดๆ ก็ได้ จะเป็นอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ นอกจากนั้นแล้วยังมีมาตรฐานในการดำเนินการสอยเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบว่าทำอย่างไร และยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือครูผู้สอน และได้ผ่านการทดสอบคุณภาพของแบบทดสอบ สามารถนำมาใช้เป็นแบบทดสอบหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อการประเมินผลการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนได้ ในปัจจุบันมักใช้แบบทดสอบที่เป็นทั้งแบบปรนัยและแบบอัตนัย

2. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หมายถึง แบบทดสอบที่ครูผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้นเอง เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนหรือเพื่อดูความพร้อมก่อนที่จะขึ้นบทเรียนใหม่หรือวัดผลหลังการจัดการเรียนรู้ ในปัจจุบันมักใช้แบบทดสอบที่เป็นทั้งแบบปรนัยและแบบอัตนัย

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

6.1 งานวิจัยในประเทศ

ชนกนันท์ พะสุโร (2558: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อหิน จังหวัดยะลา ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มเป้าหมาย

คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อหิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 23 คน ผลการวิจัยพบว่า 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

มานะ อินทรสว่าง (2556: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้นวัตกรรม ชุดทดลองสำหรับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 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 และทักษะสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและหลังเรียนอยู่สูงกว่าระดับดี

พลศักดิ์ แสงพรมศรี, ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล (2558: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ซึ่งมีจุดประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ เจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ เจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่านักเรียนที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จารีพร ผลมูล, ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ และดร.เกริก ศักดิ์สุภาพ (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษาชุมชนวังตะกอ จังหวัดชุมพรซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และความพึงพอใจของนักเรียน และศึกษาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบแผนการ วิจัยคือ One-Group Pretest-Posttest Design กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียน เมืองหลังสวน

จำนวน 33 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลงเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนกเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ระดับดี (เฉลี่ย 3.51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และหน่วยการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 81.65/78.33 ตามเกณฑ์ 80/80

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Ruthven and Others (2006) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลการปรับปรุงสะเต็มศึกษาเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีส่วนร่วมในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กายภาพและคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและการพัฒนาความรู้ของนักเรียนที่อยู่ในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ทัศนคติของนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ดีขึ้น และการพัฒนาความรู้ของนักเรียนเป็นในทางที่ดีขึ้น

พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2557: อ้างถึงใน Scott, 2012) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมในสหรัฐอเมริกา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาทของสำหรับเข้าทำงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในหลายๆ โรงเรียนได้มีการออกแบบแผนและดำเนินการนำไปใช้แล้ว แต่อีกหลายๆ แห่งยังอยู่ในขั้นดำเนินการวางแผนอยู่เลย จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียน STEM มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดีกว่าเด็กนักเรียนระดับเดียวกันแต่ไม่ได้เข้าร่วม และนักเรียนกลุ่มที่เข้าร่วมนี้ยังให้บอกอีกว่า หากพวกเขาได้รับ

Diana (2012) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้นักเรียนเกรด 3-8 เป็นกรณีศึกษา ให้ทำโครงงานในหัวข้อเรื่อง ดาวอังคารในจินตนาการ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมเริ่มต้นด้วย การตรวจสอบความพื้นฐาน ให้จินตนาการ ศึกษาค้นคว้าสำรวจตรวจสอบ สร้างสรรค์ออกแบบโมเดลดาวอังคาร และแลกเปลี่ยนความคิดการออกแบบของตัวเองให้เพื่อนๆ ได้รู้ จากผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้บูรณาการ STEM ในการให้นักเรียนได้ทำโครงงานส่งผลทำให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้และทักษะสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เผชิญหน้าและประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ๆ

Tseng และคณะ (2013) ได้ศึกษาเจตคติต่อการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเรียนรู้แบบโครงงาน โดยงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเจตคติก่อนและหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่บูรณาการ STEM เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้คือผู้ที่เริ่มทำงานใหม่ในสถาบันเทคโนโลยีในไต้หวัน จำนวน 5 แห่ง รวม 30 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยโครงงานเป็นฐาน มีเจตคติต่อวิศวกรรมเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ จากการสัมภาษณ์ เกือบทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของ STEM คือ ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ทางด้าน STEM จะเป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต สามารถนำมาใช้

เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้ สามารถสร้างโลกที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มมากขึ้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความหมายของการเรียนรู้และอยากที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้น และส่งผลต่อเจตคติในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในภายภาคหน้าเพิ่มขึ้นด้วย

Cromack (2007: 1) ได้ทำการศึกษาเรื่องการเรียนรู้เกี่ยวกับการคำนวณในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สะเต็มศึกษา) ร่วมกับการใช้โปรแกรมวิจัยจากภายนอก (ER & P) ผลการศึกษาพบว่า การเรียนรู้เกี่ยวกับการคำนวณในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ร่วมกับการใช้โปรแกรม (ER & P) มีผลการเรียนรู้ดีขึ้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการวิจัยโดยใช้รูปแบบการทดลองอย่างแท้จริง (true experimental design) ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบทักษะสะเต็มศึกษาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และนักเรียนที่เรียนตามแนวทางของ สสวท กลุ่มประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 288 คน ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม จังหวัดนครปฐม กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5 จำนวน 37 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 7 จำนวน 35 คน เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling) ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินการวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ได้กำหนดรายละเอียดไว้ดังนี้

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

1. ขอบเขตของการวิจัย

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม จังหวัดนครปฐม จำนวน 288 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในกาวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5 และห้อง 7 จำนวน 72 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม ซึ่งได้มาโดยสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling)

1.2 ด้านตัวแปร (ตัวแปรต้น / ตัวแปรตาม)

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ทักษะสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นการวิจัยโดยใช้รูปแบบการทดลองอย่างแท้จริง (true experimental design) ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบทักษะสะเต็มศึกษาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และนักเรียนที่เรียนตามแนวทางของ สสวท กลุ่มประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 288 คน ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม จังหวัดนครปฐม กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5 จำนวน 37 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 7 จำนวน 35 คน เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling) ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินการวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ได้กำหนดรายละเอียดไว้ดังนี้

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

1. ขอบเขตของการวิจัย

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม จังหวัดนครปฐม จำนวน 288 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในกาวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5 และห้อง 7 จำนวน 72 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม ซึ่งได้มาโดยสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling)

1.2 ด้านตัวแปร (ตัวแปรต้น / ตัวแปรตาม)

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ทักษะสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.3 ระยะเวลาในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5 จะได้รับการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 7 จะได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

1.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในรายวิชา ค32102 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ พร้อมทั้งการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระ และอิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551)

2. รูปแบบการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ใช้รูปแบบการทดลองอย่างแท้จริง (true experimental design) แบบแผนการวิจัยวัดผลก่อนและหลัง มีกลุ่มควบคุม (pretest – posttest control group design) โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5 เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมีธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 7 เป็นกลุ่มควบคุม มีลักษณะการทดลองดังภาพที่ 1 (ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกูล และสุภาพ ฉัตราภรณ์, 2555)

ตารางที่ 3.1 ลักษณะการทดลองจัดการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง	R	O_1	X_1	O_2
กลุ่มควบคุม	R	O_1	X_2	O_2

เมื่อ R แทน การสุ่มเข้ากลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม

O_1 แทน การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ก่อนเรียน

X_1 แทน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

X_2 แทน การจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท

O_2 แทน การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และทักษะสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา รายวิชา คณิตศาสตร์ 4 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 1 หน่วยการเรียนรู้ คือ อัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งทั้งหมดจำนวน 2 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 10 คาบ

2. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) รายวิชา คณิตศาสตร์ 4 โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 1 หน่วยการเรียนรู้ คือ อัตราส่วนตรีโกณมิติ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 10 คาบ

3. แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ มีทั้งหมด 8 ตัวบ่งชี้

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 25 ข้อ มีคะแนนข้อละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 25 คะแนน ใช้สำหรับวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในรายวิชา ค32102 คณิตศาสตร์ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ แบบทดสอบมีลักษณะเป็นแบบปรนัยหลายตัวเลือก ประเภท 4 ตัวเลือก พิจารณาออกข้อสอบแต่ละข้อโดยแนวคิดของบลูม จำแนกระดับของข้อสอบเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า ควบคู่กับลักษณะของสะเต็มศึกษา

5. แบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ มีการประเมินทักษะทั้ง 4 ได้แก่ ทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ ทักษะทางด้านเทคโนโลยี ทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ และทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ มีทั้งหมด 17 ตัวบ่งชี้

6. แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ มีการประเมินความพึงพอใจ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ มีทั้งหมด 20 รายการ

3.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา รายวิชา คณิตศาสตร์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้พัฒนาและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นเตรียม

ศึกษาข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ซึ่งมีความสอดคล้องกับเนื้อหาอัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ศึกษาเอกสาร ตำรา รายละเอียดของสาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3. ศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐาน และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชา คณิตศาสตร์ 4 ค32102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อกำหนดผลการเรียนรู้ สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ผลการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราส่วนตรีโกณมิติ

1. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมที่กำหนดให้จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้

2. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 องศา, 45 องศา และ 60 องศา ไปใช้ได้

3. นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ของด้าน ความสัมพันธ์ของมุม และความสัมพันธ์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ได้

4. นักเรียนสามารถใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับการหาความสูงและการหาระยะทางได้

ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลการเรียนรู้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.2 ขั้นดำเนินการ

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนดังนี้

1. ได้แบ่งเนื้อหาและเวลาในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน ดังนี้

- แผนที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ การหาค่าและการใช้ค่าตรีโกณมิติของมุมบางมุม จำนวน 4 คาบ
- แผนที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ของด้าน ความสัมพันธ์ของมุม และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 6 คาบ

2. พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชาโดยพิจารณาจากกิจกรรมที่เหมาสมกับเนื้อหาสาระ ซึ่งกิจกรรมจะเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งมีการบูรณาการกลุ่มวิชา ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ (Science)
2. เทคโนโลยี (Technology)
3. วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)
4. คณิตศาสตร์ (Mathematics)

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่จัดทำเสร็จเรียบร้อยแล้วมาพิจารณาทบทวนเพื่อหาจุดบกพร่อง เพื่อแก้ไขด้านความถูกต้องของเนื้อหา การเรียบเรียงภาษา การสื่อ

ความหมายของภาษา ด้านความต่อเนื่องของเนื้อหาในบทเรียน และความเหมาะสมของการแบ่งกรอบของเนื้อหา เป็นต้น

1.3 ขั้นทดลองและปรับปรุง

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สำหรับในขั้นทดลองและปรับปรุงมีขั้นตอนดังนี้

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2. พิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อนำไปใช้ในขั้นทดลองและปรับปรุงต่อไป

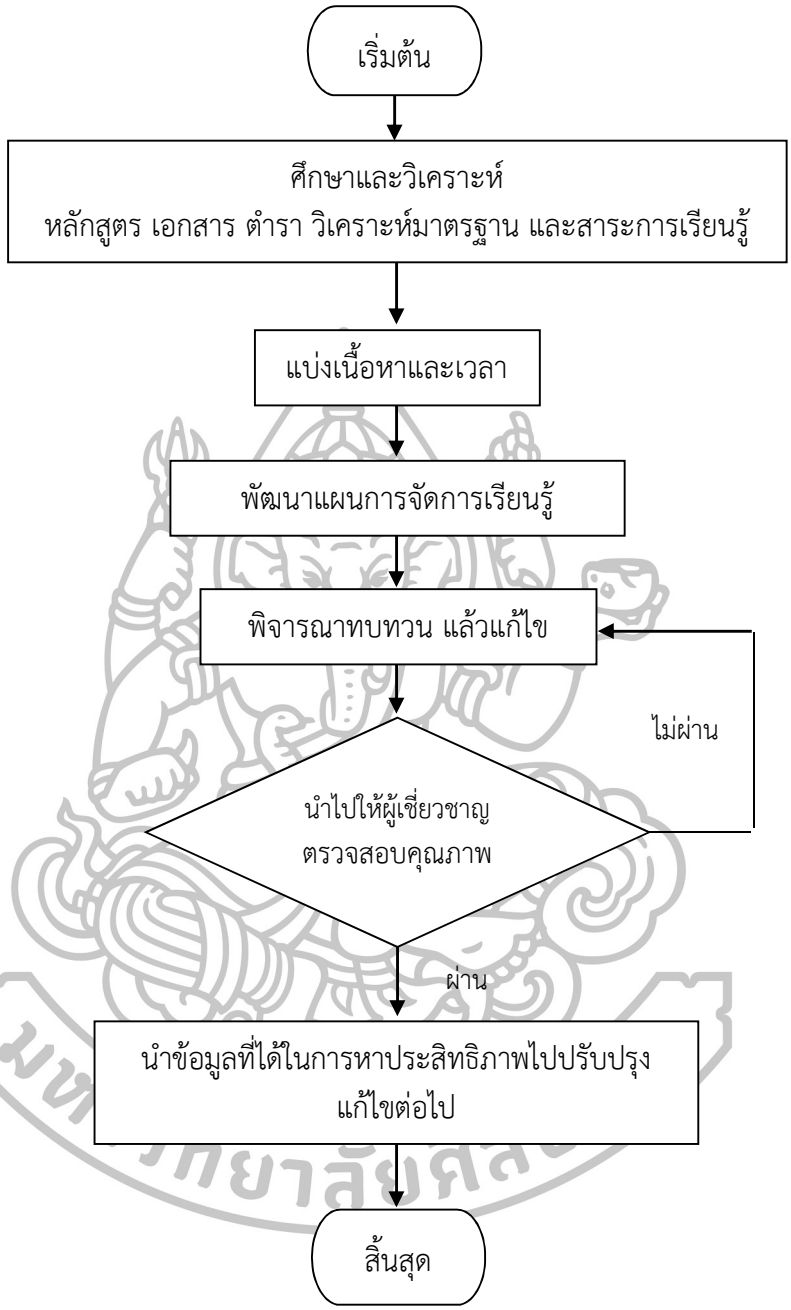
1.4 ขั้นนำไปใช้

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสำหรับศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา รายวิชา คณิตศาสตร์ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน โดยดำเนินการเรียนการสอนตามที่ได้ทำการออกแบบ

1.5 ขั้นการประเมินผล

ผู้วิจัยทำการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา รายวิชา คณิตศาสตร์ 4 โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองในสถานการณ์จริง

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 3.1 ผังงานแสดงขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท รายวิชา คณิตศาสตร์ 4 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้พัฒนาและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตร ได้แก่ หลักการ จุดหมาย โครงสร้าง เวลาเรียนแนวดำเนินการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ตอบสนองจุดประสงค์การเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร การวัดและการประเมินการเรียน คำอธิบายในแต่ละกลุ่มประสบการณ์ ซึ่งระบุเนื้อหาที่ต้องให้นักเรียนได้เรียน ตามลำดับขั้นตอนกระบวนการที่ต้องให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้

1. ศึกษาความสอดคล้องสัมพันธ์กันกับองค์ประกอบแต่ละส่วนของหลักสูตร

2. ลำดับความคิดรวบยอดที่จัดให้นักเรียนแต่ละระดับชั้นได้เรียนรู้ก่อนหลัง โดยพิจารณาขอบข่ายเนื้อหา และกิจกรรมที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา

3. กำหนดผลที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน เมื่อได้เรียนรู้ความคิดรวบยอดแต่ละเรื่องแล้ว

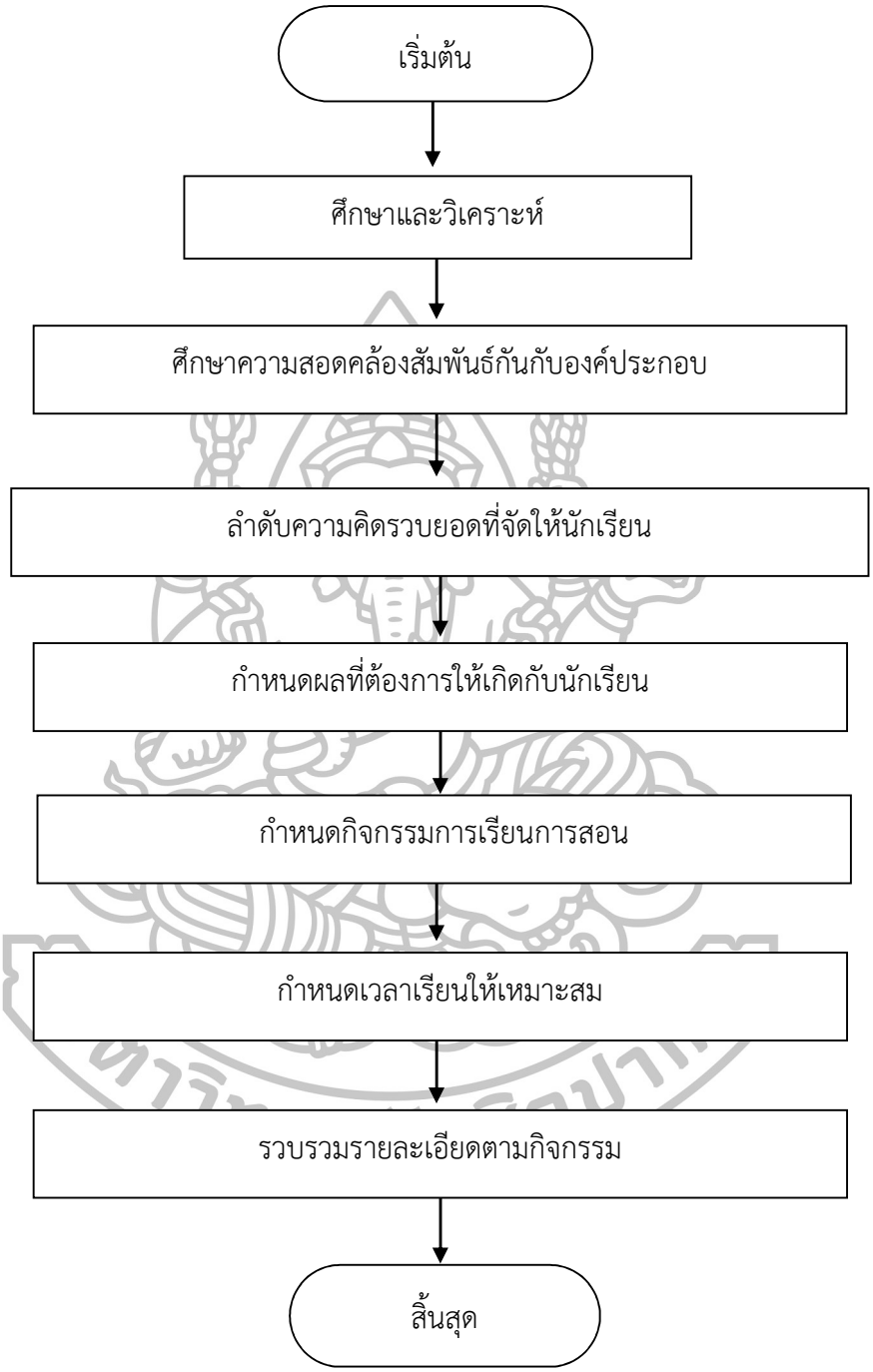
4. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ในคำอธิบายรายวิชา หรืออาจพิจารณาจากกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ

5. กำหนดเวลาเรียนให้เหมาะสมกับขอบข่ายเนื้อหาสาระหรือความคิดรวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้และกิจกรรมที่กำหนดไว้

6. รวบรวมรายละเอียดตามกิจกรรมข้อ 1 – 5 จัดทำเป็นเอกสารที่เรียกว่ากำหนดการสอนหรือแนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ใช้เป็นแนวทางในการเตรียมแผนการสอน

7. เตรียมการสอนและการปฏิบัติการสอน

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 3.2 ผังงานแสดงขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท

3 การพัฒนาแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นเตรียม

ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

3.2 ขั้นดำเนินการ

พัฒนาแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ตามที่กำหนดไว้ในตารางแสดงรายการประเมิน เพื่อสร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดและเหมาะสมดีมาก

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดและเหมาะสม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้กับเนื้อหาที่กำหนดไม่มีความสอดคล้องกัน ต้องตัดข้อสอบนั้นออกหรือปรับปรุงใหม่

ซึ่งประกอบด้วยประเด็นในการประเมินทั้งสิ้น 5 ประเด็น มี 21 รายการ

- ประเด็นที่ 1 จุดประสงค์การเรียนรู้ มี 3 รายการ
- ประเด็นที่ 2 สาระการเรียนรู้ มี 3 รายการ
- ประเด็นที่ 3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มี 9 รายการ
- ประเด็นที่ 4 การวัดประเมินผล มี 2 รายการ
- ประเด็นที่ 5 องค์ประกอบ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด มี 4 รายการ

3.3 ขั้นปรับปรุงแก้ไข

1. นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความชัดเจน เหมาะสม ความถูกต้องและครอบคลุม โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาต้องมีค่ามากกว่า 0.5

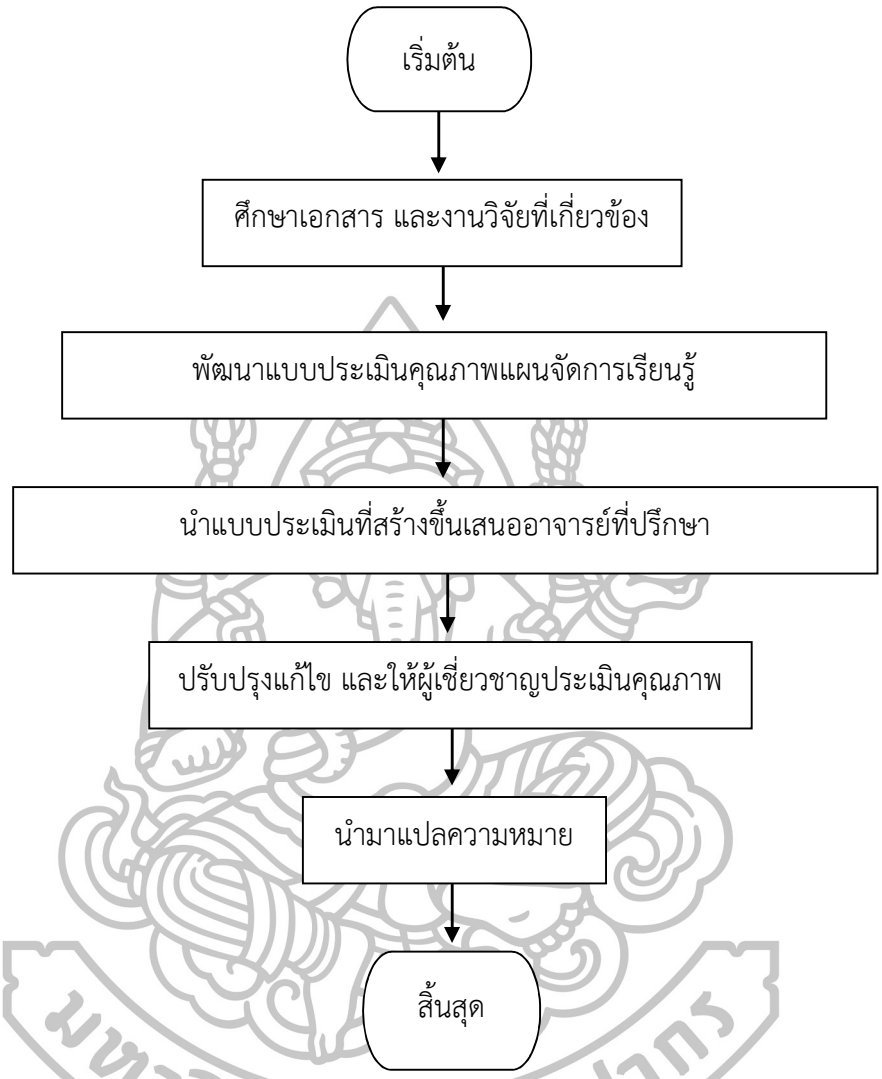
2. ปรับปรุงแบบประเมินตามข้อเสนอแนะตามอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ

3. นำแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินคุณภาพ

4. เมื่อได้ผลแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ประเด็น

3.4 ขั้นนำไปใช้

ได้แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่เสร็จสมบูรณ์ แล้วจึงนำไปพิมพ์แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับจริงไปใช้ต่อไป



ภาพที่ 3.3 ผังงานแสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

4 การพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา คณิตศาสตร์ 4 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัยแบบเขียนตอบ 4 ตัวเลือก (Multiple Choice) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแยกตามระดับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ 6 ระดับ ดังนี้คือ ความรู้ความจำ การเข้าใจ ประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมินค่า และสังเคราะห์ จำนวนข้อสอบรวมทั้งหมด 50 ข้อ เพื่อนำไปใช้จริง 25 ข้อ วิธีการพัฒนาแบบทดสอบตอนที่ 1 ข้อสอบปรนัยแบบเขียนตอบ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 ขั้นเตรียม

1. ศึกษาวิธีการพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา คณิตศาสตร์ 4 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาเนื้อหารายวิชา คณิตศาสตร์ 4 และผลการเรียนรู้ที่วิเคราะห์ มาจากมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คู่มือครู และแบบเรียนคณิตศาสตร์

3. ทำตารางผังข้อสอบ (Test Blueprint) ให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละผลการเรียนรู้ โดยแยกตามระดับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 6 ระดับ ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับผลการเรียนรู้และลำดับความสำคัญของเนื้อหา ดังตารางที่ 3.2

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 3.2 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบปรนัยแบบเขียนตอบ (Test Blueprint) รายวิชา คณิตศาสตร์ 4 อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม

ชื่อหน่วย	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	น้ำหนัก (ร้อยละ)	จำนวนข้อ	ระดับพฤติกรรมการวัด					
				จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	คิดสร้างสรรค์
อัตราส่วนตรีโกณมิติ	1. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมที่กำหนดให้จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้	28	14	3	6	2	3	-	-
	2. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 องศา, 45 องศา และ 60 องศา ไปใช้ได้	24	12	-	-	5	7	-	-
	3. นักเรียนสามารถนำความสัมพันธ์ของด้านความสัมพันธ์ของมุม และความสัมพันธ์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ได้	18	9	2	-	3	4	-	-
	4. นักเรียนสามารถใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับการหาความสูงและการหาระยะทางได้	30	15	-	-	6	9	-	-
	รวม	100	50	5	6	16	23	0	0

4.2 ขั้นดำเนินการ

พัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมเนื้อหาตามผลการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ โดยมีข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) มี 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ เพื่อใช้จริง 25 ข้อ

4.3 ขั้นตรวจสอบ ทดสอบ และปรับปรุง

1. นำแบบทดสอบที่ออกแบบเสร็จแล้ว ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ จำนวน 50 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พร้อมแนบผลการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้วย เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content Validity) แล้วหาค่าความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยใช้สูตรและมีเกณฑ์ดังนี้ (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2555: 195)

สูตร $$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

โดย IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง

R คือ ค่าคะแนนรายข้อตามดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum$ คือ ผลรวม

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การให้คะแนนข้อคำถามแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ (R) มี 3 ค่า คือ

+1 คะแนนสำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 คะแนนสำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 คะแนนสำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยค่า (IOC) ที่ยอมรับอยู่ในช่วง 0.5 ขึ้นไป ซึ่งข้อคำถามที่เลือกไว้ในงานวิจัยครั้งนี้มีค่า IOC เท่ากับ 0.67

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ ทำการทดลองกับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและเคยผ่านการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ 4 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ และขั้นตอนวิธีการเขียนผังงาน จำนวน 30 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

กำหนดเกณฑ์ความยากง่าย หรือกำหนดค่า p ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และขอบเขตของค่า 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) โดยใช้สูตรหาค่าอำนาจจำแนกให้ขอบเขตค่าอำนาจจำแนกและความหมาย 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 และขอบเขตของค่า r มีความหมายดังนี้

มากกว่า 0.40	ค่าดัชนีอำนาจจำแนก	คุณภาพดีมาก
0.20 – 0.39	ค่าดัชนีอำนาจจำแนก	คุณภาพดี
0.0– 0.29	ค่าดัชนีอำนาจจำแนก	คุณภาพปานกลาง
0.0 – 0.19	ค่าดัชนีอำนาจจำแนก	คุณภาพต้องปรับปรุง

4. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของข้อสอบจำนวน 25 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson (คณาจารย์ภาควิชาสถิติ. 2549: 409)

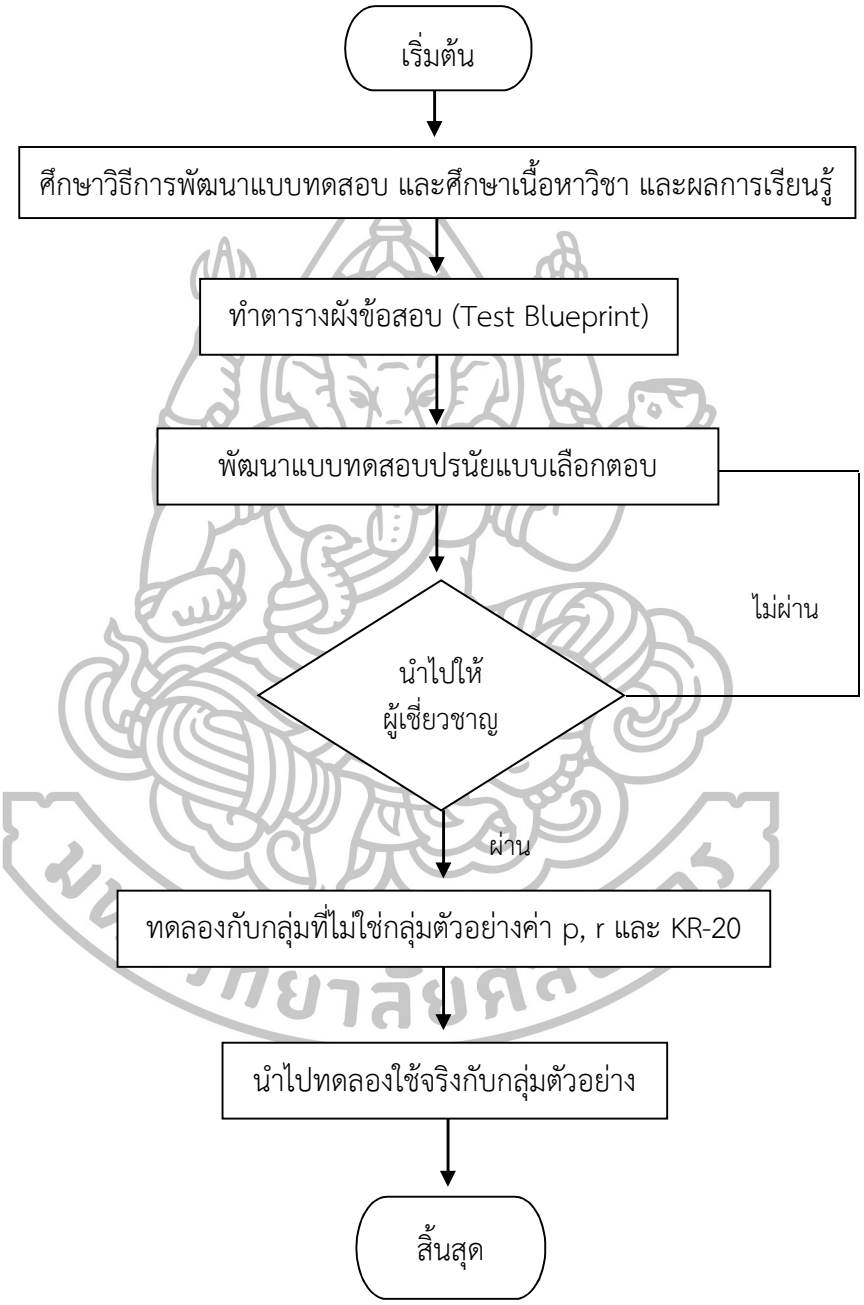
สูตร $$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\sum pq}{s^2}\right)$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมด
$\sum$ คือ ผลรวม
p คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
q คือ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ
S^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ข้อคำถามที่เลือกไว้ในงานวิจัยในครั้งนี้มีค่าค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.73

4.4 ขั้นนำไปใช้

ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เสร็จสมบูรณ์ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 3.4 ผังงานแสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ

นำคะแนนที่ได้ไปเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. กับนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยวิธีทางสถิติ t – test แบบ Independent samples

ขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพที่ได้นำเสนอไว้สามารถสรุปให้เห็นถึงความสอดคล้องระหว่างเครื่องมือกับวัตถุประสงค์การวิจัยดังตารางข้างต้น

ตารางที่ 3.3 ขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ลำดับที่	วัตถุประสงค์การวิจัย	เครื่องมือวิจัย
1	เพื่อเปรียบเทียบทักษะสะเต็มและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียน ระหว่างนักเรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแบบ สสวท	- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ฉบับก่อนเรียน) - แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ฉบับหลังเรียน)
2	เพื่อเปรียบเทียบทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ	- แบบวัดทักษะสะเต็มศึกษา
3	เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ	- แบบวัดความพึงพอใจการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

มหาวิทยาลัยศิลปากร

5. การประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ มีการประเมินทักษะทั้ง 4 ได้แก่ ทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ ทักษะทางด้านเทคโนโลยี ทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ และทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นเตรียม

ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินทักษะสะเต็มศึกษา

5.2 ขั้นดำเนินการ

พัฒนาแบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา ตามที่กำหนดไว้ในตารางแสดงรายการประเมิน เพื่อสร้างแบบประเมินทักษะด้านสะเต็มศึกษา โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกับทักษะทางด้านสะเต็มและเหมาะสมดีมาก

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกับทักษะทางด้านสะเต็มและเหมาะสม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้กับกับทักษะทางด้านสะเต็มไม่มีความสอดคล้องกันต้องตัดข้อสอบนั้นออกหรือปรับปรุงใหม่

ซึ่งทักษะสะเต็มศึกษาที่จะทำการประเมินประกอบด้วย 4 ทักษะ มี 17 รายการ

ทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์	มี 4 รายการ
ทักษะทางด้านเทคโนโลยี	มี 4 รายการ
ทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์	มี 5 รายการ
ทักษะทางด้านคณิตศาสตร์	มี 4 รายการ

5.3 ขั้นปรับปรุงแก้ไข

1. นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความชัดเจน เหมาะสม ความถูกต้องและครอบคลุม โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาต้องมีค่ามากกว่า 0.5

2. ปรับปรุงแบบประเมินตามข้อเสนอแนะตามอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ

5.4 ขั้นนำไปใช้

ได้แบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาที่เสร็จสมบูรณ์ แล้วจึงนำไปพิมพ์แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับจริงไปใช้ต่อไป

ภาพที่ 3.5 ผังงานแสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา

6. แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ มีการประเมินความพึงพอใจ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้

6.1 ขั้นเตรียม

ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

6.2 ขั้นดำเนินการ

พัฒนาแบบความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ตามที่กำหนดไว้ในตารางแสดงรายการประเมิน เพื่อสร้างประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเหมาะสมดีมาก

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเหมาะสม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไม่มีความสอดคล้องกันต้องตัดรายการนั้นออกหรือปรับปรุงใหม่

ซึ่งแบบความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นประกอบด้วย 3 ด้าน มี 20 รายการ ดังรายละเอียดดังนี้

- ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ มี 4 รายการ
- ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มี 9 รายการ
- ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ มี 7 รายการ

6.3 ขั้นปรับปรุงแก้ไข

1. นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความชัดเจน เหมาะสม ความถูกต้องและครอบคลุม โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาต้องมีค่ามากกว่า 0.5

2. ปรับปรุงแบบประเมินตามข้อเสนอแนะตามอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ

6.4 ขั้นนำไปใช้

ได้ประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่เสร็จสมบูรณ์ แล้วจึงนำไปพิมพ์แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับจริงไปใช้ต่อไป

ภาพที่ 3.6 ผังงานแสดงขั้นตอนการพัฒนาประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชา คณิตศาสตร์ 4 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท.

1.2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. รายวิชา คณิตศาสตร์ 4 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อนำไปเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีการนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำทำกิจกรรม ภาระงาน และชิ้นงาน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำการเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต่อไปให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post-test) แล้วจึงนำผลคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท.โดยสถิติ t-test แบบ Independent Sample เพื่อเปรียบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท หรือไม่

5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

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

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง-1 ถึง +1

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.2 ค่าความยากง่ายของข้อคำถาม

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

1.3 ค่าอำนาจจำแนกของข้อคำถาม

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

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

1.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n แทน จำนวนข้อคำถามของแบบทดสอบทั้งฉบับ

p แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูกในข้อนั้นกับผู้เรียนทั้งหมด

q แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบผิดในข้อนั้นกับผู้เรียนทั้งหมด (มีค่าเท่ากับ $1 - p$)

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นสูงจะมีค่าเข้าใกล้ 1.00 โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่เชื่อถือได้ควรจะมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป

2. สถิติที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ผลการศึกษา

2.1 ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean or Mean)

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยหรือตัวกลางเลขคณิต

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$S = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน คะแนนแต่ละตัวอย่าง

N แทน จำนวนข้อมูล หรือขนาดกลุ่มตัวอย่าง

2.4 สูตรที่ใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้สูตร t – test แบบ Independent samples (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2552: 147)

กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม จะเป็นอิสระจากกัน ถ้าได้มาโดยวิธีต่อไปนี้

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

ผู้วิจัยใช้ t - test for independent samples ในเพราะว่า $\sigma^2{}_1 \neq \sigma^2{}_2$ (ในกรณีความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มไม่เท่ากัน)

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

$$d.f. = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

S_1^2, S_2^2 คือ ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

n_1, n_2 คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

d.f. คือ ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

หรือ t - test for independent samples ในเพราะว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (ในกรณีความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มเท่ากัน)

สูตร $$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s_p^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$d.f. = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

s_p^2 คือ ความแปรปรวนรวม (Pooled – Variance T Test)

$n_1 - n_2$ คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

df คือ ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และศึกษาทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม เป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ที่สอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 37 คน และกลุ่มควบคุม ที่สอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ทักษะสะเต็มศึกษาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท

ตอนที่ 2 ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบสมมติฐานของการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม มีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ (ก่อนเรียนและหลังเรียน) ของกลุ่มทดลองที่สอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ปรากฏผลดังนี้

กลุ่มทดลอง	คะแนนเต็ม	N	$\bar{x}$	$S.D.$	t	$sig.$
ก่อนเรียน	20	37	5.7800	1.4168	32.063*	.000
หลังเรียน	20	37	16.1000	1.7124		

*ระดับนัยสำคัญ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ก่อนเรียน ($\bar{x} = 5.78 \ S.D. = 1.4168$) และ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และศึกษาทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม เป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ที่สอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 37 คน และกลุ่มควบคุม ที่สอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ทักษะสะเต็มศึกษาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท

ตอนที่ 2 ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบสมมติฐานของการวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม มีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ (ก่อนเรียนและหลังเรียน) ของกลุ่มทดลองที่สอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาปรากฏผลดังนี้

กลุ่มทดลอง	คะแนนเต็ม	N	$\bar{x}$	$S.D.$	t	$sig.$
ก่อนเรียน	20	37	5.7800	1.4168	32.063*	.000
หลังเรียน	20	37	16.1000	1.7124		

*ระดับนัยสำคัญ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ก่อนเรียน ($\bar{x} = 5.78$ $S.D. = 1.4168$) และ

หลังเรียน ($\bar{x} = 16.10\ S.D. = 1.7124$) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่า หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา มีความผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติสูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ (ก่อนเรียนและหลังเรียน) ของกลุ่มทดลองที่สอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท ปรากฏผลดังนี้

กลุ่มทดลอง	คะแนนเต็ม	N	$\bar{x}$	$S.D.$	t	$sig.$
ก่อนเรียน	20	35	5.57100	1.8674	17.014*	.000
หลังเรียน	20	35	13.6000	1.9281		

*ระดับนัยสำคัญ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนการสอนแบบ สสวท ก่อนเรียน ($\bar{x} = 5.571\ S.D. = 1.8674$) และหลังเรียน ($\bar{x} = 13.60\ S.D. = 1.9281$) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่า หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนการสอนแบบ สสวท มีความผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติสูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา กับกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนการสอนแบบ สสวท ปรากฏผลดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	N	$\bar{x}$	$S.D.$	t	$sig.$
กลุ่มทดลอง	20	37	5.7838	1.4168	.545	.587
กลุ่มควบคุม	20	35	5.5714	1.8674		

*ระดับนัยสำคัญ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง ($\bar{x} = 5.7838\ S.D. = 1.4168$) และกลุ่มควบคุม ($\bar{x} = 5.5714\ S.D. = 1.8674$) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่า ก่อนการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา มีความผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติไม่สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา กับกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนการสอนแบบ สสวท ปรากฏผลดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	N	$\bar{x}$	$S.D.$	t	$sig.$
กลุ่มทดลอง	20	37	16.1080	1.7124	5.843	.000
กลุ่มควบคุม	20	35	13.6000	1.9281		

*ระดับนัยสำคัญ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง ($\bar{x} = 16.108\ S.D. = 1.7124$) และกลุ่มควบคุม ($\bar{x} = 13.600\ S.D. = 1.9281$) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่า หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา มีความผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติสูงกว่าสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 2 ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาที่เกิดจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้แบบประเมินทักษะทางสพเต็มศึกษา ซึ่งเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ โดยพิจารณาทักษะ 4 ด้าน คือ ทักษะด้านวิทยาศาสตร์ ทักษะด้านเทคโนโลยี ทักษะด้านวิศวกรรม และทักษะด้านคณิตศาสตร์ การประเมินเป็นการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยให้ระดับดี มีค่าร้อยละ 70 ปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน

ทักษะสะเต็มศึกษา	**ผลการเรียนรู้**				t	Sig
	ก่อนเรียน		**หลังเรียน**			
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
1. ทักษะทางวิทยาศาสตร์	10.8056	1.2608	15.1389	1.7752	11.043	.000
2. ทักษะทางเทคโนโลยี	10.9167	1.0790	15.4444	1.2749	16.668	.000
3. ทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์	12.3056	2.5947	18.3611	1.3763	12.713	.000
4. ทักษะทางคณิตศาสตร์	10.0556	1.8814	15.2222	.92924	13.944	.000
โดยภาพรวม	**11.0208**	**1.0545**	**16.0417**	**.65602**	**22.810**	**.000**

จากตาราง 5 พบว่า การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ .05

แสดงว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงขึ้น

ตารางที่ 4.6 แสดงคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาหลังเรียน

พฤติกรรม	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$)	S.D.	คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละ)	เกณฑ์เฉลี่ย (μ_0=ร้อยละ 70)	t	df	Sig
ทักษะด้านสะเต็มศึกษา	64.1667	.65602	75.490	59.5	10.67	35	.000

จากตารางที่ 6 พบว่า ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียน ซึ่งประเมินด้วยแบบวัดทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาซึ่งเกิดการเรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่ผู้วิจัยได้ทำขึ้น สูงกว่าระดับดี ($sig = .000 < .05$) เมื่อเทียบเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ส่งผลทำให้ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงขึ้น

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทราบความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 37 คน ที่มีต่อการการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยนำผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ตารางที่ 4.7 ผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	**ค่าเฉลี่ย**	**S.D.**	**แปลผล**
ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้			
1.1 บรรยากาศในการเรียนน่าสนุกสนาน น่าเรียน	4.2162	.82108	มาก
1.2 มีอิสระในการเรียนรู้	3.9459	.81466	มาก
1.3 การเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ	4.2432	.79601	มาก
1.4 นักเรียนกล้าแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิดเห็นกับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน	4.2703	.83827	มาก
โดยภาพรวม ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้	4.1689	.58051	มาก

จากตารางข้างต้นพบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ด้านบรรยากาศในการจัดการ

เรียนรู้ โดยภาพรวมมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาระดับมาก ($\bar{x} = 4.1689\ S.D. = .58051$) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ นักเรียนกล้าแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นกับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน ($\bar{x} = 4.2703\ S.D. = .83827$) รองมาคือ การเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ ($\bar{x} = 4.2432\ S.D. = .79601$) และน้อยที่สุดคือ อิสระในการเรียนรู้ ($\bar{x} = 3.9459\ S.D. = .81466$)

ตารางที่ 4.8 ผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา			
2.1 กิจกรรมมีความน่าสนใจท้าท้ายให้อยากเรียนรู้	4.2973	.81189	มาก
2.2 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจน	4.2973	.84541	มาก
2.3 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก	4.3514	.78938	มาก
2.4 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง	3.9730	.79884	มาก
2.5 นักเรียนอยากให้ใช้กิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่น ๆ	4.3514	.71555	มาก
2.6 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้จักตนเอง	4.1622	.72700	มาก
2.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับกระบวนการเทคโนโลยี	4.0270	.83288	มาก
2.8 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบ	4.0270	.98563	มาก
2.9 การนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจจนผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้อยากเห็น และอยากหาคำตอบ	3.8378	.92837	มาก
โดยภาพรวม ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.1471	.62364	มาก

จากตารางข้างต้นพบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาระดับมาก ($\bar{x} = 4.1471\ S.D. = .62364$) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ นักเรียนอยากให้ใช้กิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่น ๆ ($\bar{x} = 4.3514\ S.D. = .71555$) รองมาคือ กิจกรรมช่วยให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก ($\bar{x} = 4.3514\ S.D. = .78938$) และน้อยที่สุดคือ การนำเข้าสู่

บทเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจจนผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้อยากเห็น และอยากหาคำตอบ ($\bar{x} = 3.8378\ \ S.D. = .92837$)

ตารางที่ 4.9 ผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	**ค่าเฉลี่ย**	**S.D.**	**แปลผล**
3 ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้			
3.1 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน	4.0811	.82927	มาก
3.2 นักเรียนเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	3.8378	.98639	มาก
3.3 นักเรียนทำงานได้อย่างมีระบบและรอบคอบ	4.2162	.91697	มาก
3.4 นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล	4.3784	.72078	มาก
3.5 นักเรียนรู้จักและอยากช่วยเหลือผู้อื่นมากขึ้น	4.1892	.93802	มาก
3.6 นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	4.2162	.78652	มาก
3.7 ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น	4.1892	.73929	มาก
โดยภาพรวม ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้	4.1583	.60869	มาก
โดยภาพรวม	4.1554	.55899	มาก

จากตารางข้างต้นพบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ โดยภาพรวมมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาระดับมาก ($\bar{x} = 4.1554\ S.D. = .55899$) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล ($\bar{x} = 4.3784\ S.D. = .72078$) รองมาคือ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ($\bar{x} = 4.2162\ S.D. = .78652$) และน้อยที่สุดคือ นักเรียนเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{x} = 3.8378\ \ S.D. = .98639$)

ตารางที่ 4.10 ผลการตอบแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	**ค่าเฉลี่ย**	**S.D.**	**แปลผล**
1.ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้	4.1689	.58051	มาก
2.ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.1471	.62364	มาก
3.ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้	4.1583	.60869	มาก
โดยภาพรวม	4.1554	.55899	มาก

จากตารางข้างต้นพบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา โดยภาพรวมพบว่ามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับมาก ($\bar{x} = 4.1554\ S.D. = .55899$) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.1689\ S.D. = .58051$) รองมาคือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ($\bar{x} = 4.1583\ S.D. = .60869$) และน้อยที่สุดคือ ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ($\bar{x} = 4.1471\ \ S.D. = .62364$)

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดจุดมุ่งหมายของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียน ระหว่างนักเรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแบบ สสวท
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

สมมติฐานการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้กำหนดสมมติฐานไว้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท
2. ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5 และห้อง 7 จำนวน 72 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม ซึ่งได้มาโดยสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) แล้วแบ่งเป็น

กลุ่มทดลอง นักเรียน 37 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

กลุ่มควบคุม นักเรียน 35 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยในแต่ละเนื้อหาของบทเรียนแต่ละแผนจะมีการจัดการเรียนรู้ 2 วิธี คือ
   1.1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
   1.2. การจัดการเรียนรู้แบบ สสวท
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียนและหลังเรียน)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดจุดมุ่งหมายของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียน ระหว่างนักเรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแบบ สสวท
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

สมมติฐานการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้กำหนดสมมติฐานไว้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท
2. ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 5 และห้อง 7 จำนวน 72 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม ซึ่งได้มาโดยสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) แล้วแบ่งเป็น

กลุ่มทดลอง นักเรียน 37 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

กลุ่มควบคุม นักเรียน 35 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยในแต่ละเนื้อหาของบทเรียนแต่ละแผนจะมีการจัดการเรียนรู้ 2 วิธี คือ
   1.1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
   1.2. การจัดการเรียนรู้แบบ สสวท
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียนและหลังเรียน)

3. แบบประเมินทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา

4. แบบประเมินความพึงพอใจของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอนแบบ สสวท เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) จำนวน 1 คาบ (คาบซ่อมเสริม) กับนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ

3. ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน โดยใช้เวลาสอน 8 คาบ คาบละ 50 นาที

กลุ่มทดลอง จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

กลุ่มควบคุม จัดการเรียนรู้แบบ สสวท

4. ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) จำนวน 2 คาบ (คาบซ่อมเสริม) กับนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 1 คาบ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน แบบวัดทักษะสะเต็มศึกษาและแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบสะเต็มศึกษา จำนวน 1 คาบ

5. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะสะเต็มศึกษา แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท โดยใช้สถิติ t-test for independent sample

2. เปรียบเทียบทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังจากที่ได้รับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้สถิติ Paired - Sample t test

3. ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

จากการศึกษาในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนการสอบแบบ สสวท. เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะทางสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม จากผลการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยอภิปรายผลตามลำดับดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. มีความแตกต่างกัน โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้

ทั้งนี้อาจเนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านการทำกิจกรรมและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และประกอบกับการบูรณาการสาระวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นช่วยให้นักเรียนมีความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 ที่ไม่ได้เรียนรู้เพียงเนื้อหาสาระ หรือเพื่อเรียนรู้ที่จะสอบวัดความรู้เพียงอย่างเดียว แต่การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั้น ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้จากโจทย์ปัญหาในชีวิตจริงที่ต้องเรียนแบบลงมือปฏิบัติ และตระหนักถึงการเป็นพลเมืองที่ดีของสังคม สอดคล้องกับงานวิจัยของวิจารณ์ พานิช (2555) ซึ่งกล่าวไว้ว่า แนวทางการศึกษาไทยในการเรียนรู้ในศตวรรษใหม่ต้องประกอบด้วย เนื้อหาวิชา ทักษะชีวิต ทักษะและความรักในการเรียนรู้ และทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งทักษะทั้ง 4 ด้าน เป็นสิ่งที่ช่วยสร้างมูลค่าให้กับคนไทยทุกคน หากผู้ปกครองมีความตื่นตัวและหาวิธีให้ได้รับทักษะทั้ง 4 อย่างดีที่สุด ที่เข้าใจถึงปรัชญาในเชิงลึกด้วยตัวอย่างเช่น หากผู้ปกครองและครูพยายามช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะชีวิต (Life Skill) ก็ไม่ใช่หมายถึงการเข้าสังคมหรูหรา หรือการเจรจาต่อรองผลประโยชน์ไม่ให้ใครเอารัดเอาเปรียบแล้ว อีกทั้งยังต้องมีทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งบางครั้งต้องมีบทบาทเป็นผู้นำ บางครั้งก็ต้องรู้จักเป็นผู้ตามที่ดี แน่นอนว่าทุกคนอยากเป็นผู้นำในทุกเรื่อง อยากได้ผลประโยชน์สูงสุด แต่หากตัวเรามีพฤติกรรมแบบนี้ก็ย่อมไม่มีใครอยากทำงานด้วย สุดท้ายการทำโครงงานก็ย่อมต้องล่มสลายอย่างแน่นอน ตัวอย่างเช่น ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศก็ไม่ใช่เพียงใช้ Facebook หรือ line ที่สามารถอัพโหลดรูปเท่านั้น หากยังต้องรู้จักบริหารเวลาในการใช้ให้ดี ไม่หมกมุ่นจนเสียการเรียนหรือใส่ใจกับคำพูดไร้สาระของเพื่อนๆ มากไป ยิ่งไปกว่านั้นยังต้องรู้จักที่จะเป็น “เพื่อน” กับบุคคลที่น่าสนใจ ที่มีสาระความรู้ให้เก็บเกี่ยว ซึ่งในชีวิตจริงเราอาจไม่เคยรู้จักหรือมีต้นทุนในการทำความรู้จักกันสูง และที่สำคัญทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศจำเป็นต้องเชื่อมโยงกับทักษะชีวิต ทักษะวิชา และทักษะการค้นหาข้อมูล เพราะหากเราไม่มีทักษะชีวิตที่ดีพอที่จะควบคุมสมาธิและจิตใจของตัวเราได้แล้ว การมีเครื่องมือเทคโนโลยีสารสนเทศที่ดีก็ย่อมเป็นโทษมากกว่า เมื่อผู้จัดการศึกษามีความเข้าใจถึงบริบทโลกที่เปลี่ยนไป ก็จะเป็นผู้ริเริ่มใน

การปฏิรูปการศึกษา โดยผู้เรียนในศตวรรษใหม่ต้องเรียนรู้จากโจทย์ปัญหาชีวิตจริง (Project Base Learning: PBL) ต้องเรียนแบบลงมือปฏิบัติจริง และออกไปรับใช้สังคม และสอดคล้องกับงานวิจัยของพลศักดิ์ แสงพรมศรี, ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล (2558) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้แบบวัดทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา พบว่า ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาโดยรวมหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของมานะ อินทรสว่าง (2556: 35) พบว่า ทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาของนักเรียน ที่ได้ประเมินจากแบบวัดทักษะสะเต็มศึกษาซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง สูงกว่าระดับดี

3. ความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก คือ เน้นวิธีการทำงานแบบกลุ่ม และก่อให้เกิดทักษะการแก้ปัญหา และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงสาระวิชาต่างๆ ในการแก้ปัญหาได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับชนกนันท์ พะสุโร (2557) นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21

ทั้งนี้จากการจัดการเรียนแบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ผ่านชิ้นงาน กระบวนการกลุ่ม และยังบูรณาการกับกลุ่มสาระวิชาต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่กว้างมากขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในแบบเดิมๆ มักจะสอนในเนื้อหาสาระรายวิชาใดวิชาหนึ่งเท่านั้น โดยส่วนมากจะเน้นการสอนเชิงบรรยาย ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษามีความโดดเด่น มีความน่าสนใจมากขึ้น อีกทั้งยังมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิจารณ์ พานิช (2555: 16-21) ได้กล่าวถึงทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ต้องประกอบด้วย 1) ความรู้เกี่ยวกับโลก 2) ความรู้เกี่ยวกับการเงินเศรษฐศาสตร์ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ 3) ความรู้ด้านการเป็นพลเมืองที่ดี 4) ความรู้ด้านสุขภาพ และ 5) ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม และสอดคล้องกับ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2552) ได้กล่าวถึงเป้าหมายยุทธศาสตร์การปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สองซึ่งเป็นคุณภาพการศึกษา ไว้ดังนี้ 1. คนไทยและการศึกษาไทยมีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล 2. คนไทยใฝ่รู้ : สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง รักการอ่านและแสวงหาความรู้ 3. คนไทยใฝ่ดี : มีคุณธรรมพื้นฐาน มีจิตสำนึกและค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นประโยชน์ส่วนรวม มีจิตสาธารณะ มีวัฒนธรรมประชาธิปไตย 4. คนไทยคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาได้ : มีทักษะในการคิดและปฏิบัติ มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความสามารถในการแข่งขัน เห็นได้ชัดว่า สะเต็มศึกษามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เช่น ความรู้ ทักษะและประสบการณ์ทางด้านสะเต็ม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการประกอบอาชีพในอนาคน สามารถนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้ สามารถสร้างโลกที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มมากขึ้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความหมายของการเรียนรู้และอยากที่จะเรียนรู้มากขึ้น และส่งผล

ต่อเจตคติในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ในภายภาคหน้าเพิ่มขึ้น (พลศักดิ์ แสงพรมศรี, 2558)

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามสาระวิชา ซึ่งประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ดังนั้น ความรู้พื้นฐานของแต่ละวิชาจึงเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียน ครูผู้สอนควรเตรียมความรู้พื้นฐานของผู้เรียนให้พร้อมก่อนที่จะจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีลักษณะการสอนตามแนวทางทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) ดังนั้น ครูผู้สอนควรนำวิธีการสอนตามแนวทางทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) มาปรับให้สอดคล้องกับการเรียนการสอน พร้อมทั้งใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยเพื่อให้เกิดความสะดวกในการสืบค้น พร้อมทั้งใช้กระบวนการทางวิศวกรรมในการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน

3. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) การวางแผนและพัฒนา 4) การทดสอบและประเมินผล 5) การนำเสนอผลลัพธ์

4. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนต้อง

   4.1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีได้อย่างทั่วถึงและใช้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์

   4.2. คอยอำนวยความสะดวก และคอยแนะนำให้กับนักเรียนในการเข้าถึงข้อมูลและใช้ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

   4.3. ร่วมมือกับครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อร่วมกันออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา

5. ครูควรกำหนดเวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมและเวลาในการซักถามได้อย่างเพียงพอ

6. ในการจัดกลุ่มของการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษา เมื่อจบกิจกรรมแต่ละกิจกรรม ควรให้นักเรียนได้เปลี่ยนกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้สร้างความสัมพันธ์ ความคุ้นเคยกับเพื่อนคนอื่นๆ ในห้องเรียน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในห้องเรียนมากขึ้น

7. ครูผู้สอนต้องดูแลนักเรียนให้ทั่วถึงทุกกลุ่ม และให้คำแนะนำช่วยเหลือกับกลุ่มนักเรียนที่มีปัญหาและตรวจสอบความถูกต้อง

8. ครูผู้สอนควรเตรียมการสอนเป็นอย่างดี พร้อมทั้งเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาให้ครบถ้วนและมีความสอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอื่นๆ

2. ควรมีการศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจคติต่อการเรียน ทักษะการทำงานกลุ่มและความคงทนในการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบอื่นๆ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รายการอ้างอิง

กรมวิชาการ. (2546). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษรไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

คณาจารย์ ภาควิชาสถิติ. (2549). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย โดยใช้โปรแกรม SPSS. นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร**.

จารีพร ผลมูล. (2557). “การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอ จังหวัดชุมพร”. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ฉลองรัตน์ พารีสอน และคณะ. (2553). “การพัฒนาชุดกิจกรรมด้วยวิธีการสอนแบบ SSCS เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัธ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”. สารนิพนธ์การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การศึกษามหาบัญฑิตสาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชนกนันท์ พะสุโร. (2557). “ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อหินจังหวัดยะลา”. งานวิจัยในชั้นเรียน.

ชาตรี สำราญ. (2544). **วิจัยในชั้นเรียนสำหรับผู้เริ่มเรียน**. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี -สฤษดิ์วงศ์.

โชติกา ภาษีผล. (2554). **การสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา แขมมณี. (2555). **ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 15. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธำรง บัวศรี. (2532). ทฤษฎีหลักสูตร การออกแบบและพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คุรุสภา.

นันทวัน คำสียา. (2551). “การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบ LT การเรียนรู้แบบ KWL และการเรียนรู้แบบ SSCS”. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

นิยุบล จารย์โพธิ์. (2548). “ความคิดเห็นของครูที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน และแนวทางในการส่งเสริมการเรียนการสอนสาระเศรษฐศาสตร์ โรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสังคมศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปรวี อ่อนสอาด. (2556). “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับการสอนตามปกติ”. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกูล และสุภาพ ฉัตราภรณ์. (2555). **การออกแบบการวิจัย**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). **STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21**. วารสารนักบริหาร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, หน้า49-56.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. (2555). **วิธีการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 8.กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2557). “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ”. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar, Basanti. (2544). **การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา**. กรุงเทพฯ: ธนาเพรส แนด์ กราฟฟิค.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข และราเชน มีศรี. (2549). **การสอนคิดด้วยโครงงาน**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภัทรรัตน์ แสงเดือน. (2553). “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4”. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.

มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556) .“สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม”. **นิตยสาร สสวท**, (พฤศจิกายน-ธันวาคม), 14-18.

มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556). “การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์หรือ “สะเต็ม”.สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย”. **นิตยสาร สสวท**, (มกราคม-ธันวาคม), 19.

มัณฑรา ธรรมบุศย์. (2545, กุมภาพันธ์). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem – Based Learning). **วารสารวิชาการ**. 5(2): 11-17.

มานะ อินทรสว่าง. (2556). “รายงานการใช้นวัตกรรม ชุดทดลองสำหรับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง”. **วิจัยในชั้นเรียน**.

มาลัย สิงหะ. (2554). **การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอนแบบโครงงาน**. กรุงเทพฯ: กองทุนรางวัลเกียรติยศแห่งวิชาชีพครู.

เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล. (2557). “ผลการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCSE ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชิณีบูรณะ”. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

รักษพล ธนานุวงศ์. (2556). **รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education. (ออนไลน์)**. ได้จาก: http://secondsci.ipst.ac.th/images/article/2 0 1 3 _2 / stem_workshop_report.pdf (สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2558).

รักษพล ธนานุวงศ์. (2556). **เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ**. สสวท. 41(182): 15-20.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). **พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2542**. สำนักพิมพ์: นานมีบุ๊ค พับลิเคชั่นส์.

รุ่ง แก้วแดง. (2541: 6). **การนำภูมิปัญญาไทยเข้าระบบสู่การศึกษา**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม. (2555). **หลักสูตรโรงเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ม.ปลาย**. สำนักพิมพ์: โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม

ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: ศุนย์ส่งเสริมวิชาการ.

วนิดา อารมณ์เพียร. (2552). “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง การหารทศนิยม และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD และเทคนิค TGT”. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

วัฒนา รัตนพรหม. (2548). “การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก”. **วารสารวิชาการ**. 20(1): 33-39.

วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิถีการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

วิชัย ดิสสระ. (2533). **การพัฒนาหลักสูตรและการสอน**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). **คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา**.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). “สะเต็มศึกษา STEM Education”.

สมเกียรติ เพ็ญทอง. (2556). **STEM Education สะเต็มศึกษา นวัตกรรมการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. (ออนไลน์). ได้จาก **http://www.krusmart.com/stem-education-innovation-thailand/#sthash.0SeldtW8.dpuf** (สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2558).

สมจิตร หงส์ษา. (2551). “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเซตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการสอนด้วยเทคนิคเอส ที เอ ดี (STAD) กับการสอนปกติ”. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

สสวท STEM Education “สะเต็มศึกษา (STEM Education)”.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2556). **แนงทางการจัดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสมรรถนะทางสาขาวิชาชีพ**.

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

สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย. (2558). **แนวทางการจัดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสมรรถนะทางสาขาวิชาชีพ**. หน้า 30-38.

สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ. (2553). **การเปลี่ยนแปลงโลกของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และการพัฒนาสู่ “ครูมืออาชีพ”**.สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

สุริยันต์ สายหงส์. (2550). “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ 4 MATH และแบบ CIPPA”. ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อดิเรก เฉลียวฉลาด. (2550). “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิค K-W-D-L กับการสอนปกติ”. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

อภิสิทธิ์ ธงไทย. (2556). **สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา**. สมาคมครูวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 19(มกราคม-ธันวาคม), 15-18.

อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). “การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3”. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.

อารีรัตน์ ศิริ. (2552). “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนของการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ TGT เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชุมชนวัดศรีดงเย็น สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 3”. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

Breiner, J.M., Carla, C.J., Harkness, S.S. and Koehler, C.M. (2012). What is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. School Science and Mathematics, 112(1), 3-11.

Bybee, R.W. (2013). The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. Virginia: National Science Teacher Association Press.

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

Jamie Cromack; & Wilhemina Savenye. (2007). Learning about Learning in Computational Science and Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education.

Kenneth Ruthven and other. (2006). Effecting Principled Improvement in STEM Education: Research-based pedagogical development for student engagement and learning in early secondary-school physical science and mathematics. Cambridge University.

Lantz, H.B. (2009). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education Whay Form? What Function? (online). Available from: **https://dornsife.usc.edu/assets/sites/1/docs/jep/STEMEducationArticle.pdf** (Cited 1 December 2015).

Mehren, W.A.; & Lehmann, I.J. (1976). Measurement and Evaluation in Education and Psychology. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.

O’Neil, T.L., Yamagata, J.Y. and Togioka, S. (2012). Teaching STEM Means Teacher Learning. Phi Delta Kappan, 94(1), 36-40.

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.

Vasquez, J.A., Sneider, C., and Comer, M. (2013). STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics, p.38.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์	ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
2. ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์	ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน
3. อาจารย์ ดร.กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล	ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน
4. อาจารย์รัชต์วิชช์ มิตรอัครสิน	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม
5. อาจารย์บุษกร เอี๊ยวเจริญ	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม
6. อาจารย์พรพิไร แก้วสมบัติ	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม จังหวัดนครปฐม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคผนวก ข

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบ สสวท.
เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ **โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม**
ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 **ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558**
รหัสวิชา ค 32102 คณิตศาสตร์ 4 **เวลา 6 ชั่วโมง**
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ
แผนการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วนตรีโกณมิติ การหาค่าและ
การใช้ค่าตรีโกณมิติของมุมบางมุม **ผู้สอน นายวรรณธนะ ปัดชา**

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

- คณิตศาสตร์ (M)
  สาระที่ 2 การวัด
  มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดสิ่งของที่ต้องการวัด
  สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
  มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- วิทยาศาสตร์ (S)
  สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
  มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน
- การงานอาชีพและเทคโนโลยี (T)
  สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
  มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

<u>การบูรณาการความรู้กับวิศวกรรมศาสตร์</u>

- วิศวกรรมศาสตร์ (E)
  การบูรณาความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จะเกี่ยวกับการออกแบบ (design) วางแผน (planning) การแก้ปัญหา (problem solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่างๆ มาสร้างสรรค์ผลงาน ภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (constraints and criteria) ที่กำหนด

1.แนวคิดหลัก

ในกิจกรรมจะได้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุมภายในมีขนาด 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา ใช้ทักษะด้านเทคโนโลยีในการสืบค้นหาความรู้ ใช้ทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ในการสร้างวงกลมหนึ่งหน่วย ใช้ทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาค่าและใช้ค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมบางมุม

2. สาระสำคัญ

ตรีโกณมิติ (Trigonometry) หมายถึงการวัดรูปสามเหลี่ยม ได้มีการนำความรู้วิชาตรีโกณมิติไปใช้ในการหาระยะทาง พื้นที่ มุม และทิศทางที่ยากแก่การวัดโดยตรง เช่น การหาความสูงของภูเขา การหาความกว้างของแม่น้ำ เป็นต้น

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 **ความรู้ (K):** นักเรียนสามารถ

1. หาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมที่กำหนดให้จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้
2. นำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา ไปใช้ได้
3. นำความสัมพันธ์ของด้าน ความสัมพันธ์ของมุม และความสัมพันธ์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ได้

3.2 ทักษะกระบวนการ (P): นักเรียนสามารถ

1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
2. มีความสามารถในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งความสามารถในการสื่อสาร
3. มีการบูรณาการความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

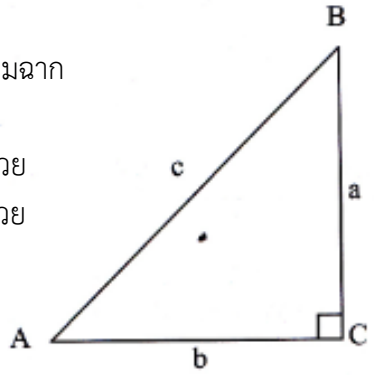
3.3 **คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A):** นักเรียน

1. มีจิตสาธารณะ
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. มุ่งมั่นในการทำงาน

4. สาระการเรียนรู้

อัตราส่วนตรีโกณมิติ

พิจารณารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่มีมุม C เป็นมุมฉาก



AB เป็นด้านที่อยู่ตรงข้ามมุมฉาก ยาว c หน่วย
BC เป็นด้านที่อยู่ตรงข้ามมุม A ยาว a หน่วย
AC เป็นด้านประชิดมุม A ยาว b หน่วย

อัตราส่วนของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่สัมพันธ์กับมุม A จะได้

1. sine A (ไซน์ของมุม A) หรือเขียนย่อว่า sin A หาได้จาก

$$\sin A = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } A}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}} = \frac{a}{c}$$

2. cosine A (โคไซน์ของมุม A) หรือเขียนย่อว่า cos A หาได้จาก

$$\cos A = \frac{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } A}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}} = \frac{b}{c}$$

3. tangent A (แทนเจนต์ของมุม A) หรือเขียนย่อว่า tan A หาได้จาก

$$\tan A = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } A}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } A} = \frac{a}{b}$$

4. secant A (ซีแคนต์ของมุม A) หรือเขียนย่อว่า sec A หาได้จาก

$$\sec A = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } A} = \frac{c}{b}$$

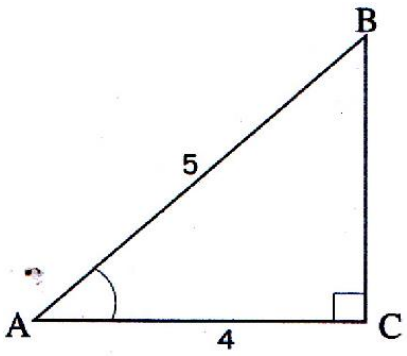
5. cosecant A (โคซีแคนต์ของมุม A) หรือเขียนย่อว่า cosec A หาได้จาก

$$\text{cosec } A = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } A} = \frac{c}{a}$$

6. cotangent A (โคแทนเจนต์ของมุม A) หรือเขียนย่อว่า cot A หาได้จาก

$$cot A = \frac{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } A}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } A} = \frac{b}{a}$$

ตัวอย่าง กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC ดังรูป



จงหา

(1) sin A (2) cos A

(3) tan A (4) sec A

(5) cosec A (6) cot A

วิธีทำ จากรูปสามเหลี่ยม ABC โดยมีมุม C เป็นมุมฉาก

จากทฤษฎีบทพีทาโกรัสจะได้ $AB^2 = AC^2 + BC^2$

จะได้ $5^2 = 4^2 + BC^2$

$BC^2 = 5^2 - 4^2$

$BC^2 = 25 - 16$

$BC^2 = 9$

ดังนั้น $\mathrm{BC} = 3$ หน่วย

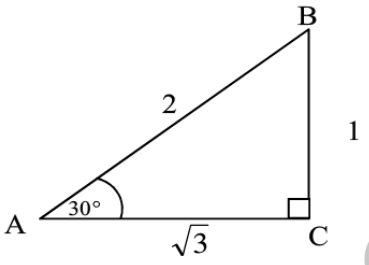
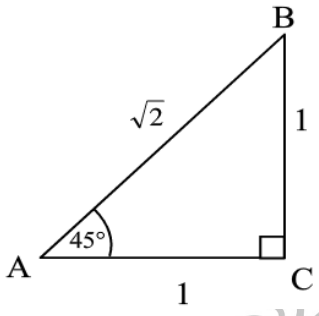
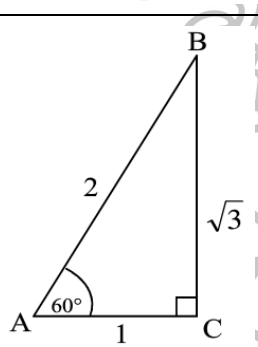
(1) $sin\ A = \frac{3}{5}$ (2) $cos\ A = \frac{4}{5}$

(3) $tan\ A = \frac{3}{4}$ (4) $sec\ A = \frac{5}{4}$

(5) $cosec\ A = \frac{5}{3}$ (6) $cot\ A = \frac{4}{3}$

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 องศา , 45 องศา และ 60 องศา

รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	A	sin A	cos A	tan A	sec A	cosec A	cot A
	30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	2	$\sqrt{3}$
	45°	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	1	$\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$	1
	60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$	2	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$

ตัวอย่าง จงหาค่าของ

(1) $\sin 30^\circ + \cos 60^\circ$ (2) $\tan 45^\circ \sec 60^\circ$

(3) $5 \sin 45^\circ \cot 30^\circ$ (4) $\tan^2 30^\circ + \sec^2 60^\circ$

(5) $2 \sin^3 30^\circ \cos^2 30^\circ$

วิธีทำ (1) $\sin 30^\circ + \cos 60^\circ = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$

$= 1$

(2) $\tan 45^\circ \sec 60^\circ = (1)(2)$

$= 2$

(3) $5\sin 45^\circ \cot 30^\circ = 5\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)\left(\sqrt{3}\right)$
$= \frac{5\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$
$= \frac{5\sqrt{6}}{2}$

(4) $\tan^2 30^\circ + \sec^2 60^\circ = \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 + (2)^2$
$= \frac{1}{3} + 4$
$= 4\frac{1}{3}$

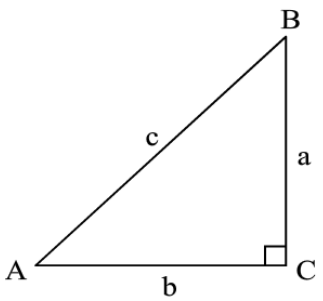
(5) $2\sin^3 30^\circ \cos^2 30^\circ = 2\left(\frac{1}{2}\right)^2\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2$
$= 2\left(\frac{1}{4}\right)\left(\frac{3}{4}\right)$
$= \frac{3}{8}$

ตัวอย่าง จงหาค่า x จากสมการ
$x^2 \tan 45^\circ \sec 60^\circ - 11x \cot 60^\circ \sin 60^\circ \operatorname{cosec} 30^\circ = 6$

วิธีทำ $x^2 \tan 45^\circ \sec 60^\circ - 11x \cot 60^\circ \sin 60^\circ \operatorname{cosec} 30^\circ = 6$
$x^2(1)(2) - 11x\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(2) = 6$
$2x^2 - 11x - 6 = 0$
$(2x+1)(x-6) = 0$
จะได้ $2x + 1 = 0$ หรือ $x - 6 = 0$
ดังนั้น $x = \left\{-\frac{1}{2}, 6\right\}$

ความสัมพันธ์ของด้าน ความสัมพันธ์ของมุม และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ

1. ความสัมพันธ์ของด้าน

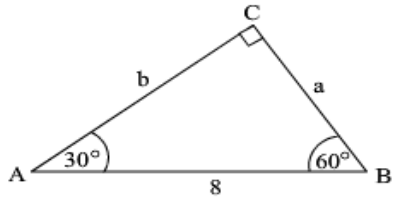


ให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุม C เป็นมุมฉาก

$$\sin A = \frac{a}{c} = \cos B$$

$$\cos A = \frac{b}{c} = \sin B$$

$$\tan A = \frac{a}{b} = \frac{1}{\left(\frac{b}{a}\right)} = \frac{1}{\tan B}$$



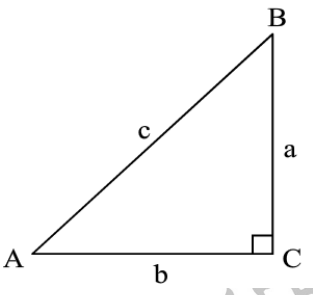
ตัวอย่างเช่น จากรูป

$$\sin 30^\circ = \frac{a}{8} = \cos 60^\circ$$

$$\cos 30^\circ = \frac{b}{8} = \sin 60^\circ$$

$$\tan 30^\circ = \frac{a}{b} = \cot 60^\circ = \frac{1}{\tan 60^\circ}$$

2. ความสัมพันธ์ของมุม



จากรูปมุม A และ B มีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$\hat{A} = 90^\circ - \hat{B}$$

$$\hat{B} = 90^\circ - \hat{A}$$

จาก $\sin A = \cos B$ จะได้ $\sin A = \cos(90^\circ - \hat{A})$

จาก $\cos A = \sin B$ จะได้ $\cos A = \sin(90^\circ - \hat{A})$

จาก $\tan A = \frac{1}{\tan B}$ จะได้ $\tan A = \frac{1}{\tan(90^\circ - \hat{A})}$

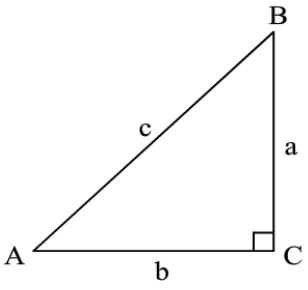
ตัวอย่างเช่น $\sin 30^\circ = \cos(90^\circ - 30^\circ) = \cos 60^\circ$

$\cos 30^\circ = \sin(90^\circ - 30^\circ) = \sin 60^\circ$

$\tan 30^\circ = \frac{1}{\tan(90^\circ - 30^\circ)} = \frac{1}{\tan 60^\circ} = \cot 60^\circ$

3. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ

ให้ a, b, c เป็นความยาวของด้าน BC, AC และ AB ตามลำดับ ดังรูป



พิจารณารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

1. พิจารณา $\frac{a}{c} \cdot \frac{c}{a} = 1$

   เนื่องจาก $\frac{a}{c} = \sin A$ และ $\frac{c}{a} = \operatorname{cosec} A$

   ดังนั้น $\sin A \cdot \operatorname{cosec} A = 1$

2. พิจารณา $\frac{b}{c} \cdot \frac{c}{b} = 1$

   เนื่องจาก $\frac{b}{c} = \cos A$ และ $\frac{c}{b} = \sec A$

   ดังนั้น $\cos A \cdot \sec A = 1$

3. พิจารณา $\frac{a}{b} \cdot \frac{b}{a} = 1$

   เนื่องจาก $\frac{a}{b} = \tan A$ และ $\frac{b}{a} = \cot A$

   ดังนั้น $\tan A \cdot \cot A = 1$

4. เนื่องจาก $\frac{\frac{a}{c}}{\frac{b}{c}} = \frac{a}{b}$

   ดังนั้น $\frac{\sin A}{\cos A} = \tan A$

5. เนื่องจาก $\frac{\frac{b}{c}}{\frac{a}{c}} = \frac{b}{a}$

   ดังนั้น $\frac{\cos A}{\sin A} = \cot A$

6. พิจารณา $\sin^2 A + \cos^2 A = \left(\frac{a}{c}\right)^2 + \left(\frac{b}{c}\right)^2$

   $= \frac{a^2 + b^2}{c^2}$

   $= \frac{c^2}{c^2} \quad ; c^2 = a^2 + b^2$

   $= 1$

   ดังนั้น $\sin^2 A + \cos^2 A = 1$

มหาวิทยาลัยศิลปากร

7. พิจารณา $1+\tan^2 A = 1+\left(\frac{a}{b}\right)^2$

$$= \frac{b^2+a^2}{b^2}$$

$$= \frac{c^2}{b^2} \quad ; c^2 = a^2+b^2$$

$$= \frac{1}{\frac{b^2}{c^2}}$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{b}{c}\right)^2}$$

$$= \frac{1}{(\cos A)^2}$$

$$= \sec^2 A$$

ดังนั้น $1+\tan^2 A = \sec^2 A$

8. พิจารณา $1+\cot^2 A = 1+\left(\frac{b}{a}\right)^2$

$$= \frac{a^2+b^2}{a^2}$$

$$= \frac{c^2}{a^2} \quad ; c^2 = a^2+b^2$$

$$= \frac{1}{\frac{a^2}{c^2}}$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{a}{c}\right)^2}$$

$$= \frac{1}{(\sin A)^2}$$

$$= \operatorname{cosec}^2 A$$

ดังนั้น $1+\cot^2 A = \operatorname{cosec}^2 A$

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตัวอย่างที่ 1 กำหนด $\tan A = \frac{5}{12}$ จงหาค่า $\frac{12\sin A+3\cos A}{4\sin A-9\cos A}$

วิธีทำ

$$\frac{12\sin A+3\cos A}{4\sin A-9\cos A} = \frac{\frac{12\sin A}{\cos A}+\frac{3\cos A}{\cos A}}{\frac{4\sin A}{\cos A}-\frac{9\cos A}{\cos A}}$$

$$= \frac{12\tan A + 3}{4\tan A - 9}$$

$$= \frac{12\left(\frac{5}{12}\right)+3}{4\left(\frac{5}{12}\right)-9}$$

$$= \frac{5+3}{\frac{5}{3}-9}$$

$$= \frac{8}{-\frac{22}{3}}$$

$$= -\frac{12}{11}$$

ตัวอย่างที่ 2 จงหาค่าของ

1. $\tan 20^\circ \cot 20^\circ$
2. $\sin 40^\circ \sec 50^\circ$
3. $\cos^2 15^\circ + \cos^2 75^\circ$

วิธีทำ

1. $\tan 20^\circ \cot 20^\circ = \tan 20^\circ \cdot \frac{1}{\tan 20^\circ}$

$$= 1$$

2. $\sin 40^\circ \sec 50^\circ = \sin 40^\circ \cdot \frac{1}{\sec 50^\circ}$

$$= \sin 40^\circ \cdot \frac{1}{\sin(90^\circ - 50^\circ)}$$

$$= \sin 40^\circ \cdot \frac{1}{\sin 40^\circ}$$

$$= 1$$

3. $\cos^2 15^\circ + \cos^2 75^\circ = \cos^2 15 + \sin^2(90^\circ - 75^\circ)$

$$= \cos^2 15^\circ + \sin^2 15^\circ$$

$$= 1$$

5. หลักฐานการเรียนรู้ของนักเรียน

1. กิจกรรม STEM : ข้างจะขึ้น แรมจะมา
2. การตอบคำถามและการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน

6. กิจกรรมการเรียนการรู้

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ขั้นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน

1. ก่อนเริ่มทำการเรียนการสอน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ครูผู้สอนจะต้องเตรียมความพร้อมของนักเรียนโดยการให้นักเรียนไปศึกษาล่วงหน้าดังนี้
   (1) ชมคลิปวีดีโอบทนำตรีโกณมิติ จาก youtube ซึ่งอยู่ที่ https://www.youtube.com/watch?v=0G93JUTV9oE
   (2) ชมคลิปวีดีโอทบทวนสามเหลี่ยมคล้าย จาก youtube ซึ่งอยู่ที่ https://www.youtube.com/watch?v=Oq1mGkqUU3U
   (3) ชมคลิปวีดีโอการหาค่าตรีโกณมิติ โดยใช้มือ https://www.youtube.com/watch?v=tA1TqPGCPNk
   (4) ชมคลิปวีดีโอวงกลมหนึ่งหน่วย จาก youtube ซึ่งอยู่ที่ https://www.youtube.com/watch?v=SWIqxs3txAI
   (5) ชมคลิปวีดีโอทบทวนทฤษฎีบทพีทาโกรัสและอัตราส่วนตรีโกณมิติ จาก youtube ซึ่งอยู่ที่ https://www.youtube.com/watch?v=fv68AtHYLs4
   (6) ชมคลิปวีดีโอปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลกดวงอาทิตย์และดวงจันทร์จาก youtube ซึ่งอยู่ที่ https://www.youtube.com/watch?v=WM376BnK9CY

   แล้วให้นักเรียนแต่ละคนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาทั้ง 6 คลิป ในรูปของผังมโนทัศน์ในกระดาษ A4 พร้อมตกแต่งให้สวยงาม

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นการประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียน

2. หัวข้อในการประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียน มีดังนี้
   (1) ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมคล้าย
   (2) ความเข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลกดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ (วิทยาศาสตร์)

(3) ความเข้าใจอัตราส่วนตรีโกณมิติ ความสัมพันธ์ของมุม ความสัมพันธ์ของด้าน และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ

โดยการทดสอบความรู้ความเข้าใจจากการทำแบบทดสอบ และทำการประเมินจากผังมโนทัศน์ที่นักเรียนส่ง หลังจากที่ได้รับชมคลิปวีดีโอที่ได้รับมอบหมาย พร้อมทั้งตั้งคำถามและอภิปรายร่วมกัน

ชั่วโมงที่ 3-4

ขั้นการบรรยายให้ความรู้และสาธิตการใช้อุปกรณ์

3. หลังจากผู้เรียนได้ตอบคำถามและอภิปรายเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ ความสัมพันธ์ของมุม ความสัมพันธ์ของด้าน และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติแล้ว เพื่อความเข้าใจตรงกัน ครูผู้สอนอาจให้ข้อเสนอแนะกับนักเรียนก่อนเริ่มทำกิจกรรมต่อไป

4. ให้นักเรียนศึกษาจากใบความรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยครูผู้สอนคอยตรวจสอบหรือให้คำแนะนำนักเรียนเพิ่มเติม ในกรณีที่นักเรียนไม่เข้าใจ

5. ครูสุ่มถามนักเรียนโดยอาจตั้งโจทย์ใกล้เคียงกับตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเพิ่มเติม

6. ครูเพิ่มเติมโจทย์ ตัวอย่างที่ 1 – 7 ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้ อัตราส่วนตรีโกณมิติ ความสัมพันธ์ของมุม ความสัมพันธ์ของด้าน และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่ครูแจกให้ จากนั้นอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการหาคำตอบทั้งนี้อาจให้นักเรียนร่วมกันแสดงวิธีการในการหาคำตอบร่วมด้วย และเน้นเฉพาะที่นักเรียนยังเข้าใจผิดพลาด

นักเรียนร่วมกันสรุปอัตราส่วนตรีโกณมิติ ความสัมพันธ์ของมุม ความสัมพันธ์ของด้าน และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยมีครูให้คำแนะนำ

ชั่วโมงที่ 5-6

ขั้นสร้างชิ้นงานตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

7. ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์

โดยครูผู้สอนแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน แบบคละความสามารถ

1. ครูอธิบายวงกลมหนึ่งหน่วย จุดปลายของส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วย
2. สร้างเครื่องมือบอกข้างขึ้นข้างแรม พร้อมทั้งระบุลักษณะของดวงจันทร์ จุดปลายของส่วนโค้งที่ยาว θ หน่วย และค่ามุม
3. กิจกรรม STEM : ข้างจะขึ้น แรมจะมา ใช้เวลาในการทำกิจกรรม 1 ชั่วโมง 30 นาที

8. ในระหว่างการทำกิจกรรม ครูผู้สอนติดตามความก้าวหน้าของชิ้นงานและคอยให้คำแนะนำในการสร้างชิ้นงาน พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการทำกิจกรรมด้วย

9. หลังจากทำกิจกรรมเสร็จ ครูผู้สอนช่วยตรวจสอบผลการทำกิจกรรมพร้อมทั้งมอบหมายงานให้นักเรียนทำการสรุปอัตราส่วนตรีโกณมิติและสรุปสมบัติบางประการของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

ขั้นนำเสนอชิ้นงาน

10. ในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนจะได้ตรวจสอบการใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยครูผู้สอนสุ่มกลุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม STEM : ข้างจะขึ้น แรมจะมา

11. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงทักษะและความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ สสวท

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูแนะนำบทเรียนนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับอัตราส่วนของความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มีชื่อเรียกว่า ไซน์ (sine) โคไซน์ (cosine) และแทนเจนต์ (tangent) และเรียกอัตราส่วนทั้งสามนี้ว่า อัตราส่วนตรีโกณมิติ

2. การหาค่าของอัตราสวนตรีโกณมิติของมุมแหลมของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากในหนังสือเรียนได้เสนอมุมแหลมที่มีขนาดต่างกันและมุมแหลมที่มีขนาดเท่ากันที่เกิดจากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากสองรูปที่คล้ายกัน ซึ่งผู้สอนอาจทบทวนความรู้เรื่องรูปสามเหลี่ยมคล้าย

ขั้นปฏิบัติการ

3. ครูผู้สอนกำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากสองรูปที่คล้ายกันและกำหนดความยาวของด้านแต่ละด้าน หลังจากนั้นให้ผู้เรียนหาอัตราส่วนของความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากแต่ละรูปแล้วเขียนอัตราส่วนที่เท่ากันของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากสองรูปนั้น ให้ครบทั้งสามคู่ ทั้งนี้อาจให้นักเรียนร่วมกันแสดงวิธีการในการหาคำตอบร่วมด้วย

4. นำเสนอ 1 – 2 ตัวอย่าง ในการหาความยาวหรือระยะทางโดยใช้สามเหลี่ยมคล้าย อาจให้นักเรียนออกมาเขียนแสดงบนกระดาน จากนั้นร่วมกันอภิปรายขั้นตอนในการคำนวณโดยใช้สามเหลี่ยมคล้ายจากนั้นให้นักเรียนหาคำตอบร่วมด้วย

ขั้นสรุปบทเรียน

5. ร่วมกันสรุปแนวคิดของสามเหลี่ยมคล้าย

6. ให้นักเรียนสรุปขั้นตอนในการหาความสัมพันธ์ต่างๆ ของสามเหลี่ยมคล้าย

ชั่วโมงที่ 3 – 4

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูผู้สอนถามผู้เรียนในประเด็นต่อไปนี้

1.1 เมื่อกำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากสองรูปที่ต่างกันแต่มีขนาดของมุมเท่ากัน ผู้เรียนคิดว่าอัตราส่วนของความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากสองรูปนี้จะเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

1.2 อัตราส่วนของความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปมีอัตราส่วนใดบ้างที่เท่ากันและจะเท่ากันเสมอไปหรือไม่ ไม่ว่าจะกำหนดความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมเป็นเท่าใดก็ตาม

ขั้นปฏิบัติการ

2. จากนั้นผู้สอนจึงให้ผู้เรียนหาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติโดยใช้การวัดความยาวของด้านรูปสามเหลี่ยม เพื่อหาข้อสรุปว่า อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมที่มีขนาดเท่ากันจะมีค่าเท่ากัน

3. ผู้สอนชี้แจงบทนิยามของอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ (sine) โคไซน์ (cosine) และแทนเจนต์ (tangent) ที่นิยามโดยใช้อัตราส่วนของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

4. ครูนำเสนอโจทย์ตามตัวอย่างที่ 1 และ 3 จากนั้นอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการหาคำตอบ ทั้งนี้อาจให้นักเรียนร่วมกันแสดงวิธีการในการหาคำตอบร่วมด้วย

5. นำเสนอตัวอย่างที่ 2 และ 4 จากนั้นให้นักเรียนหาคำตอบด้วยตนเอง

ขั้นสรุปบทเรียน

6. นักเรียนร่วมกันสรุปและนำเสนอในรูปของผังมโนทัศน์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

7. นักเรียนอภิปรายความเหมือนหรือความแตกต่างของโจทย์ในตัวอย่างที่ 1 - 4 รวมทั้งความเหมือนหรือแตกต่างของขั้นตอนในการแก้ปัญหาเพิ่มเติม

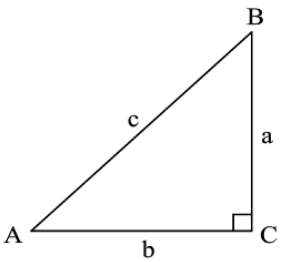
ชั่วโมงที่ 5 – 6

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ทบทวนความรู้เรื่องสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกัน ผู้สอนชี้แจงบทนิยามของอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ (sine) โคไซน์ (cosine) และแทนเจนต์ (tangent) ที่นิยามโดยใช้อัตราส่วนของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และผู้สอนควรเน้นให้ผู้เรียนบอกชื่อให้ชัดเจนว่ากำลังกล่าวถึงอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมใด

ขั้นปฏิบัติการ

2. ครูนำเสนอโจทย์ตามตัวอย่างที่ 1 ให้ผู้เรียนสังเกตรูปสามเหลี่ยมมุมฉากต่อไปนี้ และใช้ความหมายของอัตราส่วนตรีโกณมิติเพื่อแสดงค่าของ $\sin A, \sin B, \cos A, \cos B, \tan A$ และ $\tan B$ ซึ่งผู้เรียนควรสรุปได้ว่า $\sin A = \cos B, \cos A = \sin B$ และ $\tan A = \frac{1}{\tan B}$ ถ้าให้ผู้เรียนสังเกตว่าขนาดของมุม A คือ ขนาดของมุมฉากลบด้วยขนาด



ของมุม B หรืออาจเขียนได้ว่า $\sin A = \cos(90^\circ - A)$ เช่น $\sin 30^\circ = \cos(90^\circ - 30^\circ) = \cos 60^\circ$

3. ครูนำเสนอโจทย์ตามตัวอย่างที่ 9 จากนั้นอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการหาคำตอบทั้งนี้อาจให้นักเรียนร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบร่วมด้วย

ขั้นสรุปบทเรียน

4. นักเรียนร่วมกันสรุปและนำเสนอในรูปของผังมโนทัศน์ของสมบัติบางประกาศของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

5. ครูนำเสนอหลักเกณฑ์สำคัญของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

7. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 (สสวท)
2. แบบฝึกหัดและประเมินผลการเรียนรู้ คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เล่ม 2
3. แหล่งค้นคว้าอื่นๆ เช่น ใบความรู้ อัตราส่วนตรีโกณมิติ ใบความรู้ ข้างขึ้นข้างแรม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

8.1. ด้านความรู้

วิธีการประเมิน
1. พิจารณาจากคะแนนแบบฝึกหัด
2. พิจารณาจากการตอบคำถามในห้องเรียน
3. พิจารณาจากกิจกรรม STEM : ข้างจะขึ้น แรมจะมา

เครื่องมือประเมิน
1. แบบฝึกหัด
2. ใบกิจกรรม

เกณฑ์การประเมิน นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ถือว่าผ่านเกณฑ์

8.2. ด้านทักษะ

วิธีการประเมิน
1. พิจารณาจากร่องรอยขั้นตอนการคิดคำนวณและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในสมุดแบบฝึกหัด
2. พิจารณาจากการตอบคำถามในห้องเรียน
3. พิจารณาจากร่องรอย/ขั้นตอน และการให้เหตุผลของทักษะ STEM จากการร่วมทำกิจกรรม STEM
4. พิจารณาจากประเมินทักษะสะเต็มศึกษา
5. พิจารณาการร่วมกิจกรรมในการระดมความคิดของผู้เรียน
6. พิจารณาจากการทำงานและการทำกิจกรรมร่วมกันในชั้นเรียน

เครื่องมือประเมิน
1. แบบฝึกหัด
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
3. แบบประเมินทักษะสะเต็มศึกษา

เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถแสดงทักษะทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้ได้ถือว่าผ่านการประเมิน
2. นักเรียนสามารถแสดงทักษะทางสะเต็มศึกษา ที่กำหนดไว้ได้ถือว่าผ่านการประเมิน

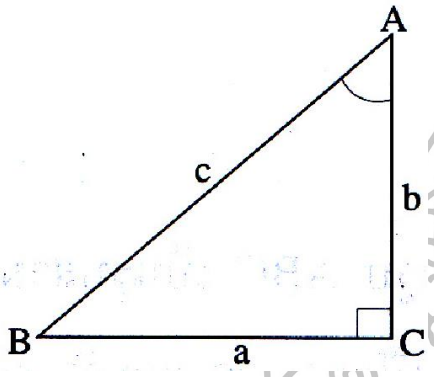
8.3. ด้านคุณลักษณะ

วิธีการประเมิน
1. การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
   1.1 การร่วมกิจกรรมในการระดมความคิดของผู้เรียน
   1.2 สังเกตการทำงานและการทำกิจกรรมร่วมกันในชั้นเรียน

เครื่องมือประเมิน	1. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
เกณฑ์การประเมิน	1. นักเรียนที่มีพฤติกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดถือว่าผ่านการประเมิน

ใบงานที่ 1
เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

1. จงหาอัตราส่วนของความยาวของด้านซึ่งเป็นค่าไซน์ (sine), โคไซน์ (cosine) และแทนเจนต์ (tangent) ของมุมแหลมในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก



$\sin A =$ .....

$\cos A =$ .....

$\tan A =$ .....

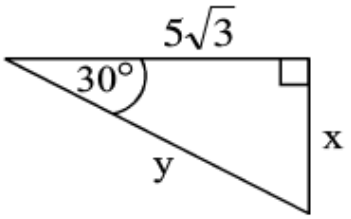
$\sin B =$ .....

$\cos B =$ .....

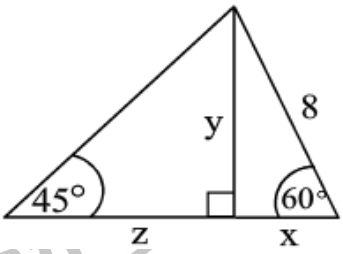
$\tan B =$ .....

2. จงหาค่าของ x, y และ z จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากต่อไปนี้

2.1



2.2



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงหาค่าของ

3.1. $3tan^2\,45^\circ + 4\,sin^2\,30^\circ - tan^2\,60^\circ$

3.2. $\frac{1}{3}tan^2\,60^\circ + sin\,60^\circ\,tan\,30^\circ - \frac{1}{2}tan\,45^\circ$

3.3. $2sin\,30^\circ\,tan\,45^\circ - cos\,30^\circ\,tan\,30^\circ + \frac{1}{6}tan^2 60^\circ$

3.4. ถ้า $x\,sin\,30^\circ\,cos\,45^\circ = tan\,45^\circ\,sin\,30^\circ$ จงหา x

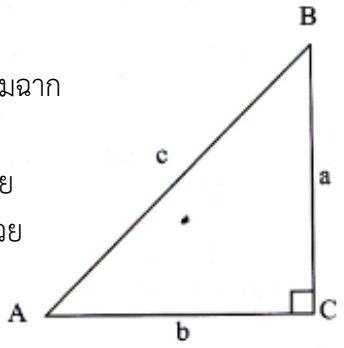
3.5. ถ้า $\tan^2 45^\circ - cos^2\,60^\circ = x\sin 45^\circ \cos 45^\circ\,tan^2\,60^\circ$ จงหา x

ใบความรู้ที่ 1
เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ตรีโกณมิติ (Trigonometry) หมายถึงการวัดรูปสามเหลี่ยม ได้มีการนำความรู้วิชาตรีโกณมิติไปใช้ในการหาระยะทาง พื้นที่ มุม และทิศทางที่ยากแก่การวัดโดยตรง เช่น การหาความสูงของภูเขา การหาความกว้างของแม่น้ำ เป็นต้น

อัตราส่วนตรีโกณมิติ

พิจารณารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่มีมุม C เป็นมุมฉาก



AB เป็นด้านที่อยู่ตรงข้ามมุมฉากยาว c หน่วย
BC เป็นด้านที่อยู่ตรงข้ามมุม A ยาว a หน่วย
AC เป็นด้านประชิดมุม A ยาว b หน่วย

อัตราส่วนของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่สัมพันธ์กับมุม A จะได้

1. sine A (ไซน์ของมุม A) หรือเขียนย่อว่า sin A หาได้จาก

$$\sin A = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } A}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}} = \frac{\text{a}}{\text{c}}$$

2. cosine A (โคไซน์ของมุม A) หรือเขียนย่อว่า cos A หาได้จาก

$$\cos A = \frac{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } A}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}} = \frac{\text{b}}{\text{c}}$$

3. tangent A (แทนเจนต์ของมุม A) หรือเขียนย่อว่า tan A หาได้จาก

$$\tan A = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } A}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } A} = \frac{\text{a}}{\text{b}}$$

4. secant A (ซีแคนต์ของมุม A) หรือเขียนย่อว่า sec A หาได้จาก

$$\sec A = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } A} = \frac{\text{c}}{\text{b}}$$

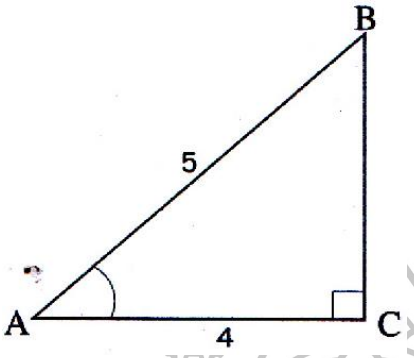
5. cosecant A (โคซีแคนต์ของมุม A) หรือเขียนย่อว่า cosec A หาได้จาก

$$\text{cosec } A = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } A} = \frac{\text{c}}{\text{a}}$$

6. cotangent A (โคแทนเจนต์ของมุม A) หรือเขียนย่อว่า cot A หาได้จาก

$$cot A = \frac{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } A}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } A} = \frac{\text{b}}{\text{a}}$$

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ซึ่งมีมุม C เป็นมุมฉาก



จงหา

(1) sin A (2) cos A

(3) tan A (4) sec A

(5) cosec A (6) cot A

วิธีทำ จากรูปสามเหลี่ยม ABC โดยมีมุม C เป็นมุมฉาก

จากทฤษฎีบทพีทาก อรัสจะได้ $AB^2 = AC^2 + BC^2$

จะได้ $5^2 = 4^2 + BC^2$

$BC^2 = 5^2 - 4^2$

$BC^2 = 25 - 16$

$BC^2 = 9$

ดังนั้น $\mathrm{BC} = 3$ หน่วย

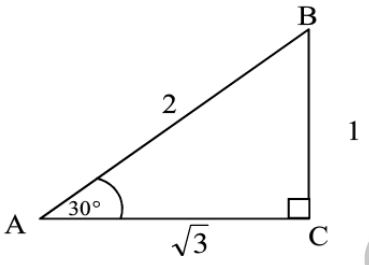
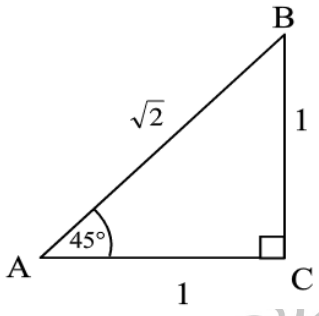
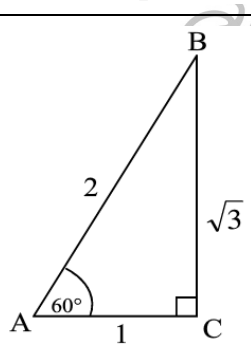
(1) $sin\ A = \frac{3}{5}$ (2) $cos\ A = \frac{4}{5}$

(3) $tan\ A = \frac{3}{4}$ (4) $sec\ A = \frac{5}{4}$

(5) $cosec\ A = \frac{5}{3}$ (6) $cot\ A = \frac{4}{3}$

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 องศา , 45 องศา และ 60 องศา

รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	มุม A	sin A	cos A	tan A	sec A	cosec A	cot A
	30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	2	$\sqrt{3}$
	45°	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	1	$\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$	1
	60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$	2	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$

ตัวอย่างที่ 2 จงหาค่าของ

(1) $\sin 30^\circ + \cos 60^\circ$ (2) $\tan 45^\circ \sec 60^\circ$

(3) $5 \sin 45^\circ \cot 30^\circ$ (4) $\tan^2 30^\circ + \sec^2 60^\circ$

(5) $2 \sin^3 30^\circ \cos^2 30^\circ$

วิธีทำ (1) $\sin 30^\circ + \cos 60^\circ = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$

$= 1$

(2) $\tan 45^\circ \sec 60^\circ = (1)(2)$

$= 2$

(3) $5 \sin 45^\circ \cot 30^\circ = 5\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)\left(\sqrt{3}\right)$

$$= \frac{5\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$
$$= \frac{5\sqrt{6}}{2}$$

(4) $\tan^2 30^\circ + \sec^2 60^\circ = \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 + (2)^2$
$= \frac{1}{3} + 4$
$= 4\frac{1}{3}$

(5) $2\sin^2 30^\circ \cos^2 30^\circ = 2\left(\frac{1}{2}\right)^2 \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2$
$= 2\left(\frac{1}{4}\right)\left(\frac{3}{4}\right)$
$= \frac{3}{8}$

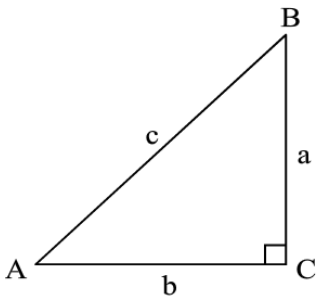
ตัวอย่างที่ 3 จงหาเซตคำตอบของ x จากสมการ
$x^2 \tan 45^\circ \sec 60^\circ - 11x \cot 60^\circ \sin 60^\circ \operatorname{cosec} 30^\circ = 6$

วิธีทำ $x^2 \tan 45^\circ \sec 60^\circ - 11x \cot 60^\circ \sin 60^\circ \operatorname{cosec} 30^\circ = 6$
$x^2(1)(2) - 11x\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(2) = 6$
$2x^2 - 11x - 6 = 0$
$(2x+1)(x-6) = 0$
จะได้ $2x + 1 = 0$ หรือ $x - 6 = 0$
ดังนั้น เซตคำตอบ คือ $\left\{-\frac{1}{2}, 6\right\}$

ความสัมพันธ์ของด้าน ความสัมพันธ์ของมุม และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ

1. ความสัมพันธ์ของด้าน

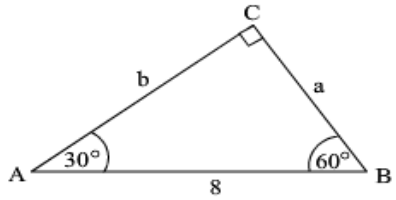
ให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุม C เป็นมุมฉาก



$$\sin A = \frac{a}{c} = \cos B$$

$$\cos A = \frac{b}{c} = \sin B$$

$$\tan A = \frac{a}{b} = \frac{1}{\left(\frac{b}{a}\right)} = \frac{1}{\tan B}$$



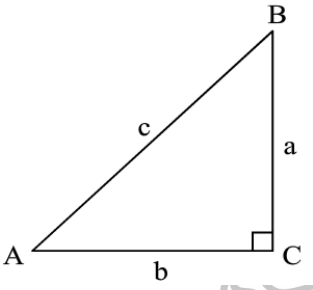
ตัวอย่างที่ 4 จากรูป

$$\sin 30^\circ = \frac{a}{8} = \cos 60^\circ$$

$$\cos 30^\circ = \frac{b}{8} = \sin 60^\circ$$

$$\tan 30^\circ = \frac{a}{b} = \cot 60^\circ = \frac{1}{\tan 60^\circ}$$

2. ความสัมพันธ์ของมุม



จากรูปมุม A และ B มีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$\hat{A} = 90^\circ - \hat{B}$$

$$\hat{B} = 90^\circ - \hat{A}$$

จาก $\sin A = \cos B$ จะได้ $\sin A = \cos(90^\circ - \hat{A})$

จาก $\cos A = \sin B$ จะได้ $\cos A = \sin(90^\circ - \hat{A})$

จาก $\tan A = \frac{1}{\tan B}$ จะได้ $\tan A = \frac{1}{\tan(90^\circ - \hat{A})}$

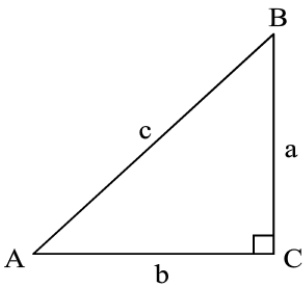
ตัวอย่างที่ 5 $\sin 30^\circ = \cos(90^\circ - 30^\circ) = \cos 60^\circ$

$$\cos 30^\circ = \sin(90^\circ - 30^\circ) = \sin 60^\circ$$

$$\tan 30^\circ = \frac{1}{\tan(90^\circ - 30^\circ)} = \frac{1}{\tan 60^\circ} = \cot 60^\circ$$

3. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ

ให้ a, b, c เป็นความยาวของด้าน BC, AC และ AB ตามลำดับ ดังรูป



พิจารณารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

1. พิจารณา $\frac{a}{c} \cdot \frac{c}{a} = 1$

   เนื่องจาก $\frac{a}{c} = \sin A$ และ $\frac{c}{a} = \operatorname{cosec} A$

   ดังนั้น $\sin A \cdot \operatorname{cosec} A = 1$

2. พิจารณา $\frac{b}{c} \cdot \frac{c}{b} = 1$

   เนื่องจาก $\frac{b}{c} = \cos A$ และ $\frac{c}{b} = \sec A$

   ดังนั้น $\cos A \cdot \sec A = 1$

3. พิจารณา $\frac{a}{b} \cdot \frac{b}{a} = 1$

   เนื่องจาก $\frac{a}{b} = \tan A$ และ $\frac{b}{a} = \cot A$

   ดังนั้น $\tan A \cdot \cot A = 1$

4. เนื่องจาก $\frac{\frac{a}{c}}{\frac{b}{c}} = \frac{a}{b}$

   ดังนั้น $\frac{\sin A}{\cos A} = \tan A$

5. เนื่องจาก $\frac{\frac{b}{c}}{\frac{a}{c}} = \frac{b}{a}$

   ดังนั้น $\frac{\cos A}{\sin A} = \cot A$

6. พิจารณา $\sin^2 A + \cos^2 A = \left(\frac{a}{c}\right)^2 + \left(\frac{b}{c}\right)^2$

   $= \frac{a^2 + b^2}{c^2}$

   $= \frac{c^2}{c^2} \quad ; c^2 = a^2 + b^2$

   $= 1$

   ดังนั้น $\sin^2 A + \cos^2 A = 1$

มหาวิทยาลัยศิลปากร

7. พิจารณา $1+\tan^2 A = 1+\left(\frac{a}{b}\right)^2$

$$= \frac{b^2+a^2}{b^2}$$

$$= \frac{c^2}{b^2} \quad ; c^2 = a^2+b^2$$

$$= \frac{1}{\frac{b^2}{c^2}}$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{b}{c}\right)^2}$$

$$= \frac{1}{(\cos A)^2}$$

$$= \sec^2 A$$

ดังนั้น $1+\tan^2 A = \sec^2 A$

8. พิจารณา $1+\cot^2 A = 1+\left(\frac{b}{a}\right)^2$

$$= \frac{a^2+b^2}{a^2}$$

$$= \frac{c^2}{a^2} \quad ; c^2 = a^2+b^2$$

$$= \frac{1}{\frac{a^2}{c^2}}$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{a}{c}\right)^2}$$

$$= \frac{1}{(\sin A)^2}$$

$$= \operatorname{cosec}^2 A$$

ดังนั้น $1+\cot^2 A = \operatorname{cosec}^2 A$

ตัวอย่างที่ 6 กำหนด $\tan A = \frac{5}{12}$ จงหาค่า $\frac{12\sin A+3\cos A}{4\sin A-9\cos A}$

วิธีทำ

$$\frac{12\sin A+3\cos A}{4\sin A-9\cos A} = \frac{\frac{12\sin A}{\cos A}+\frac{3\cos A}{\cos A}}{\frac{4\sin A}{\cos A}-\frac{9\cos A}{\cos A}}$$

$$= \frac{12\tan A + 3}{4\tan A - 9}$$

$$= \frac{12\left(\frac{5}{12}\right)+3}{4\left(\frac{5}{12}\right)-9}$$

$$= \frac{5+3}{\frac{5}{3}-9}$$

$$= \frac{8}{-\frac{22}{3}}$$

$$= -\frac{12}{11}$$

ตัวอย่างที่ 7 จงหาค่าของ

1. $\tan 20^\circ \cot 20^\circ$
2. $\sin 40^\circ \sec 50^\circ$
3. $\cos^2 15^\circ + \cos^2 75^\circ$

วิธีทำ

1. $\tan 20^\circ \cot 20^\circ = \tan 20^\circ \cdot \frac{1}{\tan 20^\circ}$

$$= 1$$

2. $\sin 40^\circ \sec 50^\circ = \sin 40^\circ \cdot \frac{1}{\sec 50^\circ}$

$$= \sin 40^\circ \cdot \frac{1}{\sin(90^\circ - 50^\circ)}$$

$$= \sin 40^\circ \cdot \frac{1}{\sin 40^\circ}$$

$$= 1$$

3. $\cos^2 15^\circ + \cos^2 75^\circ = \cos^2 15 + \sin^2(90^\circ - 75^\circ)$

$$= \cos^2 15^\circ + \sin^2 15^\circ$$

$$= 1$$

กิจกรรม STEM

ข้างจะขึ้น แรมจะมา

ผู้เรียนจะมีความรู้ ความเข้าใจในหัวข้อต่อไปนี้

1. **วิทยาศาสตร์**
   การหาระยะทาง
   การเกิดปรากฏการณ์ข้างขึ้นข้างแรม
2. **เทคโนโลยี**
   การสืบค้นหาข้อมูล
   การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ
3. **วิศวกรรมศาสตร์**
   เสริมสร้างความเข้าใจในการออกแบบทางวิศวกรรม
   ทดสอบและประเมินผลงานได้
4. **คณิตศาสตร์**
   การคาดคะเนอย่างมีหลักการ
   การวัดระยะทางและเวลา

สถานการณ์

ประดิษฐ์เครื่องมือบอกข้างขึ้นข้างแรม โดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

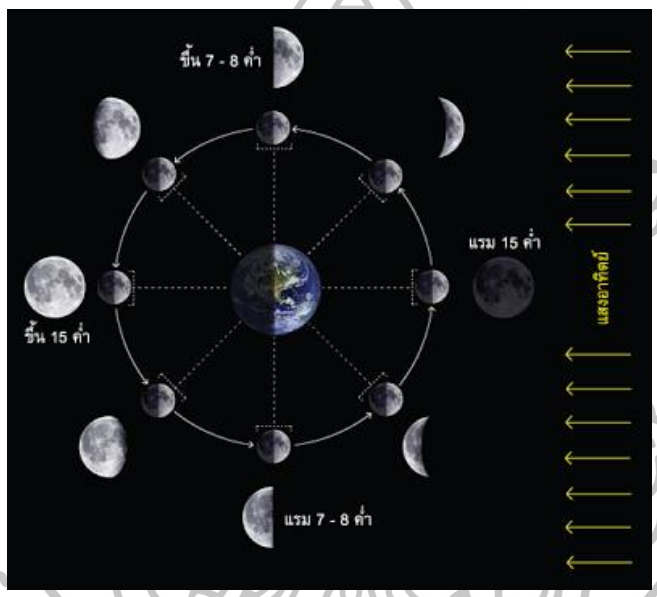
แนวการทำกิจกรรมที่คาดหวัง

- ออกแบบ ประดิษฐ์ ปรับปรุง จนได้เครื่องมือบอกข้างขึ้นข้างแรม โดยใช้ความรู้พื้นฐานเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และวงกลมหนึ่งหน่วย
- สามารถหาจุดปลายส่วนโค้งได้
- เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ที่เหมาะสม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ใบความรู้
ข้างขึ้นข้างแรม

ข้างขึ้นข้างแรม (The Moon's Phases) เกิดขึ้นเนื่องจากดวงจันทร์มีรูปร่างเป็นทรงกลม ไม่มีแสงในตัวเอง ด้านสว่างได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ แต่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ถูกบังด้วยเงาของตัวเอง ดวงจันทร์โคจรรอบโลก ทำให้มุมระหว่างดวงอาทิตย์-ดวงจันทร์-โลก เปลี่ยน เปลี่ยนแปลงไปวันละ 12 องศา เมื่อมองดูดวงจันทร์จากโลก เราจึงมองเห็นเสี้ยวของดวงจันทร์มีขนาดเปลี่ยนไปเป็นวงรอบดังภาพที่ 1 ใช้ประมาณ 30 วัน



ภาพที่ 1 การเกิดข้างขึ้นข้างแรม
ที่มา: http://www.mooconnection.com/moon_phases.phtml

คนไทยแบ่งเดือนทางจันทรคติ (Lunar month) ออกเป็น 30 วัน คือ วันขึ้น 1 ค่ำ - วันขึ้น 15 ค่ำ และ วันแรม 1 ค่ำ - วันแรม 15 ค่ำ โดยถือให้วันขึ้น 15 ค่ำ (ดวงจันทร์สว่างเต็มดวง), วันแรม 15 ค่ำ (ดวงจันทร์มืดทั้งดวง), วันแรม 8 ค่ำ และวันขึ้น 8 ค่ำ (ดวงจันทร์สว่างครึ่งดวง) เป็นวันพระ

- **วันแรม 15 ค่ำ (New Moon):** เมื่อดวงจันทร์อยู่ระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์หันด้านเงามืดเข้าหาโลก ตำแหน่งปรากฏของดวงจันทร์อยู่ใกล้กับดวงอาทิตย์ แสงสว่างของดวงอาทิตย์ทำให้เราไม่สามารถมองเห็นดวงจันทร์ได้เลย
- **วันขึ้น 8 ค่ำ (First Quarter):** เมื่อดวงจันทร์เคลื่อนมาอยู่ในตำแหน่งมุมฉากระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ ทำให้เรามองเห็นด้านสว่างและด้านมืดของดวงจันทร์มีขนาดเท่ากัน
- **วันขึ้น 15 ค่ำ หรือ วันเพ็ญ (Full Moon):** ดวงจันทร์โคจรมาอยู่ด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์หันด้านที่ได้รับแสงอาทิตย์เข้าหาโลก ทำให้เรามองเห็นดวงจันทร์เต็มดวง

- **วันแรม 8 ค่ำ (Third Quarter):** ดวงจันทร์โคจรมาอยู่ในตำแหน่งมุมฉากระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ ทำให้เรามองเห็นด้านสว่างและด้านมืดของดวงจันทร์มีขนาดเท่ากัน

วิธีสังเกตข้างขึ้นข้างแรม

คนโบราณมองเห็นพื้นที่สีคล้ำซึ่งเต็มไปด้วยหลุมอุกาบาตบนดวงจันทร์เป็นรูปกระต่าย เราสามารถใช้รูปกระต่ายบนดวงจันทร์ช่วยสังเกตข้างขึ้นข้างแรมได้ดังนี้

- **วันขึ้น 15 ค่ำ (Full Moon):** ดวงจันทร์อยู่ทางด้านตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ เราจะมองเห็นดวงจันทร์เต็มดวง ขึ้นที่ขอบฟ้าด้านทิศตะวันออกเวลาประมาณ 6 โมงเย็น
- **ข้างแรม (Waning Moon):** เนื่องจากดวงจันทร์โคจรรอบโลก 1 รอบใช้เวลา 29.5 วัน ทำให้เรามองเห็นดวงจันทร์ขึ้นช้าวันละ 50 นาที หรือประมาณ 12 องศา เราจึงมองเห็นดวงจันทร์ตอนเย็นก่อนดวงอาทิตย์ตก และเห็นหัวกระต่าย เสี้ยวของดวงจันทร์บางขึ้นจนกระทั่งมืดหมดทั้งดวงในวันแรม 15 ค่ำ
- **วันแรม 15 ค่ำ (New Moon)**: ดวงจันทร์อยู่ระหว่างดวงอาทิตย์กับโลก เราจึงมองเห็นแต่เงามืดของดวงจันทร์ ดวงจันทร์จะขึ้นและตกพร้อมๆ กับดวงอาทิตย์
- ข้างขึ้น **(Waxing Moon):** เราจะมองเห็นดวงจันทร์ตอนรุ่งเช้าก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น และไม่เห็นหัวกระต่าย เสี้ยวของดวงจันทร์จะหนาขึ้นจนกระทั่งสว่างเต็มดวงในวันขึ้น 15 ค่ำ

หมายเหตุ:

- ความเป็นจริงดวงจันทร์โคจรรอบโลก 1 รอบ ใช้เวลา 29.5 วัน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ในวันขึ้น 15 ค่ำ ในบางเดือน ดวงจันทร์ไม่สว่างเต็มดวง 100%
- ในช่วงเวลาที่ดวงจันทร์ปรากฏเป็นเสี้ยวบาง แต่เราสามารถมองเห็นด้านมืดของดวงจันทร์ได้ดังภาพที่ 2 เนื่องจากแสงอาทิตย์ส่องกระทบพื้นผิวโลกแล้วสะท้อนไปยังดวงจันทร์ เราเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “แสงโลก” (Earth shine)

ภาพที่ 2 Earth shine

ที่มา http://www.lesa.biz/astronomy/astro-events/moon-phases

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ **โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม**
ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 **ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558**
รหัสวิชา ค 32102 คณิตศาสตร์ 4 **เวลา 4 ชั่วโมง**
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ
แผนการเรียนรู้ที่ 2 การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ **ผู้สอน นายวรรณธนะ ปัดชา**

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

- คณิตศาสตร์
  สาระที่ 2 การวัด
  มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดสิ่งของที่ต้องการวัด
  สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
  มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- วิทยาศาสตร์
  สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
  มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน
- การงานอาชีพและเทคโนโลยี
  สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
  มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

<u>การบูรณาการความรู้กับวิศวกรรมศาสตร์</u>

- วิศวกรรมศาสตร์
  การบูรณาความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จะเกี่ยวกับการออกแบบ (design) วางแผน (planning) การแก้ปัญหา (problem solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่างๆ มาสร้างสรรค์ผลงาน ภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (constraints and criteria) ที่กำหนด

1. แนวคิดหลัก

ในกิจกรรมนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างแสงและเงา ใช้ทักษะทางด้านเทคโนโลยีในการค้นคว้า สืบค้นเกี่ยวกับเครื่องมือวัดมุม ใช้ทักษะทางด้านวิศวกรรมในการสร้างอุปกรณ์วัดมุมและระยะทางในแนวราบ ใช้ทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาระยะความสูง ตลอดจนนักเรียนจะต้องนำทักษะและความรู้ในการเรียนไปบูรณาการในการสร้างโครงงานทางด้านสะเต็มศึกษา

2. สาระสำคัญ

การหาความสูงและการหาระยะทางโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติมีวิธีหาได้หลากหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีทั้งข้อดี ข้อเสียและความเหมาะสมในการนำไปใช้ไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของความสัมพันธ์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติที่กำหนด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 **ความรู้ (K):** นักเรียนสามารถ

ใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติแก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับการหาความสูงและการหาระยะทางได้

3.2 **ทักษะกระบวนการ (P):** นักเรียนสามารถ

1. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม
2. มีความสามารถในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งความสามารถในการสื่อสาร
3. มีการบูรณาการความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

3.3 **คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A):** นักเรียน

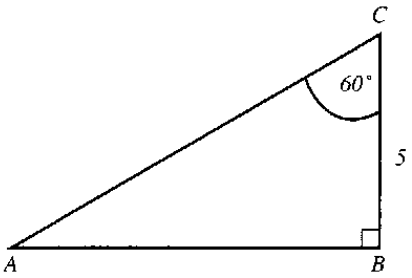
1. มีระเบียบวินัย
2. มีความเชื่อมั่นในตนเอง

4. สาระการเรียนรู้

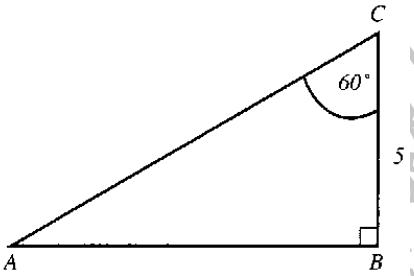
การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่กำหนดให้ จงหา

1. ความยาวของ AB
2. ความยาวของ AC



วิธีทำ



(1) $\frac{AB}{BC} = \tan 60^\circ$

$\frac{AB}{5} = \sqrt{3}$

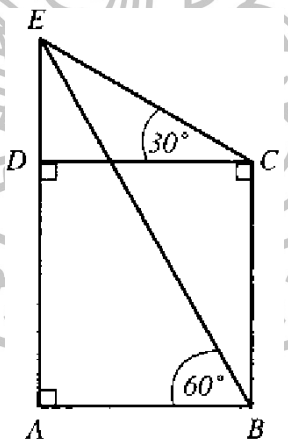
$AB = 5\sqrt{3}$ หน่วย

(2) $\frac{BC}{AC} = \cos 60^\circ$

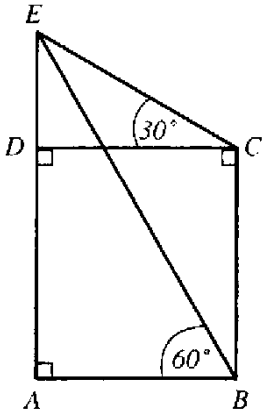
$\frac{5}{AC} = \frac{1}{2}$

$AC = 10$ หน่วย

ตัวอย่างที่ 2 จากรูป กำหนดให้ BC ยาว 12 เมตร จงหาความยาวของ AB



วิธีทำ



จากรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ABCD

แสดงว่า AD = 12 เมตร

ให้ DE ยาว x หน่วย

จากรูปสามเหลี่ยม ABE

จะได้ $\frac{AE}{AB} = \tan 60^\circ$

$\frac{12+x}{AB} = \sqrt{3}$

$AB = \frac{12+x}{\sqrt{3}}$ ---------- (1)

จากรูปสามเหลี่ยม CDE

$$\frac{x}{CD} = \tan 30^\circ$$

เนื่องจาก $CD = AB$

จะได้ $$\frac{x}{AB} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$AB = \sqrt{3}x \quad \text{---------- (2)}$$

จาก (1) และ (2) จะได้ $$\frac{12+x}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}x$$

$$12 + x = 3x$$

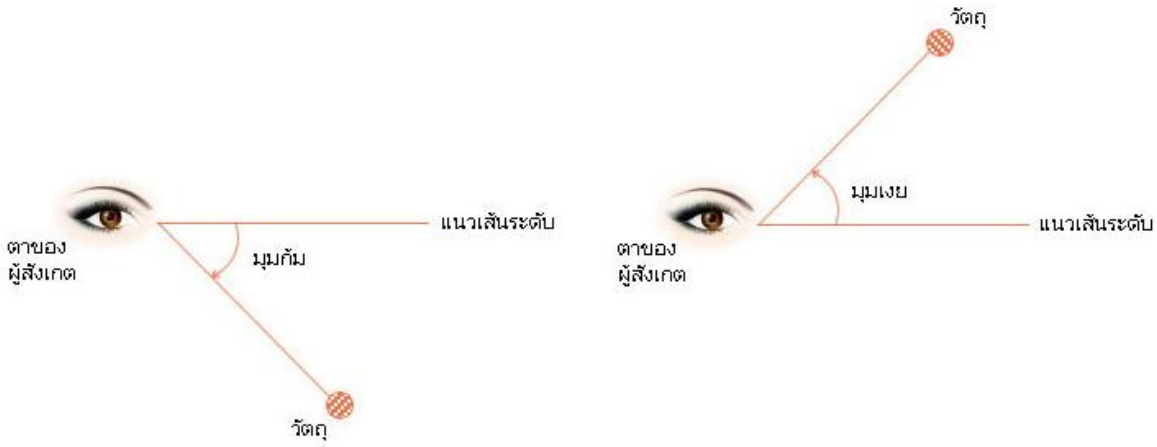
$$x = 6$$

แทนค่า $x = 6$ ใน (2) จะได้

$$AB = 6\sqrt{3} \text{ เมตร}$$

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงในบางครั้งไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดโดยตรงไม่ได้ เช่น การวัดความสูงของตึก การหาความกว้างของแม่น้ำ แต่จะสามารถทำได้โดยการใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งในการแก้ปัญหาผู้เรียนควรมีความรู้เบื้องต้นดังนี้

1. เส้นระดับสายตา หมายถึง เส้นตรงที่ลากจากตาของผู้สังเกตไปในแนวขนานกับพื้นดิน
2. มุมก้ม *(angle of depression)* หมายถึง มุมที่เกิดระหว่างเส้นระดับสายตากับเส้นที่ลากจากสายตา ไปยังวัตถุที่อยู่ต่ำกว่าเส้นระดับสายตา
3. มุมเงย *(angle of elevation)* หมายถึง มุมที่เกิดระหว่างเส้นระดับสายตากับเส้นที่ลากจากสายตาไปยังวัตถุที่อยู่สูงกว่าระดับสายตา

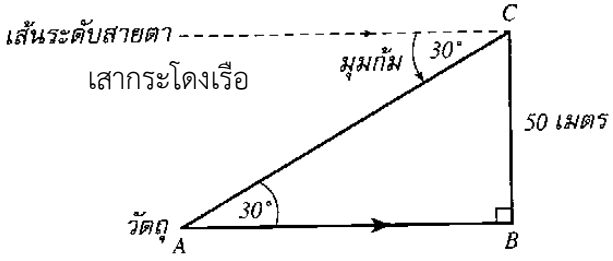


ข้อตกลง

1. สิ่งที่ตั้งอยู่บนพื้นดิน เช่น ต้นไม้ อาคาร หรือคน ถือว่าตั้งฉากกับพื้นดินเสมอ นอกจากโจทย์กำหนดให้เป็นอย่างอื่น
2. ถ้าโจทย์ไม่กำหนดความสูงของผู้สังเกตให้ถือว่าเส้นระดับสายตาอยู่ที่พื้น ณ บริเวณที่ผู้สังเกตยืนอยู่ในขณะนั้น

ตัวอย่างที่ 3 จากยอดเสากระโดงเรือซึ่งสูงจากผิวน้ำ 50 เมตร มองเห็นวัตถุซึ่งลอยน้ำเป็นมุมก้ม 30 องศา จงหาว่าวัตถุห่างจากเสากระโดงเรือกี่เมตร

วิธีทำ



ให้ BC แทนความสูงของเสากระโดงเรือ

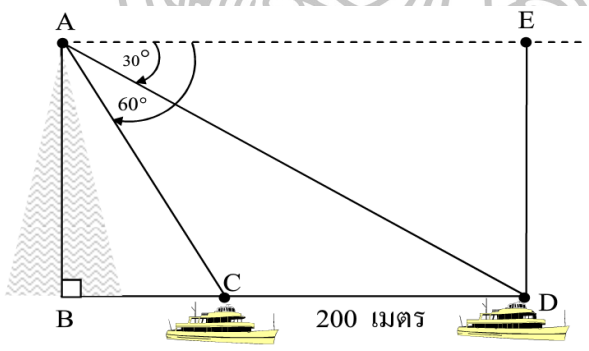
A เป็นตำแหน่งของวัตถุที่ลอยน้ำ

$$\frac{BC}{AB} = \tan 30^\circ$$
$$\frac{50}{AB} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$
$$AB = 50\sqrt{3}$$

ดังนั้น วัตถุอยู่ห่างจากเสากระโดงเรือ $50\sqrt{3}$ เมตร

ตัวอย่างที่ 4 นักท่องเที่ยวคนหนึ่งยืนอยู่บนประภาคารสังเกตเห็นเรือสองลำจอดอยู่ในทะเลทางทิศตะวันออกของประภาคารในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยทำมุมก้มขนาด 30 องศา และ 60 องศา กับแนวระดับ ประภาคารแห่งนี้อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณเท่าใด ถ้าเรือทั้งสองลำอยู่ห่างกัน 200 เมตร

วิธีทำ



ให้ A เป็นตำแหน่งที่นักท่องเที่ยวยืน

AB แทนความสูงของประภาคาร

C แทนเรือลำที่หนึ่ง

D แทนเรือลำที่สอง

$$E\hat{A}D = 30^\circ$$
$$E\hat{A}C = 60^\circ$$
$$CD = 200$$

เนื่องจาก $\overline{AE} // \overline{BD}$

ดังนั้น $A\hat{D}B = 30^\circ$ และ $A\hat{C}B = 60^\circ$

พิจารณา ΔABC จะได้ $\frac{AB}{BC} = \tan 60^\circ$

$$AB = \sqrt{3}BC \quad \text{---------- (1)}$$

พิจารณา ΔABD จะได้ $\frac{AB}{BC+200} = \tan 30^\circ$

$$AB = \frac{1}{\sqrt{3}}(BC + 200) \quad \text{---------- (2)}$$

จาก (1) และ (2) จะได้ $\sqrt{3}BC = \frac{1}{\sqrt{3}}(BC + 200)$

$$3BC = BC + 200$$
$$2BC = 200$$

จะได้ $BC = 100$

ดังนั้น $AB = 100\sqrt{3}$

นั่นคือ ประภาคารอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ $100\sqrt{3}$ เมตร

5. หลักฐานการเรียนรู้ของนักเรียน

1. ใบความรู้
2. ผังมโนทัศน์
3. อุปกรณ์วัดมุมอย่างง่าย
4. ใบกิจกรรม STEM

6. กิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ขั้นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน

1. ก่อนเริ่มทำการทดลอง เรื่องการประยุกต์อัตราส่วนตรีโกณมิติ ครูผู้สอนจะต้องเตรียมความพร้อมของนักเรียนโดยให้นักเรียนไปเตรียมตัวล่วงหน้า ดังนี้
   (1) ชมคลิปวีดีโอการหาความสูงของต้นไม้จากยูทูปนี้ https://www.youtube.com/watch?v=vuvEkDmgWfo มาศึกษาทำความเข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติ
   (2) ชมคลิปวิดีโอการสร้างแอสโตรเลบ (Astrolabe) จากยูทูปนี้ https://www.youtube.com/watch?v=xYRpNOlKRzY มาศึกษาทำความเข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติ

แล้วให้นักเรียนแต่ละคนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาทั้ง 6 คลิป ในรูปของผังมโนทัศน์ในกระดาษ A4 พร้อมตกแต่งให้สวยงาม

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นการประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียน

2. หัวข้อในการประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียนจะมีดังนี้
   (1) ความเข้าใจหลักการในการสร้างเครื่องมือวัดมุมแอสโตรเลป พร้อมทั้งการอ่านค่ามุม
   (2) ความเข้าใจการหาความสูงของสิ่งต่างๆ โดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยทำการประเมินจากรายงานที่นักเรียนส่ง หลังจากที่ได้รับชมคลิปวีดีโอในยูทูปตามที่ได้รับมอบหมายและการตั้งคำถามในห้องเรียน

ขั้นการบรรยายให้ความรู้และสาธิตการใช้อุปกรณ์

3. หลังจากผู้เรียนได้ตอบคำถามและอภิปรายเกี่ยวกับการวัดมุมโดยแอสโตรเลป และการหาความสูงของต้นไม้แล้ว ซึ่งอาจจะมีถูกหรือผิดบ้าง ครูผู้สอนจะดำเนินการดังนี้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน

(1) ครูนำเสนอโจทย์ตามตัวอย่างที่ 2 จากนั้นอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการหาคำตอบ ทั้งนี้อาจให้นักเรียนร่วมกันแสดงวิธีการในการหาคำตอบร่วมกัน

(2) นำเสนอตัวอย่างที่ 3 และ 4 โดยให้นักเรียนออกมาเขียนแสดงบนกระดานและแก้ไขข้อผิดพลาดโดยเน้นเฉพาะส่วนที่นักเรียนยังเข้าใจผิด

(3) สาธิตการใช้เครื่องมือแอสตรเลปในการหาความสูงของต้นไม้

นักเรียนร่วมกันสรุปขั้นตอนในการคำนวณหาระยะทางหรือความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ขั้นสร้างชิ้นงานตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

4. ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์

(1) ครูผู้สอนทำการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน ให้แต่ละกลุ่มลงมือประกอบเครื่องมือวัดมุมโดยใช้หลักการของแอสโตรเลปในการสร้างเครื่องมือวัด พร้อมทั้งทดสอบและปรับปรุงการทำงานของเครื่องมือวัดมุม พร้อมทั้งออกแบบวิธีการวัดความยาวจากผู้วัดถึงวัตถุที่ต้องการวัดด้วย

ชั่วโมงที่ 3-4

ขั้นสร้างชิ้นงานตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (ต่อ)

5. ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์

(1) จัดกิจกรรม STEM นอกห้องเรียนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

(2) ทำกิจกรรมหาความสูงจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด โดยทำการทดลอง 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยของความสูง โดยกำหนดการทดลองทั้ง 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 ใช้ความยาวเงาของวัตถุ

ครั้งที่ 2 ไม่ใช้ความยาวเงาของวัตถุ

ครั้งที่ 3 ใช้มุม 2 มุมในการหาความสูงโดยมีการเคลื่อนจุดสังเกต

(3) ในระหว่างการทำกิจกรรม STEM นั้น ครูผู้สอนจะติดตามการทำกิจกรรมของนักเรียนและคอยให้คำแนะนำ

(4) ระหว่างการทำกิจกรรมครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน

(5) หลังจากทำกิจกรรมเสร็จ ครูผู้สอนช่วยตรวจสอบผลการทำกิจกรรม พร้อมทั้งมอบหมายให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง เพื่อนำมานำเสนอในชั่วโมงที่ 2

ขั้นนำเสนอชิ้นงาน

6. ครูผู้สอนสุ่มกลุ่มผู้เรียนออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม STEM เรื่องการประยุกต์อัตราส่วนตรีโกณมิติ

7. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงทักษะและความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม

8. ครูผู้สอนเน้นย้ำและหวังให้นักเรียนตระหนักว่าทักษะและความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมจะต้องนำไปบูรณาการในการทำโครงงานสะเต็มศึกษาต่อไป

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ สสวท

ชั่วโมงที่ 1 – 2

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ทบทวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ อาจให้นักเรียนออกมาเขียนแสดงการหาความยาวของด้านบนกระดาน จากนั้นร่วมกันอธิปรายถึงขั้นตอนในการคำนวณ

ขั้นปฏิบัติการ

2. ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติมแก่ผู้เรียนในเรื่องมุมก้ม มุมเงย เพื่อประโยชน์ในการวัดมุมได้อย่างถูกต้อง และผู้เรียนเขียนภาพจำลองสถานการณ์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติเป็นพื้นฐานจนสามารถแก้ปัญหาของสถานการณ์นั้นๆ ได้

3. ครูนำเสนอโจทย์ตามตัวอย่างที่ 1 และ 3 จากนั้นอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการหาคำตอบ ทั้งนี้อาจให้นักเรียนร่วมกันแสดงวิธีการในการหาคำตอบร่วมกัน

4. นำเสนอตัวอย่างที่ 2 และ 4 จากนั้นให้นักเรียนหาคำตอบร่วมด้วย

ขั้นสรุปบทเรียน

5. ร่วมกันสรุปแนวคิดในการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

6. ให้นักเรียนสรุปขั้นตอนในการคำนวณหาระยะทางหรือความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ชั่วโมงที่ 3 – 4

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ทบทวนการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ อาจให้นักเรียนออกมาเขียนแสดงการคำนวณบนกระดาน จากนั้นร่วมกันอภิปรายถึงขั้นตอนในการคำนวณ

ขั้นปฏิบัติการ

2. จำลองสถานการณ์โดยใช้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ

3. ครูให้ผู้เรียนประดิษฐ์เครื่องมือในการเล็งเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเองโดยกำหนดให้เลือกเป็นมุม 30 องศา 45 องศา หรือ 60 องศา

4. ครูให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือเล็งของตนเองในการวัดความสูงของต้นไม้ที่อยู่ในบริเวณโรงเรียน โดยเลือกมา 1 ต้นและเป็นต้นไม้ที่ไม่สามารถวัดด้วยเครื่องมือวัดโดยตรง

5. ผู้สอนให้ผู้เรียนคำนวณหาความสูงของต้นไม้โดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 องศา 45 องศา หรือ 60 องศา

ขั้นสรุปบทเรียน

6. ครูให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับวิธีการคำนวณหาความสูงของต้นไม้ ซึ่งผู้เรียนควรสรุปได้ว่า การหาความสูงของต้นไม้อาศัยความรู้เรื่องรูปสามเหลี่ยมมุมฉากสองรูปที่คล้ายกัน และค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติจากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่เป็นเครื่องมือเล็งมาคำนวณแล้วจะได้ความสูงของต้นไม้โดยประมาณ

7. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 (สสวท.)
2. แบบฝึกหัดและประเมินผลการเรียนรู้ คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6เล่ม2
3. แหล่งค้นคว้าอื่นๆ

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

8.1 ด้านความรู้

วิธีการประเมิน	1. พิจารณาจากคะแนนแบบฝึกหัด 2. พิจารณาจากการตอบคำถามในห้องเรียน 3. พิจารณาจากกิจกรรม STEM
เครื่องมือประเมิน	1. แบบฝึกหัด 2. กิจกรรม STEM
เกณฑ์การประเมิน	นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ถือว่าผ่านเกณฑ์

8.2 ด้านทักษะ

วิธีการประเมิน	1. พิจารณาจากร่องรอยขั้นตอนการคิดคำนวณและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในสมุดแบบฝึกหัด 2. พิจารณาจากการตอบคำถามในห้องเรียน 3. พิจารณาจากร่องรอย/ขั้นตอน และการให้เหตุผลของทักษะ STEM จากการร่วมทำกิจกรรม STEM 4. พิจารณาจากประเมินทักษะสะเต็มศึกษา 5. พิจารณาการร่วมกิจกรรมในการระดมความคิดของผู้เรียน

6. พิจารณาจากการทำงานและการทำกิจกรรมร่วมกันในชั้นเรียน

เครื่องมือประเมิน
1. แบบฝึกหัด
2. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
3. แบบประเมินทักษะสะเต็มศึกษา

เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถแสดงทักษะทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้ได้ถือว่าผ่านการประเมิน
2. นักเรียนสามารถแสดงทักษะทางสะเต็มศึกษา ชิ้นงาน STEM

8.3 ด้านคุณลักษณะ

วิธีการประเมิน
1. การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
   1.1 การร่วมกิจกรรมในการระดมความคิดของผู้เรียน
   1.2 สังเกตการทำงานและการทำกิจกรรมร่วมกันในชั้นเรียน

เครื่องมือประเมิน
1. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนที่มีพฤติกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดถือว่าผ่านการประเมิน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

กิจกรรม STEM
เครื่องส่องความสูง

ผู้เรียนจะมีความรู้ ความเข้าใจในหัวข้อต่อไปนี้

1. **วิทยาศาสตร์**
   - การหาระยะทาง
   - กลไกของแสงและเงา
   - การสำรวจและทดสอบเชิงวิทยาศาสตร์
2. **เทคโนโลยี**
   - การสืบค้นหาข้อมูล
   - การประกอบชิ้นส่วนต่างๆ
3. **วิศวกรรมศาสตร์**
   - เสริมสร้างความเข้าใจในการออกแบบทางวิศวกรรม
   - ทดสอบและประเมินผลงานได้
4. **คณิตศาสตร์**
   - การคาดคะเนอย่างมีหลักการ
   - การวัดระยะทาง
   - ความสัมพันธ์อัตราส่วนตรีโกณมิติ
   - สมบัติของเรขาคณิต

สถานการณ์

ประดิษฐ์เครื่องวัดมุมที่สามารถใช้วัดความสูงได้อย่างแม่นยำ

แนวการทำกิจกรรมที่คาดหวัง

- ออกแบบ ประดิษฐ์ ปรับปรุง จนได้เครื่องมือที่สามารถวัดความสูงได้อย่างแม่นยำ โดยใช้ความรู้พื้นฐานเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ และให้ด้านประกอบมุมฉากอีกด้านหนึ่งเป็นเงาสิ่งที่ต้องการวัด
- คำนวณหาความสูงของสิ่งที่กำหนด
- เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ที่เหมาะสม

คำชี้แจง : กิจกรรมหาความสูงจากสถานการณ์ที่ครูกำหนด โดยทำการทดลอง 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยของความสูง โดยกำหนดการทดลองทั้ง 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 ใช้ความยาวเงาของวัตถุ

ครั้งที่ 2 ไม่ใช้ความยาวเงาของวัตถุ

ครั้งที่ 3 ใช้มุม 2 มุมในการหาความสูงโดยมีการเคลื่อนจุดสังเกต

ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ การหาค่าและการใช้ค่าตรีโกณมิติของมุมบางมุม

สำหรับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการประเมินความสอดคล้องของแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินปรากฏดังตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ การหาค่าและการใช้ค่าตรีโกณมิติของมุมบางมุม

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	0	+1	0.66
1.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	0	+1	0.66
1.3 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดประเมินผล	+1	0	+1	0.66
2. สาระการเรียนรู้				
2.1 ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
2.2 ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับศักยภาพของผู้เรียน	+1	+1	+1	1.00
2.3 ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	1.00
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	+1	0	+1	0.66
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น การประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียน มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น การบรรยายให้ความรู้และสาธิตการใช้อุปกรณ์มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.5 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น สร้างชิ้นงานตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีความเหมาะสม	+1	0	+1	0.66
3.6 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น นำเสนอชิ้นงาน มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.7 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	0	+1	0.66

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.8 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	0	+1	0.66
3.9 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล	+1	0	+1	0.66
4. การวัดประเมินผล				
4.1. ความสอดคล้องของการวัดประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
4.2. ความสอดคล้องระหว่างวิธีการ เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน	+1	+1	+1	1.00
5. องค์ประกอบ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด				
5.1 แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน	+1	+1	+1	1.00
5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00
5.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00
5.4 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

สำหรับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการประเมินความสอดคล้องของแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินปรากฏดังตารางที่ ก.2

ตารางที่ ก.2 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ การหาค่าและการใช้ค่าตรีโกณมิติของมุมบางมุม

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.3 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดประเมินผล	+1	+1	+1	1.00
2. สาระการเรียนรู้				
2.1 ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
2.2 ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับศักยภาพของผู้เรียน	+1	+1	+1	1.00
2.3 ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	1.00
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	+1	+1	+1	1.00
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น การประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียน มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น การบรรยายให้ความรู้และสาธิตการใช้อุปกรณ์มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.5 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น สร้างชิ้นงานตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.6 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น นำเสนอชิ้นงาน มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.7 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.8 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.9 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล	+1	+1	+1	1.00

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
4. การวัดประเมินผล				
4.1 ความสอดคล้องของการวัดประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
4.2 ความสอดคล้องระหว่างวิธีการ เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน	+1	+1	+1	1.00
5. องค์ประกอบ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด				
5.1 แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน	+1	+1	+1	1.00
5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00
5.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00
5.4 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท..
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ การหาค่าและการใช้ค่าตรีโกณมิติของมุมบางมุม

สำหรับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการประเมินความสอดคล้องของแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินปรากฏดังตารางที่ ก.3

ตารางที่ ก.3 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ การหาค่าและการใช้ค่าตรีโกณมิติของมุมบางมุม

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.3 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดประเมินผล	+1	+1	+1	1.00
2. สาระการเรียนรู้				
1.1 ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.2 ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับศักยภาพของผู้เรียน	+1	+1	+1	1.00
1.3 ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	1.00
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	+1	+1	+1	1.00
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น การประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียน มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น การบรรยายให้ความรู้และสาธิตการใช้อุปกรณ์มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.5 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น สร้างชิ้นงานตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.6 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น นำเสนอชิ้นงาน มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.7 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.8 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.9 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล	+1	+1	+1	1.00
4. การวัดประเมินผล				
4.1. ความสอดคล้องของการวัดประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
4.2. ความสอดคล้องระหว่างวิธีการ เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน	+1	+1	+1	1.00
5. องค์ประกอบ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด				
5.1 แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน	+1	+1	+1	1.00
5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00
5.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00
5.4 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท..
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

สำหรับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการประเมินความสอดคล้องของแต่ละองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินปรากฏดังตารางที่ ก.5

ตารางที่ ก.5 ผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ การหาค่าและการใช้ค่าตรีโกณมิติของมุมบางมุม

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. จุดประสงค์การเรียนรู้				
1.1 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.2 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.3 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดประเมินผล				
2. สาระการเรียนรู้				
2.1. ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
2.2. ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับศักยภาพของผู้เรียน	+1	+1	+1	1.00
2.3. ความสอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับสาระสำคัญ	+1	+1	+1	1.00
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	+1	+1	+1	1.00
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น การประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียน มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น การบรรยายให้ความรู้และสาธิตการใช้อุปกรณ์มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.5 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น สร้างชิ้นงานตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.6 กิจกรรมการเรียนรู้ในขั้น นำเสนอชิ้นงาน มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
3.7 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.8 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.9 ความสอดคล้องของกิจกรรมการเรียนรู้กับการวัดประเมินผล	+1	+1	+1	1.00

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
4. การวัดประเมินผล				
4.1. ความสอดคล้องของการวัดประเมินผลกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
4.2. ความสอดคล้องระหว่างวิธีการ เครื่องมือและเกณฑ์การประเมิน	+1	+1	+1	1.00
5. องค์ประกอบ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด				
5.1 แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วน	+1	+1	+1	1.00
5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00
5.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00
5.4 สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	+1	+1	+1	1.00

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน)

ชื่อ – นามสกุล ..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ..... เลขที่ .....
คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย หน้าตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด (เวลา 60 นาที รวม 20 คะแนน)

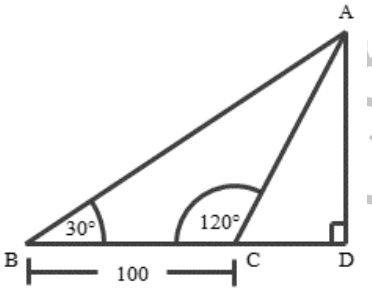
---

1. กำหนด $sin\,A = 0.6$ แล้ว $\cos A$ มีค่าตรงกับข้อใด
   ก. 0.5 ข. 0.7
   ค. 0.8 ง. 0.9

2. กำหนด $5\,\text{cosec}\,\text{A} = 8$ แล้ว $2\cos\text{A}\sin A$ มีค่าตรงกับข้อใด
   ก. $\frac{5\sqrt{39}}{64}$ ข. $\frac{\sqrt{39}}{8}$
   ค. $\frac{5\sqrt{39}}{32}$ ง. $\frac{3\sqrt{7}}{4}$

3. กำหนดให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มีมุม B เป็นมุมฉาก และ $\sin A = \cos A$ แล้ว $2tan^2A + 5$ มีค่าตรงกับข้อใด
   ก. 5 ข. 7
   ค. 5.5 ง. 7.5

4. จากรูป จงหา AD (กำหนด $\sqrt{3}$ = 1.732)



   ก. 8.66 ข. 86.6
   ค. 68.6 ง. 866

5. ค่าของ 4 sin 30° cos 30° tan 30° มีค่าตรงกับข้อใด
   ก. 1 ข. 2
   ค. 3 ง. 4

6. ค่าของ $\frac{5\sec 60^\circ - 2\cot 45^\circ}{10\tan 30^\circ}$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. $\frac{\sqrt{3}}{5}$ ข. $\frac{2\sqrt{3}}{5}$

ค. $\frac{4\sqrt{3}}{3}$ ง. $\frac{4\sqrt{3}}{5}$

7. ถ้า $x\tan^2 45^\circ - 2x\sec 60^\circ + \cot^2 30^\circ = 0$ จงหา x

ก. -3 ข. 3

ค. -1 ง. 1

8. ถ้า $x\sin 30^\circ \cos 45^\circ = \tan 45^\circ \sin 30^\circ$ จงหา x

ก. $\sqrt{2}$ ข. $2\sqrt{2}$

ค. 1 ง. 2

9. ถ้า $\tan^2 45^\circ - \cos^2 60^\circ = x\sin 45^\circ \cos 45^\circ \tan^2 60^\circ$ แล้ว x มีค่าตรงกับข้อใด

ก. 0.5 ข. 0.75

ค. 1.5 ง. 2

10. ถ้า $\sqrt{2}x\sin 45^\circ + 3\,cosec\, 30^\circ = 7$ แล้ว x มีค่าตรงกับข้อใด

ก. 13 ข. 2

ค. 1 ง. 0

11. ถ้า $2\cos^2 x + \cos x = 1$ โดยที่ $0 \le x \le 90^\circ$ แล้ว x เป็นมุมกี่องศา

ก. 0° ข. 30°

ค. 45° ง. 60°

12. ค่าของ $\sin 35^\circ \sec 55^\circ$ มีค่าเท่าใด

ก. 0 ข. 1

ค. 2 ง. หาค่าไม่ได้

13. ค่าของ $\text{cosec}^2 13^\circ - \tan^2 77^\circ$ มีค่าเท่าใด

ก. 0 ข. 1

ค. 2 ง. หาค่าไม่ได้

14. ค่าของ $\sin^2 1^\circ + \sin^2 2^\circ + \sin^2 3^\circ + \ldots + \sin^2 88^\circ + \sin^2 89^\circ$ มีค่าเท่าใด

ก. 44 ข. 44.5

ค. 89 ง. 89.5

15. ค่าของ $\frac{\sin 20^\circ \cos 23^\circ \tan 18^\circ}{\cos 70^\circ \sin 67^\circ \cot 72^\circ}$ มีค่าเท่าใด

ก. 4 ข. 2

ค. 1 ง. 0

16. $4\sin^2 30^\circ - 2\sin^2 60^\circ + 3\sec^2 45^\circ$ มีค่าเท่ากับเท่าใด

ก. 6.5 ข. 6

ค. 5.5 ง. 5

17. ค่าของ $\cos 72^\circ \cdot \sec 72^\circ - \text{cosec}^2 20^\circ + \cot^2 20^\circ$ มีค่าเท่าใด

ก. -1 ข. 0

ค. 1 ง. -2

18. ชายคนหนึ่งนำบันไดยาว 50 ฟุต พาดเข้ากับกำแพงให้ปลายบนของบันไดอยู่ชิดกับขอบบนของกำแพงพอดี เขาสังเกตเห็นว่าบันไดทำมุม 60 องศากับพื้นราบ แล้วความสูงของกำแพง

ก. $25\sqrt{3}$ ฟุต ข. 25 ฟุต

ค. $25\sqrt{2}$ ฟุต ง. ไม่มีคำตอบ

19. เด็กคนหนึ่งยืนอยู่บนท่าเรือซึ่งสูงกว่าระดับน้ำทะเล 120 ฟุต มองเห็นเรือเป็นมุมก้ม 30 องศา เรือจะอยู่ห่างจากท่าเรือเท่าใด(กำหนดให้ $\sqrt{3} = 1.732$)

ก. 200 ฟุต ข. 207.8 ฟุต

ค. 212.5 ฟุต ง. 220 ฟุต

20. ต้นไม้ต้นหนึ่งถูกพายุพัดหักพับลงมา ยอดจรดพื้นดินเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และทำมุมกับพื้นดิน 30 องศา พอดี ถ้ายอดอยู่ห่างจากโคนต้น 10 เมตร แล้วความสูงของต้นไม้นี้

ก. 20 ข. $20\sqrt{3}$

ค. $10\sqrt{3}$ ง. 10

21. สีหมอกยืนห่างจากอาคารเรียน 100 เมตร มองเห็นหลังคาของอาคารเรียนเป็นมุมเงย 30 องศา หลังคาอาคารเรียนสูงกี่เมตร

ก. $\frac{100\sqrt{2}}{3}$ ข. $\frac{100\sqrt{3}}{3}$

ค. $\frac{100\sqrt{2}}{2}$ ง. $\frac{100\sqrt{3}}{2}$

22. เรือลำหนึ่งจอดอยู่ในทะเล จากดาดฟ้าเรือซึ่งอยู่สูงจากพื้นน้ำทะเล 50 ฟุต มองเห็นเรือ 2 ลำ จอดอยู่ในทะเลแนวเดียวกันเป็นมุม 30 องศา และ 60 องศา เรือ 2 ลำอยู่ห่างกันเท่าไร

ก. $\frac{100\sqrt{3}}{3}$ ข. $\frac{50\sqrt{3}}{3}$

ค. $\frac{50\sqrt{3}}{2}$ ง. $100\sqrt{3}$

23. จากจุดหนึ่งบนฝั่งแม่น้ำตรงข้ามกับจ้นไม้บนอีกฝั่งหนึ่ง วัดมุมเงยของต้นไม้ได้ 60 องศา ครั้นถอยไป 100 ฟุต มุมเงยของต้นไม้เป็น 30 องศา แม่น้ำกว้างเท่าไร

ก. $100\sqrt{3}$ ข. $50\sqrt{3}$

ค. 100 ง. 50

24. ให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม C เท่ากับ 45 องศา และ D เป็นจุดบนด้าน BC ที่ทำให้ AD เป็นเส้นความสูงของสามเหลี่ยม ถ้าด้าน BD ยาว a หน่วย และด้าน AB ยาว 3a หน่วย แล้วด้าน AC มีความยาวเท่ากับกี่หน่วย

ก. 2a ข. 4a

ค. 5a ง. 6a

25. ให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม C เป็นมุมฉาก ด้าน BC ยาว a หน่วย และด้าน AC ยาว a+8 หน่วย

ถ้า $\cot(90^\circ - B) = 3$ แล้ว a มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 2 ข. 3

ค. 4 ง. 5

ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับข้อสอบแต่ละข้อ
สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

สำหรับการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับข้อสอบแต่ละข้อ เพื่อนำมาจัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของการวัด ด้วยวิธีการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินปรากฏดังตารางที่ ก.6

ตารางที่ ก.6 ผลการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับข้อสอบแต่ละข้อ

ข้อสอบข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อสอบข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3			1	2	3	
1	+1	+1	+1	1.00	26	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	1.00	27	+1	+1	+1	1.00
3	+1	0	+1	0.66	28	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	1.00	29	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	1.00	30	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	1.00	31	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	+1	1.00	32	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	1.00	33	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	1.00	34	+1	+1	+1	1.00
10	+1	0	+1	0.66	35	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	1.00	36	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	+1	1.00	37	+1	+1	+1	1.00
13	+1	0	+1	0.66	38	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	1.00	39	+1	+1	+1	1.00
15	+1	0	+1	0.66	40	+1	+1	+1	1.00
16	+1	+1	+1	1.00	41	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	+1	1.00	42	+1	+1	+1	1.00
18	+1	+1	+1	1.00	43	+1	+1	+1	1.00
19	+1	+1	+1	1.00	44	+1	+1	+1	1.00
20	+1	+1	+1	1.00	45	+1	+1	+1	1.00
21	+1	+1	+1	1.00	46	+1	+1	+1	1.00

ข้อสอบข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อสอบข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3			1	2	3	
22	+1	+1	+1	1.00	47	+1	+1	+1	1.00
23	+1	+1	+1	1.00	48	+1	+1	+1	1.00
24	+1	+1	+1	1.00	49	+1	+1	+1	1.00
25	+1	+1	+1	1.00	50	+1	+1	+1	1.00

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กิจกรรมเศรษฐกิจในชีวิตประจำวัน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาดสัน KR-20

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	สรุปความหมาย
1	0.143	0	ใช้ไม่ได้
2	0.643	0.529	ใช้ได้
3	0.757	0.714	ใช้ได้
4	0.657	0.714	ใช้ได้
5	0.143	0.286	ใช้ไม่ได้
6	0.357	0.143	ใช้ไม่ได้
7	0.143	0.286	ใช้ไม่ได้
8	0.629	0.686	ใช้ได้
9	0.643	0.143	ใช้ไม่ได้
10	0.829	0.586	ใช้ได้
11	0.571	0	ใช้ไม่ได้
12	0.643	-0.429	ใช้ไม่ได้
13	0.686	0.686	ใช้ได้
14	0.286	0	ใช้ไม่ได้
15	0.829	0.671	ใช้ได้
16	0.500	0.143	ใช้ไม่ได้
17	0.500	0.143	ใช้ไม่ได้
18	0.143	0.286	ใช้ไม่ได้
19	0.486	0.771	ใช้ได้
20	0.429	0	ใช้ไม่ได้
21	0.657	0.629	ใช้ได้
22	0.786	0.786	ใช้ได้
23	0.630	0.829	ใช้ได้

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กิจกรรมเศรษฐกิจในชีวิตประจำวัน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาดสัน KR-20

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	สรุปความหมาย
24	0.143	0.286	ใช้ไม่ได้
25	0.514	0.529	ใช้ได้
26	0.786	0.686	ใช้ได้
27	0.714	0.771	ใช้ได้
28	0.686	0.886	ใช้ได้
29	0.886	0.686	ใช้ได้
30	0.286	0	ใช้ไม่ได้
31	0.500	0.529	ใช้ได้
32	0.629	0.686	ใช้ได้
33	0.729	0.571	ใช้ได้
34	0.514	0.729	ใช้ได้
35	0.286	0	ใช้ไม่ได้
36	0.357	-0.143	ใช้ไม่ได้
37	0.629	0.671	ใช้ได้
38	0.529	0.671	ใช้ได้
39	0.500	0.143	ใช้ไม่ได้
40	0.586	0.586	ใช้ได้
41	0.571	0.686	ใช้ได้
42	0.214	-0.143	ใช้ไม่ได้
43	0.657	0.529	ใช้ได้
44	0.786	0.143	ใช้ไม่ได้
45	0.514	0.629	ใช้ได้
46	0.429	0	ใช้ไม่ได้

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กิจกรรมเศรษฐกิจในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาดสัน KR-20

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	สรุปความหมาย
47	0.414	0.529	ใช้ได้
48	0.586	0.686	ใช้ได้
49	0.686	0.786	ใช้ได้
50	0.143	0.286	ใช้ไม่ได้

หมายเหตุ

1. ข้อสอบข้อที่ 1, 5, 7, 18, 24 และ 50 มีค่าความยากง่าย (p) น้อยกว่า 0.20 ยากเกินไป จึงตัดออก

2. ข้อสอบข้อที่ 1, 6, 9, 11, 12, 14, 16, 17, 20, 30, 35, 39, 42, 44 และ 46 มีค่าอำนาจจำแนก (r) น้อยกว่า 0.20 จัดเป็นข้อสอบที่ไม่สามารถจำแนกเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้จึงตัดออก

3. เนื่องจากมีข้อสอบเกินจำนวนความต้องการจึงตัดออกแบบเจาะจง ได้แก่ข้อที่ 2, 3, 28 และ 40

4. รวมตัดข้อสอบทั้งหมด 25 ข้อ และคงเหลือข้อสอบจำนวน 25 ข้อ

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาดสัน (Kuder Richardson) ได้เท่ากับ 0.73

ภาคผนวก ง

แบบวัดทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา

แบบวัดทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา

คำชี้แจง : การประเมินนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินทักษะทางด้านสะเต็ม จากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

แบบวัดทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาฉบับนี้ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ แต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

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

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. ทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์						
1.1 มีการวางแผน ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลองได้อย่างเหมาะสม						
1.2 สามารถดำเนินการทดลองหรือกิจกรรมได้อย่างถูกขั้นตอน						
1.3 สามารถทำการทดลองหรือกิจกรรมได้ทันตามเวลาที่กำหนด						
1.4 สามารถทำงานร่วมกันเป็นทีมได้อย่างเหมาะสม						
2. ทักษะทางด้านเทคโนโลยี						
2.1 สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีและศาสตร์สาขาอื่น ๆ ได้						
2.2 สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนองาน ได้อย่างเหมาะสม						
2.3 สามารถวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีโดยพิจารณาถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม						
2.4 ตระหนักถึงบทบาทและความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม						
3. ทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์						
3.1 ผู้เรียนสามารถวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ การทำงานร่วมกันเป็นทีม ความคิดสร้างสรรค์ และ ความคิดวิเคราะห์วิจารณ์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้อย่างมีขั้นตอน						
3.2 ผู้เรียนสามารถออกแบบชิ้นงาน หรือค้นหาแนวทางที่หลากหลายในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่ไม่เคยประสบมาก่อนได้อย่างสร้างสรรค์						
3.3 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ไข รวมทั้งคิดแยกแยะประเด็นปัญหาในแง่มุมต่าง ๆ ในระหว่างการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้						
3.4 ผู้เรียนมีความมั่นใจในตนเอง มีความกล้าตัดสินใจ แสดงความคิดในการออกแบบในการสร้างสรรค์ชิ้นงานและสามารถเผชิญหน้ากับสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหาได้						
3.5 ผู้เรียนสามารถออกแบบและสร้างชิ้นงาน จากวัสดุรอบตัวได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม						
4. ทักษะทางด้านคณิตศาสตร์						
4.1 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการ						

แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม						
4.2 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย การอธิบาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน						
4.3 เชื่อมโยงความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และนำหลักการกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ						
4.4 เชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปหรือเรื่องราวต่าง ๆ ได้						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลการตรวจสอบแบบวัดทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา

สำหรับการตรวจสอบรายการประเมินมีความสอดคล้องกับทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการประเมินความสอดคล้องของแต่ละองค์ประกอบของทักษะสะเต็มศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินปรากฏดังตารางที่ ก.7

ตารางที่ ก.7 ผลการตรวจสอบรายการประเมินมีความสอดคล้องกับทักษะทางด้านสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. ทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์				
1.1 มีการวางแผน ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลองได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
1.2 สามารถดำเนินการทดลองหรือกิจกรรมได้อย่างถูกขั้นตอน	+1	+1	+1	1.00
1.3 สามารถทำการทดลองหรือกิจกรรมได้ทันตามเวลาที่กำหนด	+1	+1	+1	1.00
1.4 สามารถทำงานร่วมกันเป็นทีมได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
2. ทักษะทางด้านเทคโนโลยี				
2.1 สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีและศาสตร์สาขาอื่น ๆ ได้	+1	+1	+1	1.00
2.2 สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการนำเสนองาน ได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
2.3 สามารถวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีโดยพิจารณาถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
2.4 ตระหนักถึงบทบาทและความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม	+1	+1	+1	1.00
3. ทักษะทางด้านวิศวกรรมศาสตร์				
3.1 ผู้เรียนสามารถวางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ การทำงานร่วมกันเป็นทีม ความคิดสร้างสรรค์ และ ความคิดวิเคราะห์วิจารณ์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้อย่างมีขั้นตอน	+1	+1	+1	1.00
3.2 ผู้เรียนสามารถออกแบบชิ้นงาน หรือค้นหาแนวทางที่หลากหลายในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่ไม่เคยประสบมาก่อนได้อย่างสร้างสรรค์	+1	+1	+1	1.00
3.3 ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและวิธีการแก้ไข รวมทั้งคิดแยกแยะประเด็นปัญหาในแง่มุมต่าง ๆ ในระหว่างการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้	+1	+1	+1	1.00
3.4 ผู้เรียนมีความมั่นใจในตนเอง มีความกล้าตัดสินใจ แสดงความคิดในการออกแบบในการสร้างสรรค์ชิ้นงานและสามารถเผชิญหน้ากับสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหาได้	+1	+1	+1	1.00
3.5 ผู้เรียนสามารถออกแบบและสร้างชิ้นงาน จากวัสดุรอบตัวได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
4. ทักษะทางด้านคณิตศาสตร์				
4.1 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	1.00
4.2 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย การ อธิบาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน	+1	+1	+1	1.00
4.3 เชื่อมโยงความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และนำหลักการ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ	+1	+1	+1	1.00
4.4 เชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปหรือเรื่องราวต่าง ๆ ได้	+1	+1	+1	1.00

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคผนวก จ

แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

คำชี้แจง : การประเมินนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความพึงพอใจ สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาฉบับนี้ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ แต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

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

รายการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้						
1.1 บรรยากาศในการเรียนน่าสนุกสนาน น่าเรียน						
1.2 มีอิสระในการเรียนรู้						
1.3 การเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ						
1.4 นักเรียนกล้าแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิดเห็นกับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน						
2. ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา						
3.1 กิจกรรมมีความน่าสนใจท้าท้ายให้อยากเรียนรู้						
3.2 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจน						
3.3 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก						
3.4 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง						
3.5 นักเรียนอยากให้ใช้กิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่น ๆ						
3.6 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้จักตนเอง						
3.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับกระบวนการเทคโนโลยี						
3.8 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบ						
3.9 การนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจจนผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็น และอยากหาคำตอบ						
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้						
3.1 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เทคโนโลยีและวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน						
3.2 นักเรียนเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้						
3.3 นักเรียนทำงานได้อย่างมีระบบและรอบคอบ						
3.4 นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล						
3.5 นักเรียนรู้จักและอยากช่วยเหลือผู้อื่นมากขึ้น						
3.6 นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน						
3.7 ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น						

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ผลการประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

สำหรับการตรวจสอบรายการประเมินความพึงพอใจของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการประเมินคามพึงพอใจของแต่ละด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินปรากฏดังตารางที่ ก.8

ตารางที่ ก.8 ผลการตรวจสอบรายการประเมินความพึงพอใจของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
1. ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้				
1.1 บรรยากาศในการเรียนน่าสนุกสนาน น่าเรียน	+1	+1	+1	1.00
1.2 มีอิสระในการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
1.3 การเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ	+1	+1	+1	1.00
1.4 นักเรียนกล้าแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความคิดเห็นกับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน	+1	+1	+1	1.00
2. ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา				
3.1 กิจกรรมมีความน่าสนใจท้าท้ายให้อยากเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.2 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจน	+1	+1	+1	1.00
3.3 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก	+1	+1	+1	1.00
3.4 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง	+1	+1	+1	1.00
3.5 นักเรียนอยากให้ใช้กิจกรรมแบบนี้กับเนื้อหาอื่นๆ	+1	+1	+1	1.00
3.6 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้จักตนเอง	+1	+1	+1	1.00
3.7 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับกระบวนการเทคโนโลยี	+1	+1	+1	1.00
3.8 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบ	+1	+1	+1	1.00
3.9 การนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจจนผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากรู้อยากเห็น และอยากหาคำตอบ	+1	+1	+1	1.00

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	1	2	3	
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้				
3.1 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน	+1	+1	+1	1.00
3.2 นักเรียนเกิดความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00
3.3 นักเรียนทำงานได้อย่างมีระบบและรอบคอบ	+1	+1	+1	1.00
3.4 นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล	+1	+1	+1	1.00
3.5 นักเรียนรู้จักและอยากช่วยเหลือผู้อื่นมากขึ้น	+1	+1	+1	1.00
3.6 นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	1.00
3.7 ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น	+1	+1	+1	1.00

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคผนวก ฉ

ข้อมูลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

ตารางที่ ก.9 คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ สสวท

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	6	17	19	6	13
2	5	13	20	5	12
3	6	12	21	6	16
4	4	12	22	7	13
5	5	14	23	7	16
6	5	13	24	9	16
7	3	11	25	8	16
8	4	13	26	1	14
9	6	10	27	3	15
10	7	13	28	4	15
11	8	9	29	5	16
12	9	13	30	6	13
13	9	12	31	5	14
14	4	13	32	4	15
15	5	13	33	6	16
16	6	11	34	4	17
17	6	13	35	8	13
18	3	14			
คะแนนก่อนเรียน				$\bar{x}$= 5.571	S.D. = 1.867
คะแนนหลังเรียน				$\bar{x}$=13.600	S.D. = 1.928

ตารางที่ ก.10 คะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	7	15	20	6	13
2	6	14	21	5	14
3	7	16	22	4	14
4	5	16	23	6	14
5	6	17	24	5	16
6	8	16	25	6	18
7	6	16	26	7	18
8	6	17	27	6	18
9	7	18	28	4	17
10	4	16	29	5	15
11	7	18	30	5	15
12	8	16	31	4	13
13	6	16	32	4	19
14	2	16	33	4	16
15	6	17	34	6	17
16	9	19	35	8	14
17	6	15	36	5	13
18	5	18	37	7	18
19	6	18			
คะแนนก่อนเรียน				$\bar{x}$ = 5.783	S.D. = 1.416
คะแนนหลังเรียน				$\bar{x}$ = 16.108	S.D. = 1.712

ภาคผนวก ช

ข้อมูลคะแนนทักษะสะเต็มก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

ตารางที่ ก.11 คะแนนทักษะสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ สะเต็มศึกษา

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	37	61	19	35	69
2	49	63	20	49	68
3	45	63	21	44	65
4	43	65	22	46	66
5	50	61	23	45	64
6	50	63	24	47	62
7	45	62	25	43	66
8	47	63	26	48	63
9	42	67	27	46	70
10	39	64	28	52	64
11	51	60	29	46	65
12	41	65	30	42	64
13	43	61	31	41	70
14	46	62	32	45	64
15	47	65	33	43	64
16	42	67	34	43	66
17	41	64	35	38	59
18	35	64	36	41	61
คะแนนก่อนเรียน				$\bar{X}$= 44.083	S.D. = 4.218
คะแนนหลังเรียน				$\bar{X}$=64.167	S.D. = 2.624

ภาคผนวก ซ

ผลการตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรม

Plagiarism Checking Report

Created on Jun 7, 2016 at 20:44 PM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
247471	Jun 7, 2016 at 20:44 PM	kittiwut_s@su.ac.th	มหาวิทยาลัยศิลปากร	3 บทที่ 1.docx	Completed	2.75 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	ความคิดเห็นของกรรมการสถานศึกษา และครูผู้สอนเกี่ยวกับการบริหารจัดการเรียนรู้ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : กรณีศึกษาเขตพื้นที่การศึกษาแม่ฮ่องสอน	ชาตรี รัตนไพบูลย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	2.75 %

Plagiarism Checking Report

Created on Jun 7, 2016 at 21:02 PM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
247481	Jun 7, 2016 at 21:02 PM	kittiwut_s@su.ac.th	มหาวิทยาลัยศิลปากร	4 บทที่ 2 new.docx	Completed	2.45 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
1	การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนบ้านอีเซ (คุรุราษฎร์วิทยา) ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการคิดแก้ปัญหาอนาคต กับ การใช้เทคนิคการคิดแบบหมวกหกใบ	ชำนาญ โสดา	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ	0.47 %
2	การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวโมเดลซิปปา (cippa model) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1	จรินทร์ ขันดีพิพัฒน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต	0.42 %
3	การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้แหล่งข้อมูลเป็นหลักเพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านสารสนเทศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	จงรัก โพธิ์ไกร	มหาวิทยาลัยนเรศวร	0.41 %
4	DEVELOPMENT OF A PROGRAM TO ENHANCE CRITICAL THINKING ABILITY OF CHILDREN IN FOSTER HOME BASED ON CONSTRUCTIONISM THEORY,การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างการคิดวิจารณญาณสำหรับเด็กในสถานสงเคราะห์ตามทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา,DEVELOPMENT OF A PROGRAM	นายธานีเอิบอาบ,Mr.Thanee Eub-arb,นายธานีเอิบอาบ,Mr.Thanee Eub-arb	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	0.39 %
5	A Comparison of Mathayomsuksa 4 Students' Achievement and Attitude in Mathematics by Using Cooperative Learning techniques and Conventional Approach	ธะวัดร์ หัดเนียม	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์	0.38 %
6	การสร้างหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1 ของโรงเรียนบ้านมะนาวหวาน	กาญจนา แทบมาลัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	0.37 %

Plagiarism Checking Report

Created on Jun 7, 2016 at 20:44 PM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
247469	Jun 7, 2016 at 20:44 PM	kittiwut_s@su.ac.th	มหาวิทยาลัยศิลปากร	5 บทที่ 3.docx	Completed	0.00 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
No data available in table				

Plagiarism Checking Report

Created on Jun 7, 2016 at 20:43 PM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
247468	Jun 7, 2016 at 20:43 PM	kittiwut_s@su.ac.th	มหาวิทยาลัยศิลปากร	6 บทที่ 4.docx	Completed	0.00 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
No data available in table				

Plagiarism Checking Report

Created on Jun 7, 2016 at 20:40 PM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
247465	Jun 7, 2016 at 20:40 PM	kittiwut_s@su.ac.th	มหาวิทยาลัยศิลปากร	7 บทที่-5.docx	Completed	0.00 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
No data available in table				

ภาคผนวก ฌ

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

ที่ ศธ 0520.107(นฐ)/ 596

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

27 มกราคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภารัตน์ แสงจันทร์

ด้วย นายวรรณธนะ ปัดชา รหัสประจำตัว 57316324 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม "

มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218788 ต่อ 11-12

ที่ ศธ 0520.107(นฐ)/ 594

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

27 มกราคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์

ด้วย นายวรรณธนะ ปัดชา รหัสประจำตัว 57316324 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม "

มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218788 ต่อ 11-12

ที่ ศธ 0520.107(นฐ)/ ๕๑๕

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

27 มกราคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล

ด้วย นายวรรณธนะ ปัดชา รหัสประจำตัว 57316324 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม "

มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218788 ต่อ 11-12

ที่ ศธ 0520.107(นฐ)/ ๖๙๖

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

27 มกราคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์รัชต์วิชช์ มิตรอักรสิน

ด้วย นายวรรณธนะ ปัดชา รหัสประจำตัว 57316324 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม "

มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218788 ต่อ 11-12

ที่ ศธ 0520.107(นฐ)/ ๖๙๘

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

27 มกราคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์บุษกร เอี้ยวเจริญ

ด้วย นายวรรณธนะ ปัดชา รหัสประจำตัว 57316324 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม "

มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218788 ต่อ 11-12

ที่ ศธ 0520.107(นฐ)/ 593

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

28 มกราคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์พรพิไร แก้วสมบัติ

ด้วย นายวรรณธนะ ปัตชา รหัสประจำตัว 57316324 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม "

มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218788 ต่อ 11-12

ภาคผนวก ณ

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

45°
X
1500 cm

45°
X
1
1
18 m
1.75
1

45°
x
1.75
14.30

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	วรรณธนะ ปัดชา
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 2 สิงหาคม พ.ศ. 2529
สถานที่เกิด	จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2548	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.ปลาย) โรงเรียนคงทองวิทยา อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2552	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาสถิติ มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2554	ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู (ปวค.) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
พ.ศ. 2559	ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร
ตำแหน่ง สถานที่ทำงาน	ครู อันดับคศ. 1 โรงเรียนวัดหวยจรเข้วิทยาคม จังหวัดนครปฐม 73000
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	445/5 ถนนพิพิธประสาท ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000

มหาวิทยาลัยศิลปากร