การศึกษาการคิดไตร่ตรองด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

ปรียานุช มานุจำ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

THE STUDY ON REFLECTIVE THINKING USING PROBLEM–BASED LEARNING WITH STEM EDUCATION CONCEPT

PREEYANUCH MANUJUM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN MATHEMATICS EDUCATION
FACUTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2017

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การศึกษาการคิดไตร่ตรองด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัย นางสาวปรียานุช มานุจำ

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรวิกา ก้องกุล	ประธานกรรมการ
ดร.ศักดิ์ดา น้อยนาง	กรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรินทร์ สุวรรณศรี	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร.ศักดิ์ดา น้อยนาง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชริดา ปุกหุต) (รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2560

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ตลอดจนความช่วยเหลือ การปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์ และ ดร.ศักดิ์ดา น้อยนาง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่สนับสนุนส่งเสริมและเปิดโอกาสให้ผู้วิจัยได้ศึกษาในระดับปริญญาโท พร้อมทั้งให้การสนับสนุนด้านงบประมาณในการศึกษาและในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ คณะผู้บริหาร คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย และขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 และ 3/4 ประจำปีการศึกษา 2559 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 22 ที่ให้ความอนุเคราะห์ และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดาของผู้วิจัย ที่ให้กำลังใจ ให้การศึกษา และสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีเสมอมา ตลอดจนบูรพาคณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และอบรมสั่งสอนผู้วิจัยมาโดยตลอด

ปรียานุช มานุจำ
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง	:	การศึกษาการคิดไตร่ตรองด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา
ผู้วิจัย	:	ปรียานุช มานุจำ
ชื่อปริญญา	:	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	:	คณิตศาสตรศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	ดร.ศักดิ์ดา น้อยนาง
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	:	รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์
คำสำคัญ	:	การคิดไตร่ตรอง, การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, สะเต็มศึกษา

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เปรียบเทียบกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 71 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ดำเนินการวิจัยโดยให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน จากนั้นกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แล้วให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน และนักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน การทดสอบที (t–test) และ ANCOVA

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษามีการคิดไตร่ตรองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

ABSTRACT

TITLE : THE STUDY ON REFLECTIVE THINKING USING PROBLEM–BASED LEARNING WITH STEM EDUCATION CONCEPT
AUTHOR : PREEYANUCH MANUJUM
DEGREE : MASTER OF SCIENCE
MAJOR : MATHEMATICS EDUCATION
ADVISOR : SAKDA NOINANG, Ph.D.
CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. UTITH INPRASIT, Ph.D.
KEYWORDS : REFLECTIVE THINKING, PROBLEM – BASED LEARNING, STEM EDUCATION

This research aimed to study student's reflective thinking using Problem – based Learning (PBL) with STEM education concept and to compared with traditional learning, and also examined their satisfaction of using the PBL with STEM education concept approach. A quasi – experimental design method was used to assemble a target group from grade 9th students of Piyamaharachalai School in Nakhon Phanom province in the second semester of the 2016 academic year. The research instruments were lesson plans, reflective thinking pre – test and post – test, and a questionnaire. The target group of 71 students were separated into two groups, an experimental group and a control group. The students in both groups completed the reflective thinking pre – test. The experimental group was then taught by PBL with STEM education concept, and the control group used a traditional teaching approach. After learning, the students completed the reflective thinking post – test and the students of the experimental group took the questionnaire to evaluate the satisfaction of learning by PBL with STEM education concept. Data were analyzed by using basic statistics, t–test, and ANCOVA.

The results showed that learning using PBL with STEM education concept was better in developing the student's reflective thinking and better than using traditional learning at .05 level of significance. Moreover, the satisfaction of the students using the PBL with STEM education concept learning process was high.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย	**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**ค**
สารบัญ	**ง**
สารบัญตาราง	**ฉ**
สารบัญภาพ	**ช**
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้อง	9
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	34
3.2 กลุ่มเป้าหมาย	35
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	35
3.4 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล	63
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	68
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	73
4.2 ผลการทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	83

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 ผลการวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา 89

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลและอภิปรายผล 92

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย 96

เอกสารอ้างอิง 98

ภาคผนวก

ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ 106

ข การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง 108

ค ตัวอย่างใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มทดลอง 110

ง แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง 115

ประวัติผู้วิจัย 161

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	แบบแผนการวิจัย	34
3.2	แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง	38
3.3	ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)	41
3.4	แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม	46
3.5	ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม	47
3.6	ตัวอย่างแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองข้อที่ 3	51
3.7	เกณฑ์การให้คะแนนแบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง	52
3.8	คะแนนสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน	63
3.9	คะแนนสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน	64
3.10	คะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา	65
4.1	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test)	74
4.2	ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นของคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	75
4.3	ผลการตรวจสอบความแปรปรวนของคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	75
4.4	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)	75
4.5	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t–dependent sample test)	83
4.6	ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา	90

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	รูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา	6
3.1	รูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา	36
3.2	ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการทราบ (1 คะแนน)	54
3.3	ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการทราบ (3 คะแนน)	55
3.4	ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการทราบ (4 คะแนน)	56
3.5	ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านแนวทางการแก้ปัญหา (0 คะแนน)	57
3.6	ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านแนวทางการแก้ปัญหา (1 คะแนน)	57
3.7	ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านแนวทางการแก้ปัญหา (2 คะแนน)	57
3.8	ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านแนวทางการแก้ปัญหา (3 คะแนน)	58
3.9	ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านวิธีการหาคำตอบ (0 คะแนน)	58
3.10	ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านวิธีการหาคำตอบ (1 คะแนน)	59
3.11	ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านวิธีการหาคำตอบ (2 คะแนน)	59
3.12	ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านวิธีการหาคำตอบ (3 คะแนน)	60
3.13	ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านการประยุกต์ใช้ (0 คะแนน)	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.14	ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านการประยุกต์ใช้ (1 คะแนน)	61
3.15	การดำเนินการรวบรวมข้อมูล	68
4.1	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E20)	77
4.2	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (C13)	77
4.3	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E20)	78
4.4	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (C17)	78
4.5	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E34)	79
4.6	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (C17)	79
4.7	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E1)	80
4.8	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (C17)	81
4.9	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E35)	82
4.10	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (C26)	82
4.11	ตัวอย่างกระดาษคำตอบก่อนเรียนข้อที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)	84
4.12	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)	84
4.13	ตัวอย่างกระดาษคำตอบก่อนเรียนข้อที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)	85
4.14	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)	85
4.15	ตัวอย่างกระดาษคำตอบก่อนเรียนข้อที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)	86
4.16	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)	86
4.17	ตัวอย่างกระดาษคำตอบก่อนเรียนข้อที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)	87
4.18	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)	87
4.19	ตัวอย่างกระดาษคำตอบก่อนเรียนข้อที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)	88
4.20	ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)	88
4.21	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	89
ข.1	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOD) ของแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน	109
ข.2	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOD) ของแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน	109

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ง.1	แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน	116
ง.2	เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน	126
ง.3	แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน	137
ง.4	เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน	147

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

สถานการณ์โลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นระบบการศึกษาจึงต้องมีการพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่เปลี่ยนแปลงไป แนวคิดเรื่อง “ทักษะแห่งอนาคตใหม่: การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21” ที่มุ่งเน้นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม หรือ 3R และ 4C ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้ 3R ได้แก่ อ่านออก (Reading), เขียนได้ (Writing) และ คิดเลขเป็น (Arithmetic) และ 4C ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) การสื่อสาร (Communication) การร่วมมือ (Collaboration) และการสร้างสรรค์ (Creativity) (สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน, 2555) ซึ่งทักษะเหล่านี้ล้วนเป็นหนึ่งในทักษะการคิดขั้นสูง

การคิดไตร่ตรอง (Reflective thinking) เป็นความสามารถในการคิดที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือเกิดความสงสัย คับข้องใจ ที่จะต้องตัดสินใจแก้ไขปรับปรุงหรือพัฒนาจึงคิดทบทวนเหตุการณ์ที่ผ่านมาประกอบกับประสบการณ์เดิม ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อพิจารณาถึงข้อเท็จจริง เหตุผล คุณค่า และประโยชน์แล้วจึงตัดสินใจบนฐานของข้อเท็จจริงอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหานั้น อันจะนำไปสู่การปรับปรุง พัฒนาการคิดและการกระทำของตนให้ดียิ่งขึ้น (นันทกาญจน์ ชินประหัษฐ์, 2553) ซึ่งประกอบด้วย การรับรู้ปัญหา การระบุแนวทางที่เป็นไปได้ การใช้เหตุผล การแก้ไขปรับปรุง และการประเมินผล (Baron, 1981) การคิดไตร่ตรองจึงเป็นวิธีคิดวิธีหนึ่ง ซึ่งสามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงหรือทักษะการคิดที่ซับซ้อน (Higher order or more complex thinking skill) ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการคิดไตร่ตรองเป็นปัจจัยภายในที่สำคัญทำให้สามารถแสดงพฤติกรรมได้ตรงตามเป้าหมายที่คิดไว้ดีขึ้น (สำลี ทองธิว, 2538) และเป็นทักษะที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับสิ่งที่เข้าใจอยู่เดิม คิดทั้งในเชิงนามธรรมและสรุปเป็นความคิดรวบยอดได้ นำไปประยุกต์ใช้ในกลวิธีการสอนใหม่ ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเข้าใจในการคิดและกระบวนการเรียนรู้ของตนเองได้ นอกจากนี้การคิดไตร่ตรองยังถูกจัดเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นในการเรียนการสอน เพราะช่วยให้ผู้เรียนได้คิดทบทวนในการกระทำของตนเอง ทั้งการกระทำที่ผ่านไปแล้ว และที่กำลังกระทำอยู่ (ภัทฐิกรณ์ พรมเมือง, 2557)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่าง

ถูกต้องหมาะสม ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนได้แก่ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่กำลังได้รับความสนใจกันอย่างมากในปัจจุบัน เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเนื้อหาและทักษะด้านวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งเรียกรวมว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2558; อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2556; พลศักดิ์ แสงพรมศรี, 2558) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเข้ากับเนื้อหาด้วย รวมไปถึง การกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ และทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนั้น “สะเต็มศึกษา” จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทักษะ ประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการประกอบอาชีพในอนาคต เพราะจะทำให้มนุษย์คิดอย่างมีเหตุผล เชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี (สุพรรณี ชาญประเสริฐ, 2557)

ครูจึงมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอน ครูต้องเปลี่ยนเป้าหมายการเรียนรู้ จากการเน้นเรียนวิชาเพื่อได้ความรู้ ให้เลยไปสู่การพัฒนาทักษะที่สำคัญต่อชีวิตในยุคใหม่ ครูต้องยึดหลัก “สอนน้อย เรียนมาก” คือ ครูต้องออกแบบการเรียนรู้ และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้นักเรียนเรียนรู้แบบลงมือทำ แล้วการเรียนรู้จะเกิดจากภายในใจ และสมองของตนเอง (วิจารณ์ พานิช, 2555) ห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนต้องได้ลงมือปฏิบัติเอง สร้างความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจของตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น (Active learning) รูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดนี้มีอยู่หลายรูปแบบ ได้แก่ การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) การเรียนรู้แบบช่วยเหลือกัน (Collaborative learning) การเรียนรู้โดยการค้นคว้าอย่างอิสระ (Independent investigation method) รวมทั้งการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL) (ไพศาล สุวรรณน้อย, ม.ป.ป.) ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ โดยใช้บริบทการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดแก้ปัญหาและคิดวิเคราะห์ ดังนั้น การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจและการแก้ปัญหาเป็นหลัก (อุไร คำมณีจันทร์,

2552) นอกจากนี้ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพของผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2558)

จากปัญหาการเรียนสอนในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ พบว่านักเรียนสามารถบอกบทนิยามของอัตราส่วนตรีโกณมิติได้อย่างถูกต้อง แต่เมื่อนักเรียนเจอสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติแล้วพบว่านักเรียนไม่สามารถนำความรู้ดังกล่าวไปในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งการคิดไตร่ตรองจะช่วยพัฒนาการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการคิดไตร่ตรองเป็นการคิดที่ช่วยให้ผู้เรียนทบทวนความรู้ ประสบการณ์เดิม เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงเหตุผล ประโยชน์ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด และการจัดการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจเป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ จึงทำให้นักเรียนเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองมากขึ้น นอกจากนี้แนวคิดของสะเต็มศึกษาซึ่งเน้นการบูรณาการระหว่างวิชาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ยังช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาเหล่านั้นได้เป็นอย่างดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะช่วยพัฒนาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนให้ดีขึ้น เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาศักยภาพนักเรียนให้เป็นบุคคลที่มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบการคิดไตร่ตรองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.2.2 เพื่อศึกษาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษามีการคิดไตร่ตรองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.3.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษามีการคิดไตร่ตรองหลังเรียนสูงขึ้น

1.3.3 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 กลุ่มเป้าหมาย

การวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 และ 3/4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 จำนวน 71 คน จากนั้นจึงทำการจับสลากเพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งได้กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 จำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 จำนวน 36 คน

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เข้าร่วมวิจัย 2 รูปแบบ ดังนี้

1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

2) การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1) การคิดไตร่ตรองของนักเรียน

2) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

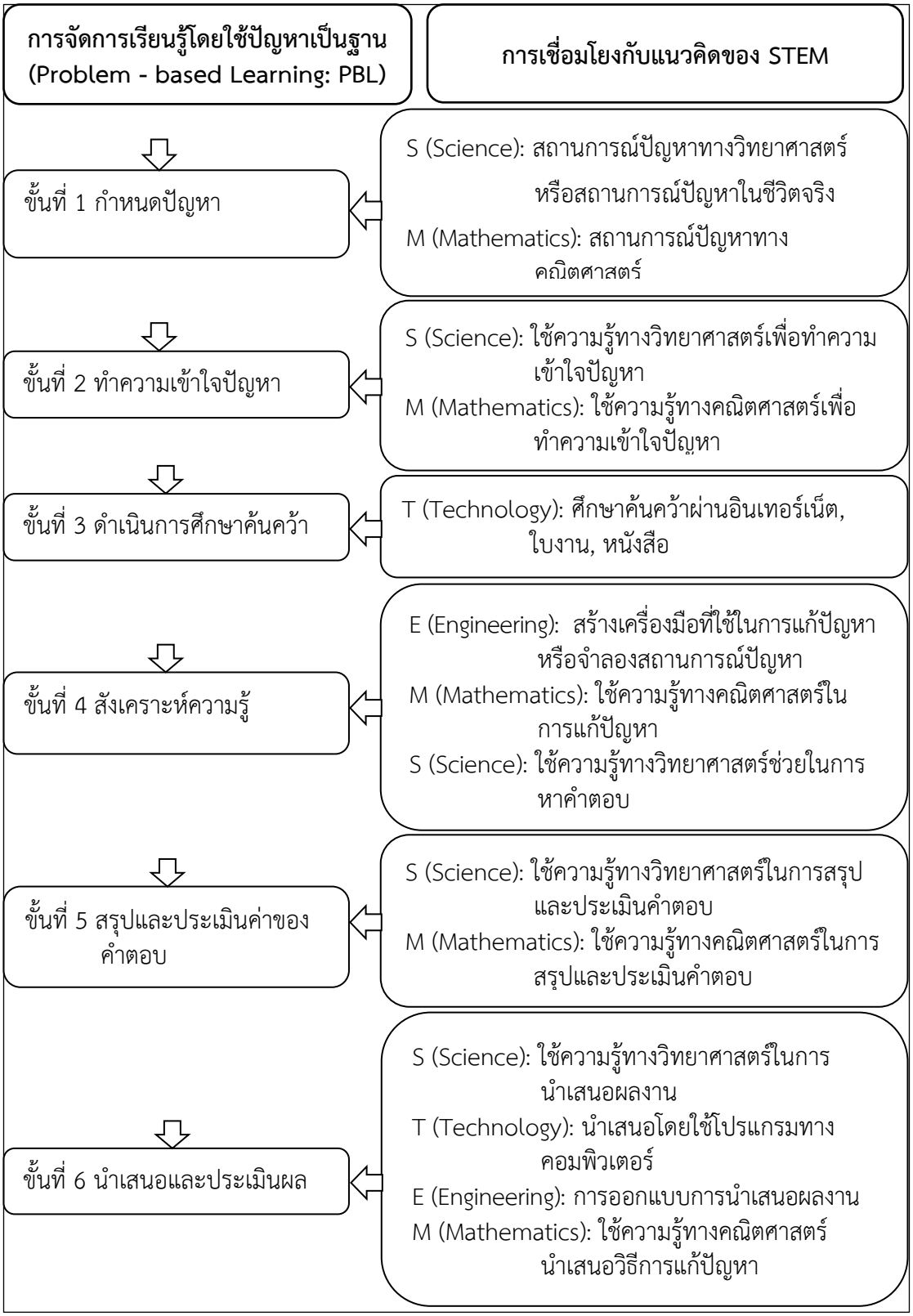
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาว่าการใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาจะส่งผลต่อการคิดไตร่ตรองอย่างไร ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดรูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา คือการบูรณาการระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี หรือวิศวกรรมศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ และฝึกฝนทักษะที่สำคัญในหลายสาขาวิชาจากการแก้ปัญหานั้น ๆ ดังภาพที่ 1.1 โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกันตามสถานการณ์ปัญหา

ในการดำเนินการวิจัยใช้วิธีวิจัยแบบกึ่งทดลอง คัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดำเนินการวัดการคิดไตร่ตรองของนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป และจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้กรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังภาพที่ 1.1 หลังจากนั้นดำเนินการวัดการคิดไตร่ตรองของนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยแบบทดสอบหลังเรียน และวัดความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ จากนั้นนำข้อมูลมาจัดระเบียบเพื่อทำการวิเคราะห์



ภาพที่ 1.1 รูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 พัฒนาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนที่ได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.6.2 เป็นแนวทางให้ครูและผู้ที่สนใจได้นำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์หรือวิชาอื่น ๆ

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 การคิดไตร่ตรอง (Reflective thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือเกิดข้อสงสัย ข้อข้องใจ ที่จะต้องตัดสินใจแก้ไขปรับปรุงหรือพัฒนา จึงคิดทบทวนเหตุการณ์ที่ผ่านมา ประสบการณ์เดิม ข้อมูล และความรู้เดิมที่มีอยู่ เพื่อหาข้อเท็จจริง เหตุผล และประโยชน์แล้วจึงตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมบนฐานของข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้น อันจะนำไปสู่การปรับปรุง พัฒนาการคิดและการกระทำของตนให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งประกอบด้วย การรับรู้ปัญหา (Problem recognition) การระบุแนวทางที่เป็นไปได้ (Numeration of possibility) การใช้เหตุผล (Reasoning) การแก้ไขปรับปรุง (Revision) และการประเมินผล (Evaluation)

1.7.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem–based Learning: PBL) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจ ผ่านกระบวนการทำงานกลุ่ม การสืบค้น กระบวนการทำความเข้าใจและแก้ไขปัญหาด้วยเหตุผล ซึ่งตัวปัญหานั้นจะมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงและเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมมือกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด เพียงพอกับการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมติฐานและแก้ปัญหา

ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนเพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูลแล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้นำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

1.7.3 สะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้สะเต็มศึกษา ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัฒน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

1.7.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี หรือวิศวกรรมศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ และฝึกฝนทักษะที่สำคัญในหลายสาขาวิชาจากการแก้ปัญหานั้น ๆ

1.7.5 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยอิงจากคู่มือครู สาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป

1.7.6 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้สึกชอบ ความรู้สึกพอใจ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้แบบวัดความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) จำแนก 5 ระดับ ซึ่งทำการประเมิน 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านกิจกรรมการเรียนรู้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 แนวคิดเกี่ยวกับการคิดไตร่ตรอง (Reflective thinking)

2.1.1.1 ความหมายของการคิดไตร่ตรอง

สัจธรรม พรทวีกุล (2556; อ้างอิงจาก Dewey, 1933) ได้อธิบายความหมายของการคิดไตร่ตรองไว้ว่า การคิดไตร่ตรองนั้นเป็นการคิดพิจารณาอย่างมุ่งมั่น ด้วยความรอบคอบและระมัดระวัง โดยมีความรู้ที่ได้กลั่นกรองมาอย่างดีแล้วเป็นข้อสนับสนุนมาใช้ในการพิจารณาและตัดสินใจเกี่ยวกับความเชื่อ หรือการตัดสินใจคาดคะเนสิ่งต่าง ๆ โดยจะใช้หลักฐาน ข้อมูลหรือเกณฑ์มาประกอบการตัดสินใจ

พรทิพย์ ศิริสมบูรณ์เวช (2547) กล่าวว่า การคิดไตร่ตรองเป็นการคิดระดับสูงที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่มีความสงสัยหรือเป็นปัญหา ซึ่งจะต้องสร้างทางเลือกโดยการพิจารณาทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างละเอียด และใช้เหตุผลประกอบการคิด เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจใหม่ และการตัดสินใจที่ถูกต้อง บุคคลที่มีการคิดไตร่ตรองย่อมแสดงถึงความเจริญทางวุฒิภาวะและสติปัญญา เพราะสามารถแก้ไขปัญหาหรือความขัดแย้งได้อย่างมีเหตุผล

นันทกาญจน์ ชินประหัษฐ์ (2553) กล่าวว่า การคิดไตร่ตรอง (Reflective thinking) เป็นความสามารถในการคิดที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือเกิดความคับข้องใจ สงสัย จะต้องตัดสินใจแก้ไขปรับปรุงหรือพัฒนา จึงคิดทบทวนเหตุการณ์ที่ผ่านมาประกอบกับประสบการณ์เดิม ข้อมูล และความรู้เดิมที่มีอยู่ เพื่อวินิจฉัยข้อเท็จจริง เหตุผล คุณค่า และประโยชน์แล้วจึงตัดสินใจบนฐานของข้อเท็จจริงอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหานั้น อันจะนำไปสู่การปรับปรุง พัฒนาการคิดและการกระทำของตนให้ดียิ่งขึ้น

สมใจ พรมสารี (2553) กล่าวว่า การคิดไตร่ตรองเป็นกระบวนการในการพินิจพิจารณาเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของตนอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อมองหาข้อควรปรับปรุงหรือเป็นปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา มองหาทางเลือกที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมแล้วนำไปปฏิบัติ ก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงและนำไปสู่การพัฒนาการปฏิบัติงานของตนเองให้ดีขึ้น

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) กล่าวว่า การคิดไตร่ตรอง (Reflective thinking) หมายถึง การคิดเกี่ยวกับความคิด ความรู้สึก พฤติกรรม ปฏิสัมพันธ์และการกระทำของตนและผู้อื่นในสถานการณ์และบริบทต่าง ๆ โดยมีการย้อนคิดวิเคราะห์ พิจารณาถึงเหตุผล ความรู้ ความเชื่อ หลักฐาน ผลที่เกิดขึ้นและความเหมาะสมกับบริบท การคิดไตร่ตรองเกิดขึ้นได้ทั้งในขณะที่บุคคลกำลังปฏิบัติงานหรือเผชิญสถานการณ์ (Reflection in action) หรือเป็นการพิจารณาถึงเหตุการณ์ที่ได้เกิดขึ้นแล้ว (Reflection on action) หรือเป็นการคิดเพื่อใช้ปฏิบัติงานในอนาคต (Reflection for action)

สัจธรรม พรทวีกุล (2556) กล่าวว่า การคิดไตร่ตรองหมายถึง พฤติกรรมที่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการคิดไตร่ตรอง 4 คุณลักษณะดังนี้ (1) การสะท้อนย้อนคิดต่อการกระทำและความคิดของตนที่มีต่อประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมที่ได้เผชิญ (2) การกำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการพัฒนาได้อย่างเหมาะสม โดยใช้ความรู้ความเชื่อประกอบการตัดสินใจ (3) การสร้างทางเลือกและข้อสันนิษฐานที่ดีในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และ (4) การสร้างข้อสรุปตามหลักฐานนั้นอย่างสร้างสรรค์

2.1.1.2 ความสำคัญของการคิดไตร่ตรอง

สุรสีห์ จันทร์แสงศรี (2557; อ้างอิงจาก Dewey, 1933) ได้ให้แนวคิดของการคิดว่าเป็นสิ่งที่มีคุณค่า เพราะการคิดช่วยให้คนได้มองเห็นสภาพปัญหาต่าง ๆ ในอนาคต ซึ่งจะช่วยให้บุคคลได้คิดหาแนวทางในการหลีกเลี่ยงหรือป้องกันได้ และการคิดช่วยขยายความหมายของสิ่งต่าง ๆ ในโลกได้ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการคิด คือ คนจะมีการปฏิบัติหรือการกระทำตามที่เขาคิดถึงแม้ว่ามันจะถูกหรือผิดก็ตาม เนื่องจากการคิดมีพลังอำนาจจึงต้องการการควบคุม โดยได้แนะวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการช่วยรักษาความคิดให้เป็นไปอย่างถูกต้อง โดยมีการควบคุมเงื่อนไขภายใต้การสังเกตและการสรุปความคิดตามสิ่งที่เกิดขึ้นและได้มีการทบทวนแนวคิดโดยกล่าวว่า สิ่งที่บุคคลรู้จะเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิดครั้งแรก แล้วจึงนำไปสู่การคิดอื่น ๆ ซึ่งก่อให้เกิดความสมบูรณ์แบบของการคิดนั้น สำหรับการคิดไตร่ตรองเป็นกระบวนการที่ช่วยในการพิจารณาหาข้อผิดพลาดในการคิดโดยเฉพาะ ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดจึงได้สร้างสรรค์เงื่อนไขต่าง ๆ ก่อนที่จะนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องหรือข้อสรุปต้องอยู่ภายใต้หลักฐานที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังได้กล่าวว่าเนื่องจากการคิดมีอิทธิพลอย่างมากจากกิเลสที่อยู่ภายในตัวบุคคลและสังคมนอกจากความเคยชิน โดย

ปราศจากการคิดไตร่ตรอง บุคคลจึงตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของการคิดที่ผิด ดังนั้นการกำหนดเงื่อนไขโดยการเปิดใจกว้างในการคิดจะช่วยป้องกันการคิดที่ผิดได้ ซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อสรุปที่เหมาะสมและเป็นจริง และจากการควบคุมเงื่อนไขสามารถช่วยกำหนดกรอบแนวคิดที่ดีสำหรับความจริง ทำให้การคิดไตร่ตรองมีความสมบูรณ์ขึ้น โดยจะพยายามให้เกิดความชัดเจนในการตรวจสอบ โดยปราศจากอคติในสิ่งที่ศึกษา

ในสังคมสมัยใหม่จะมีความซับซ้อนมากขึ้น ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ มีให้ใช้ตลอดเวลา และมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างเร็ว ซึ่งทำให้ผู้ใช้ควรจะมีการคิดทบทวนอยู่เสมอ อาจทำให้ต้องเปลี่ยนทิศทางและเปลี่ยนกลวิธีในการแก้ปัญหา ดังนั้นการคิดไตร่ตรองในระหว่างการเรียนรู้จึงมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น เพื่อที่จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนากลวิธีที่จะประยุกต์ใช้ความรู้ใหม่ ๆ ในสถานการณ์ที่ซับซ้อน การคิดไตร่ตรองช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงด้วยการทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม คิดทั้งในลักษณะนามธรรมและเชิงความคิดรวบยอด ประยุกต์ใช้กลวิธีที่เฉพาะเจาะจงกับงานวิชาการ และเข้าใจความคิดและกลวิธีการเรียนของตนเอง (ศรีวิไล พลมณี, 2554)

2.1.1.3 กระบวนการในการคิดไตร่ตรอง

นันทกาญจน์ ชินประหัษฐ์ (2553; อ้างอิงจาก Dewey, 1933) สามารถสรุปกระบวนการคิดไตร่ตรองได้เป็น 3 ระยะ ระยะแรก เป็นช่วงที่เกิดความงุนงง สงสัย ความไม่แน่ใจ ความคับข้องใจ หรือเป็นสถานการณ์ที่ยุ่งยาก ระยะเริ่มแรกนี้เรียกว่า ระยะก่อนการคิดไตร่ตรอง (pre-reflective) ในระยะนี้จะเป็นระยะที่กำหนดปัญหาสำหรับการคิดไตร่ตรอง เพื่อหาวิธีการในการแก้ปัญหา ต่อมาในระยะที่สอง เป็นระยะของการคิดไตร่ตรอง ซึ่งประกอบด้วย 5 ระยะย่อย ดังนี้

(1) ระยะการให้ข้อเสนอแนะหรือทางเลือกในการแก้ปัญหา (Suggestion) เป็นระยะที่สมองรับเอาปัญหาหรือความซับซ้อนที่เกิดขึ้นเข้ามา แล้วสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาหรือความสงสัยนั้น

(2) ระยะการใช้กระบวนการทางปัญญา (Intellectualization) วิเคราะห์ความยากลำบากหรือความคลุมเครือของแต่ละทางเลือก เพื่อหาทางแก้ปัญหา เป็นระยะที่เราใคร่ครวญพิจารณาความยากหรือความซับซ้อนของปัญหาที่ได้ประสบอยู่ ตามความจริงที่ปรากฏอยู่และความคิดที่สร้างทางเลือกไว้ว่าทางเลือกไหนจึงจะเหมาะสมกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

(3) ระยะการตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) เป็นระยะที่เราตรวจสอบข้อมูลที่มีอยู่ในตนเองและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากเหตุการณ์ที่ประสบกับทางเลือกที่อยู่ในความคิด เพื่อตั้งเป็นสมมติฐานสำหรับทางออกที่เป็นได้

(4) ระยะการใช้เหตุผล (Reasoning) ในการวิเคราะห์ความคิดหรือข้อสมมติอย่างละเอียดถี่ถ้วนยิ่งขึ้น ระยะนี้เป็นระยะที่เราคิดตัดสินใจเลือกทางออกที่เราคิดว่าเป็นจริงหรือถูกต้องและมีเหตุผลที่สุด

(5) ระยะการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis testing) เป็นระยะที่กระทำตามทางที่เลือกโดยการแสดงออกจริงหรือการลงความเห็นในใจ

และในระยะสุดท้าย เป็นระยะที่ความสงสัยหรือปัญหาถูกคลี่คลาย เรียกระยะนี้ว่า ระยะหลังการไตร่ตรอง (Post–reflective) ซึ่งผลลัพธ์ของระยะนี้คือ การได้รับประสบการณ์โดยตรง และทำให้เกิดความพึงพอใจ และความสบายใจ

Baron (1981) ได้แบ่งกระบวนการคิดไตร่ตรองเป็น 5 ขั้นตอน คือ

(1) การรับรู้ปัญหา (Problem recognition) มีความสามารถในการรับรู้และจำแนกปัญหา

(2) การระบุแนวทางที่เป็นไปได้ (Numeration recognition)

(3) การใช้เหตุผล (Reasoning) เป็นการให้ข้อเสนอแนะและเหตุผลว่า ทำไมจึงใช้วิธีนี้ในการแก้ปัญหา โดยการหาหลักฐานมาสนับสนุนความเป็นไปได้

(4) การแก้ไขปรับปรุง (Revision) เป็นการทบทวนเหตุผลที่กล่าวอ้างใหม่ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับสถานการณ์ที่จะนำไปใช้อย่างได้ผล

(5) การประเมินผล (Evaluation) เพื่อให้ได้ข้อสรุปถึงแนวทางที่ดีที่สุดที่จะนำไปใช้

จากการศึกษาความหมายของการคิดไตร่ตรอง ความสำคัญของการคิดไตร่ตรอง และกระบวนการในการคิดไตร่ตรองข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่าการคิดไตร่ตรองตามแนวคิดของ Baron และนันทกาญจน์ ชินประหัษฐ์ มีความครอบคลุมต่อความหมายของการคิดไตร่ตรองดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ให้ความหมายของการคิดไตร่ตรอง ดังนี้ การคิดไตร่ตรอง หมายถึง ความสามารถในการคิดที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลเผชิญสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือเกิดข้อสงสัย ข้อข้องใจ ที่จะต้องตัดสินใจแก้ไขปรับปรุงหรือพัฒนา จึงคิดทบทวนเหตุการณ์ที่ผ่านมา ประสบการณ์เดิม ข้อมูล และความรู้เดิมที่มีอยู่ เพื่อหาข้อเท็จจริง เหตุผล และประโยชน์แล้วจึงตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมบนฐานของข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้น อันจะนำไปสู่การปรับปรุง พัฒนาการคิดและการกระทำของตนให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งประกอบด้วย การรับรู้ปัญหา (Problem recognition) การระบุแนวทางที่เป็นไปได้ (Numeration of possibility) การใช้เหตุผล (Reasoning) การแก้ไขปรับปรุง (Revision) และการประเมินผล (Evaluation)

2.1.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem–based Learning: PBL)

2.1.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Barrow (1980; อ้างอิงจาก อานุภาพ เลขะกุล, ม.ป.ป.) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือบริบทให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ แสวงหา

และบูรณาการความรู้ใหม่ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในสภาพการณ์จริง โดยผู้เรียนอาจไม่จำเป็นต้องมีความรู้หรือพื้นฐานเรื่องนั้นมาก่อน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นโดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อผู้เรียน ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลและการสืบค้นหาข้อมูลเพื่อเข้าใจกลไกของตัวปัญหา รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา การเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายต่อผู้เรียน

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem–based Learning: PBL) เป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริงและดำเนินการแก้ปัญหานั้น โดยเชื่อว่า กระบวนการต่าง ๆ ที่ผู้เรียนดำเนินการ เช่น การคิดวิเคราะห์ปัญหา การแสวงหาทางแก้ปัญหา ปฏิบัติการแก้ปัญหา การเก็บข้อมูลวิเคราะห์และสรุปผล โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งรวมทั้งช่วยพัฒนาทักษะการคิดและทักษะทางสังคมของผู้เรียนได้ด้วย

ทิศนา แขมมณี (2555) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ

ไพศาล สุวรรณน้อย (ม.ป.ป.) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโลกเป็นบริบทของการเรียนรู้ (Learning context) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาไปพร้อมกันด้วย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก ถ้ามองในแง่ของยุทธศาสตร์การสอน PBL เป็นเทคนิคการสอน ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วย

ตนเองเผชิญหน้ากับปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการคิดหลายรูปแบบ เช่น การคิดวิจารณญาณ คิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

2.1.2.2 ลักษณะการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) สรุปลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ดังนี้

(1) ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้

(2) ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ควรเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นพบเห็นได้ในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริง

(3) ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตนเอง (Self–directed learning) ค้นหาและแสวงความรู้คำตอบด้วยตนเอง ดังนั้น ผู้เรียนต้องวางแผนการเรียนด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

(4) ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการรับส่งข้อมูล เรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกการจัดระบบตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรู้คำตอบที่ได้มีความหลากหลายองค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียน มีการสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ นอกจากจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แต่อาจทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

(5) การเรียนรู้มีลักษณะบูรณาการความรู้และบูรณาการทักษะกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระจ่างชัด

(6) ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะได้มาภายหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น

(7) การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานความก้าวหน้าของผู้เรียน

อานุภาพ เลขะกุล (ม.ป.ป.) ได้กล่าวว่าลักษณะสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประกอบด้วย

(1) ใช้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์จริงเป็นตัวกระตุ้นหรือจุดเริ่มต้นในการแสวงหาความรู้

(2) การบูรณาการเนื้อหาความรู้ในสาขาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

(3) เน้นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลและเป็นระบบ

(4) เรียนเป็นกลุ่มย่อยโดยมีครูหรือผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนและกระตุ้น

(5) เน้นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตนเองหรือกลุ่มตั้งไว้

ไพศาล สุวรรณน้อย (ม.ป.ป.) กล่าวว่า รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือ PBL มีลักษณะสำคัญดังนี้

(1) ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้อย่างแท้จริง (Student - centered learning)

(2) จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ ให้มีจำนวนกลุ่มละประมาณ 5–8 คน

(3) ผู้สอนทำหน้าที่ เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (Guide)

(4) ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้น (สิ่งเร้า) ให้เกิดการเรียนรู้

(5) ลักษณะของปัญหาที่นำมาใช้ ต้องมีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน มีวิธีแก้ไขปัญหาได้อย่างหลากหลาย อาจมีคำตอบได้หลายคำตอบ

(6) ผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง (Self - directed learning)

(7) การประเมินผล ใช้การประเมินผลจากสถานการณ์จริง (Authentic assessment) ดูจากความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนในขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning process) และพิจารณาจากผลงานที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ (Learning product)

ประพันธ์ ศิริสุเสารัจ (2551) กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนและผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าควรมีลักษณะดังนี้

(1) บทบาทของผู้เรียน

(1.1) ผู้เรียนต้องมีความรู้เดิมที่เหมาะสมและเพียงพอกับปัญหาที่กำหนด หากผู้เรียนมีความรู้เดิมน้อยเกินไปไม่เหมาะสมกับปัญหาจะทำให้ผู้เรียนเกิดความยากลำบากและเสียเวลามากในการค้นหาคำตอบ

(1.2) เนื่องจากเป็นการเรียนกลุ่มย่อย ผู้เรียนจะต้องมีทักษะการทำงานกลุ่มและความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับคนอื่นในกลุ่มจะทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มประสบผลสำเร็จได้ดียิ่งขึ้น เช่น บทบาทการเป็นผู้นำและผู้ตาม

(1.3) เนื่องจากการเรียนเป็นกลุ่มย่อยผู้เรียนต้องตระหนักถึงความสำคัญของการทำงานเป็นทีม ผู้เรียนจะต้องมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายและร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่มในการทำงาน

(1.4) ผู้เรียนจะต้องมีทักษะความสามารถที่เป็นพื้นฐานในการทำงาน เช่น ทักษะในการค้นหา เก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ การใช้คอมพิวเตอร์ การใช้อินเทอร์เน็ต การค้นหาเอกสารต่าง ๆ

(2) บทบาทของผู้สอน

(2.1) เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน ผู้สอนจะต้องมีวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้โดยการกระตุ้นยั่วยุให้เกิดความอยากรู้และอยากแสวงหาความรู้ เป็นผู้จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน ผู้สอนจึงต้องเป็นผู้เตรียมสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ ให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวก เสนอปัญหาที่น่าสนใจให้แก่ผู้เรียน ตลอดจนจัดเตรียมประสบการณ์ สื่อ เครื่องมือต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนในการค้นหาคำตอบได้เองอย่างไม่เบื่อหน่าย

(2.2) เป็นผู้เชี่ยวชาญในการป้อนความรู้ที่ตนเชี่ยวชาญให้แก่ผู้เรียน พึงระมัดระวังการลอกคำตอบหรือข้อมูลแก่ผู้เรียน ควรกระตุ้นให้ผู้เรียนไปค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งอื่น

(2.3) กระตุ้น แนะนำให้ผู้เรียนไปค้นคว้าข้อมูลอย่างลึกซึ้ง โดยการใช้คำถามที่ดีในการกระตุ้นให้รู้จักคิดและไตร่ตรองได้เอง

(2.4) แนะนำผู้เรียนผ่านขั้นตอนการเรียนรู้ทีละขั้นและให้กำลังใจในการค้นคว้า

(2.5) ผู้สอนอาจไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญสาขาใด ๆ แต่ต้องถ่ายทอดทักษะกระบวนการค้นคว้าความรู้แก่ผู้เรียนตลอดจนจัดเตรียมสื่อเอกสาร แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ โดยครูอาจมีการเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กับผู้เรียน

2.1.2.3 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550) กล่าวว่า ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สิ่งสำคัญที่สุดคือ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ ลักษณะสำคัญของปัญหามีดังนี้

(1) เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียน หรือผู้เรียนอาจมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้น

(2) เป็นปัญหาที่พบบ่อย มีความสำคัญ มีข้อมูลประกอบเพียงพอสำหรับการค้นคว้า

(3) เป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนตายตัว เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนคลุมเครือ หรือผู้เรียนเกิดความสงสัย

(4) ปัญหาที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ข้อถกเถียงในสังคมยังไม่มีข้อยุติ

(5) เป็นปัญหาอยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่อยากรู้ แต่ไม่รู้

(6) ปัญหาที่สร้างความเดือดร้อน เสียหาย เป็นสิ่งไม่ดี และเกิดโทษภัยหากใช้ข้อมูลเพียงลำพังคนเดียวอาจทำให้ตอบปัญหาผิดพลาด

(7) เป็นปัญหาที่มีการยอมรับว่าจริง ถูกต้อง แต่ผู้เรียนไม่เชื่อว่าจริง ไม่สอดคล้องกับความคิดของผู้เรียน

(8) ปัญหาที่อาจมีคำตอบหรือมีแนวทางในการหาคำตอบได้หลากหลายแนวทาง ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา

(9) เป็นปัญหาที่มีความยากความง่าย เหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน

(10) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องมีการสำรวจค้นคว้า รวบรวมข้อมูล หรือทดลองดูก่อน จึงจะได้คำตอบ ไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้ง่าย ๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไรหรือคำตอบ หรือผลของความรู้เป็นอย่างไร

(11) เป็นปัญหาส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะ สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ลักษณะการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของกระทรวงศึกษาธิการไว้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจ ผ่านกระบวนการทำงานกลุ่ม การสืบค้น กระบวนการทำความเข้าใจและแก้ไขปัญหาด้วยเหตุผล ซึ่งตัวปัญหานั้นจะมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริง และเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้

2.1.2.4 ขั้นตอนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550) กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมเพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

ไพศาล สุวรรณน้อย (ม.ป.ป.) ได้ศึกษาผลงานวิจัยด้านการพัฒนาการเรียนการสอนที่ใช้ PBL ที่อาศัยลักษณะสำคัญชองการจัดการเรียนรู้แบบ PBL เป็นกรอบในการออกแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ พบว่ามีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ จากรูปแบบพื้นฐานที่มี 7 ขั้นตอน แล้วปรับขยายหรือเพิ่มขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งความแตกต่างของแต่ละรูปแบบจะเลือกใช้ให้เหมาะสมกับระดับของผู้เรียนและลักษณะเฉพาะของเนื้อหาวิชาด้วย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

(1) Clarifying unfamiliar terms กลุ่มผู้เรียนทำความเข้าใจข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหาให้ชัดเจน โดยอาศัยความรู้พื้นฐานของสมาชิกในกลุ่มหรือการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารตำรา หรือสื่ออื่น ๆ

(2) Problem definition กลุ่มผู้เรียนระบุปัญหาหรือข้อมูลสำคัญร่วมกัน โดยทุกคนในกลุ่มทำความเข้าใจปัญหา เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ใดที่กล่าวถึงในปัญหานั้น

(3) Brainstorm กลุ่มผู้เรียนระดมสมองวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ และหาเหตุมาอธิบาย โดยอาศัยความรู้เดิมของสมาชิกกลุ่ม เป็นการช่วยกันคิดอย่างมีเหตุผล สรุปรวบรวมความรู้และแนวคิดของกลุ่มเกี่ยวกับกลไกการเกิดปัญหา เพื่อนำไปสู่การสร้างสมมติฐานที่สมเหตุสมผลเพื่อใช้แก้ปัญหานั้น

(4) Analyzing the problem กลุ่มผู้เรียนอธิบายและตั้งสมมติฐานที่เชื่อมโยงกันกับปัญหาตามที่ได้ระดมสมองกัน แล้วนำผลการวิเคราะห์มาจัดลำดับความสำคัญโดยใช้พื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน การแสดงความคิดอย่างมีเหตุผล

(5) Formulating learning issues กลุ่มผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อค้นหาข้อมูลที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ที่ตั้งไว้ ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าความรู้ส่วนใดรู้แล้ว ส่วนใดต้องกลับไปทบทวน ส่วนใดยังไม่รู้หรือจำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติม

(6) Self–study ผู้เรียนค้นคว้ารวบรวมสารสนเทศจากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self – directed learning)

(7) Reporting จากรายงานข้อมูลสารสนเทศใหม่ที่ได้เข้ามา กลุ่มผู้เรียนนำมาอภิปราย วิเคราะห์ สังเคราะห์ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แล้วนำมาสรุปเป็นหลักการและแนวทางเพื่อนำไปใช้โอกาสต่อไป

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

(1) ผู้เรียนเผชิญปัญหาที่คลุมเครือ

(2) ผู้เรียนถามคำถามในสิ่งที่สนใจจากสถานการณ์ โดยใช้ IPF question (I–Interesting question P–Puzzling question F–Important answers to find)

(3) การดำเนินการค้นหา

(4) เขียนแผนผังการค้นปัญหา และจัดลำดับความสำคัญ

บทบาทครู–แนะนำ อำนวยความสะดวก (แต่ไม่ตัดสินใจให้)

(5) การสำรวจ / สืบเสาะ เพื่อช่วยกำหนดกลยุทธ์ของกลุ่ม

บทบาทครู–ครูจะวางระบบแผนงานโดยรวมอย่างไร สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะรับผิดชอบอะไรบ้าง โดยครูใช้คำถามแนะนำการสืบเสาะ

(6) การวิเคราะห์ ผู้เรียนรับผิดชอบต่อการวิเคราะห์ผล โดยครูใช้คำถามแนะนำและแนะนำวิธีการใช้ข้อมูล

(7) การเรียนรู้ซ้ำ เสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้ต่อกัน เกิดความเข้าใจใหม่และนำไปใช้แก้ปัญหาและนิยามปัญหา ถ้าไม่ชัดเจนไปเรียนรู้เพิ่มเติม

(8) การสร้างแนวคำตอบและข้อแนะนำ สร้างความรู้จากผลลัพธ์ที่ได้ โดยครูจะแนะนำวิธีการสร้างความรู้

(9) สื่อความหมายและผลลัพธ์ที่ได้

(10) การประเมินผลโดยครู ผู้เรียน และเพื่อน

บทบาทครู การประเมินการปฏิบัติการ โดยประเมินการใช้ข้อมูลร่วมกัน การค้นหาและนิยามปัญหา การได้มาซึ่งความรู้ การนำตนเอง ทักษะการเรียนแบบร่วมมือ และการแก้ปัญหา ใช้การประเมินตามสภาพจริง โดยการสร้างเกณฑ์การประเมิน (Rubric scoring) เพื่อการประเมิน การอภิปราย การเขียนอนุทิน บันทึกการทดลอง การให้คะแนนตนเอง และการสัมภาษณ์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ตามขั้นตอนของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2.1.3 สะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.1.3.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สุพรรณี ชาญประเสริฐ (2557: 4) ให้ความหมายของ STEM Education ว่า เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเข้ากับการเรียนรู้เนื้อหาด้วย พฤติกรรมเหล่านี้รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ ดังนั้นพบว่า สะเต็มศึกษาไม่ใช่เรื่องใหม่ เพียงแต่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อมุ่งเน้นให้สามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ม.ป.ป.) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

2.1.3.2 ความเป็นมาของสะเต็มศึกษากับการศึกษาไทย

คำว่า “สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึงองค์ความรู้ วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริงที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน คำว่า STEM ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Science Foundation: NSF) ซึ่งใช้คำนี้เพื่ออ้างถึงโครงการหรือโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาไม่ได้

ให้นิยามที่ชัดเจนของคำว่า STEM มีผลให้มีการใช้และให้ความหมายของคำนี้แตกต่างกันไป เช่น มีการใช้คำว่า STEM ในการอ้างอิงถึงกลุ่มอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ม.ป.ป.)

2.1.3.3 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิดและลักษณะดังนี้ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2558; อ้างอิงจาก Dejarnette, 2012; Wayne. 2012; Breiner, et al., 2012; ธวัช ชิตตระการ, 2555; รักษพล ธนานุวงศ์, 2556; อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2555)

(1) เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักการศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry based science teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific problem-based activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจมีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering design หรือ Design process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่ไม่สามารถเรียนได้แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มิได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่มการจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-level math thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็ก หรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

(2) เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาล–มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based learning Problem-based learning Design-based learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดีและถ้าครูผู้สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำ STEM Education ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

นอกจาก STEM Education จะเป็นการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 สาขาที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังเป็นการบูรณาการด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการทำงาน การเพิ่มมูลค่า และสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

(3) เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชา ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำ ตลอดจนการน้อมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

2.1.3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลสะเต็มศึกษา

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556: 17-18) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลสะเต็มศึกษาไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ STEM ต้องสอดคล้องกับหลักสูตรหรือมาตรฐานการเรียนรู้ สามารถนำไปบูรณาการกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิม เพื่อมิให้เป็นภาระกับผู้สอนอันจะก่อให้เกิดปัญหากับการเรียนการสอนได้ นอกจากนั้นยังพบว่ากระบวนการของการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ได้มุ่งเน้นแนวคิดการลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific practice) ที่ไม่เพียงแต่ค้นคว้าเพื่อให้ได้คำตอบแต่ยังมุ่งเน้นการลงมือปฏิบัติทั้งการทดลองและการสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยการบูรณาการเข้ากับคณิตศาสตร์และใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมและเทคโนโลยี (Engineering and Technology design process) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะต่าง ๆ จากการปฏิบัติ

การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนนั้น มีการกำหนดกรอบเวลาอย่างชัดเจนและให้สอดคล้องกับภาระงานของผู้เรียน อาจแบ่งกิจกรรมได้เป็นกิจกรรมช่วงเวลาสั้น (4-6 ชั่วโมง) กิจกรรมโครงงานย่อย (2-8 ชั่วโมง) หรือการทำโครงงาน (Project-based Learning: PBL) ระยะยาวตลอดภาคเรียนก็ได้

หลักการสำคัญในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม คือ จะต้องใช้บริบทของกิจกรรมที่นักเรียนคุ้นเคยเพื่อให้เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและมองว่าเป็นสิ่งใกล้ตัว มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหา (Problem solving) ฝึกการคิดเชิงระบบ (Systems thinking) และการคิดวิเคราะห์ (Critical thinking) มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีม และให้ผู้เรียนฝึกใช้อุปกรณ์ สื่อ และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ (เช่น เป็นเครื่องมือในการสืบค้นข้อมูล) รวมถึงมีการฝึกการนำเสนอผลงานที่นักเรียนได้จัดทำ ช่วยให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงจุดมุ่งหมาย เหตุผล กระบวนการในการเรียนรู้

ในขณะที่การวัดและการประเมินผลนั้นจะต้องมีแนวทางที่สอดคล้องกับหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ครอบคลุมการปฏิบัติในชั้นเรียน การวัดผลไม่เพียงแต่ดูที่ผลงานปลายทางของผู้เรียน แต่จะต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการทำงาน และทักษะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน (Formative assessment) ซึ่งจะสอดคล้องกับการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาในข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไว้ว่าเป็นแนวทางการจัดการศึกษาแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้สะเต็มศึกษา ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัฒน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

2.1.4 ความพึงพอใจ

2.1.4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

กนกวรรณ แก้วชารุณ (2553; อ้างอิงจาก Morse, 1955) ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า ทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถถ่ายทอดความเครียดของผู้ที่ทำงานให้น้อยลง ถ้าเกิดความเครียดมากจะทำให้เกิดความไม่พอใจในการทำงานและความเครียดนี้จะมีผลมาจากความต้องการของมนุษย์ เมื่อมนุษย์มีความต้องการมากจะเกิดปฏิกิริยาเรียกร้องหาวิธีตอบสนองความเครียดก็จะน้อยลงไปหรือหมดไป ความพึงพอใจจะมากขึ้น

นงเยาว์ ศรีประดู่ (2546) ได้สรุปว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ดังนั้นความพึงพอใจในการ

เรียนรู้จึงหมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจ ในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน และต้องดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

รัชนีวรรณ สุขเสนา (2550) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือเจตคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานในทางบวก เช่น ความรู้สึกชอบ รัก พอใจ เต็มใจ และยินดี ซึ่งเกิดจากการได้รับการตอบสนองความต้องการทั้งด้านวัตถุ และด้านจิตใจเป็นความรู้สึกที่มีความสุข เมื่อดำเนินการปฏิบัติงานนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

ไพลิน สว่างเมฆารัตน์ (2552) ได้ให้ความหมายของไว้ว่า เป็นความรู้สึกรักชอบใจ ในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และต่อการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ ซึ่งเป็นพฤติกรรมทางบวกซึ่งเป็นพฤติกรรมทางบวกที่บุคคลแสดงออกมา หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย ความพึงพอใจด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านการวัดผลและการประเมินผล

กนกวรรณ แก้วชารุณ (2553) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ดังนี้ ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ดีใจ มีความสุข อันเป็นผลมาจากบุคคลนั้นได้รับการตอบสนองตามจุดมุ่งหมายและสำเร็จผลตามที่ตั้งใจไว้

นัสรินทร์ บือชา (2558) ให้ความหมายของความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ว่า เป็นความรู้ที่ดี ความรู้สึกชอบ ที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น วิธีการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาความหมายของความพึงพอใจข้างต้น ผู้วิจัยจึงให้ความหมายของความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาตามแนวคิดของนงเยาว์ ศรีประดู่ ไว้ดังนี้ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง ความรู้สึกชอบ ความรู้สึกพอใจ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้แบบวัดความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) จำแนก 5 ระดับ ซึ่งทำการประเมิน 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านกิจกรรมการเรียนรู้

2.1.4.2 การสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ

อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ (2535) กล่าวว่า ในการวัดความพึงพอใจสามารถวัดได้หลายวิธี ดังนี้

(1) การสังเกต เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็นการแสดงออกทางการพูด การแสดงออกทางกิริยาท่าทาง วิธีนี้ผู้สอบถามต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมระเบียบแบบแผน

(2) การสัมภาษณ์ เป็นการวัดความพึงพอใจซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้ผู้สอบถามได้รับข้อมูลที่เป็นจริงได้

(3) การใช้แบบสอบถาม เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะต้องออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นจากบุคคลเป้าหมาย ซึ่งทำได้หลายรูปแบบ ได้แก่ ลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ โดยคำถามดังกล่าวอาจเป็นคำถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามไว้ดังนี้

(1) ศึกษาคุณลักษณะที่จะวัด หรือประเด็นที่จะวัดให้เข้าใจอย่างละเอียด โดยศึกษาจากเอกสาร ตำรา หรือผลการวิจัยต่าง ๆ ที่มีลักษณะเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน ตลอดจนศึกษาลักษณะของแบบสอบถาม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

(2) กำหนดชนิดของแบบสอบถาม ให้เหมาะสมกับเรื่องที่จะวัดและกลุ่มตัวอย่าง

(3) ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถาม เพื่อวัดคุณลักษณะที่ต้องการจะวัด โดยศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามจากตัวอย่างให้เข้าใจ และยึดวัตถุประสงค์เป็นหลักในการสร้างแบบสอบถาม

(4) แบ่งคุณสมบัติที่ต้องการจะวัดออกเป็นด้านต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้สร้างง่ายขึ้นและครอบคลุมในแต่ละด้านอย่างทั่วถึง

(5) เขียนคำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม ส่วนแรกของการตอบแบบสอบถามคือคำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยความมุ่งหมาย คำอธิบายวิธีการตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งตัวอย่าง ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามทราบวัตถุประสงค์ และเข้าใจถึงวิธีการสร้างแบบสอบถามนั้น โดยมีคำชี้แจงที่ละเอียดและชัดเจน

(6) การปรับปรุงแบบสอบถาม เพื่อหาข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข และควรให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจแบบสอบถามนั้นด้วย เพื่อที่จะได้นำข้อเสนอแนะและข้อวิพากษ์วิจารณ์ของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

(7) นำแบบสอบถามไปทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์คุณภาพ เพื่อนำมาตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม

(8) ปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ เพื่อให้แบบสอบถามมีความสมบูรณ์และมีคุณภาพ ซึ่งจะทำให้ผลงานวิจัยเป็นที่น่าเชื่อถืออีกครั้งหนึ่ง

(9) จัดพิมพ์แบบสอบถาม และตรวจสอบความถูกต้องในถ้อยคำหรือสำนวนให้ละเอียด ทั้งนี้ผู้ตอบแบบสอบถามต้องอ่านเข้าใจได้ตรงประเด็น

หลักในการสร้างแบบสอบถาม มีดังนี้

(1) ต้องมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานที่จะทำ

(2) ต้องสร้างคำถามให้ตรงตามจุดมุ่งหมายตั้งไว้ เพื่อป้องกันการมีข้อคำถามนอกประเด็นและมีจำนวนข้อคำถามจำนวนมาก

(3) ต้องถามให้ครอบคลุมเรื่องที่จะวัด โดยมีจำนวนข้อคำถามที่พอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินไป แต่จะมากจะน้อยเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับพฤติกรรมที่จะวัด

(4) การเรียงลำดับข้อคำถาม ควรเรียงลำดับข้อคำถามให้ต่อเนื่องสัมพันธ์กันและแบ่งตามพฤติกรรมย่อย ๆ ไว้ เพื่อให้ผู้ตอบชัดเจนและง่ายต่อการตอบ นอกจากนั้นต้องเรียงคำถามง่าย ๆ ไว้เป็นข้อแรก ๆ เพื่อชักจูงให้ผู้ตอบอยากตอบคำถามต่อ ส่วนคำถามสำคัญ ๆ ไม่ควรเรียงไว้ตอนท้ายแบบสอบถาม เพราะความสนใจในการตอบของผู้ตอบอาจน้อยลง ทำให้ตอบอย่างไม่ตั้งใจ

(5) ลักษณะของข้อคำถามที่ดีของแบบสอบถามนั้นควรมีลักษณะ ดังนี้

(5.1) ข้อความไม่ควรยาวจนเกินไป ควรใช้ข้อความสั้น กะทัดรัด ตรงกับวัตถุประสงค์และสอดคล้องกับเรื่อง

(5.2) ข้อความหรือภาษาที่ใช้ในข้อความต้องชัดเจน เข้าใจง่าย

(5.3) ไม่ใช้คำถาม ถามนำ หรือแนะให้คำตอบ

(5.4) ไม่ถามเรื่องที่เป็นความลับ เพราะจะทำให้ตอบไม่ตรงกับข้อเท็จจริง

(5.5) ไม่ถามในเรื่องที่รู้แล้ว หรือถามในสิ่งที่วัดได้ด้วยวิธีอื่น

(5.6) ข้อคำถามต้องเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง

(5.7) ข้อคำถามหนึ่ง ๆ ควรถามเพียงปัญหาเดียว เพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนและตรงจุด ซึ่งจะง่ายต่อการนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

(5.8) คำตอบหรือตัวหลักในข้อคำถามควรมีมากพอ หรือให้เหมาะสมกับข้อคำถามนั้น แต่ถ้าไม่สามารถระบุได้หมดก็ให้ใช้ว่า อื่น ๆ โปรดระบุ

(5.9) คำตอบที่ได้จากแบบสอบถาม ให้สามารถนำมาแปลงออกมาในรูปของปริมาณและใช้สถิติอธิบายข้อเท็จจริงได้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Norma O. (2012) ได้ศึกษาผลกระทบของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ STEM ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาทางตอนใต้ของรัฐเท็กซัส ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้วัดผลลัพธ์สามด้านคือ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการอ่าน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่ม เป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 73 คนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ STEM

และนักเรียนจำนวน 103 คนที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ STEM ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ STEM มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการอ่าน สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ STEM

Sevil C. and Zehra O. Z (2015) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนตัวอย่าง เรื่อง กรดเบส โดยใช้ STEM สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศตุรกี ใช้กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม ซึ่งเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 12 คน (นักเรียนชาย 4 คน และนักเรียนหญิง 8 คน) และทำการทดสอบก่อนเรียน–หลังเรียน จัดการเรียนการสอนโดยใช้ STEM และขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ในขั้นแรกทำการทดสอบความรู้ของนักเรียนโดยใช้คำถามปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ แล้วจัดการเรียนการสอนโดยใช้ STEM ร่วมกับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E แล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้คำถามปลายเปิดจำนวน 10 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Elshafei (1998) ได้ทำการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ในวิชาพีชคณิต 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในรัฐแอตแลนตา จำนวน 15 ห้องเรียน 342 คน แบ่งเป็นห้องที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 8 ห้อง และห้องเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 7 ห้อง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

Cerezo (2004) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น แผนการเรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แล้ววิเคราะห์ผลการเรียน การเปลี่ยนแปลงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และการสัมภาษณ์ผู้เรียน พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้สร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้เรียนและการทำงานเป็นกลุ่ม พัฒนากระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม สร้างแรงกระตุ้นให้กับผู้เรียน ทำให้กลุ่มผู้เรียนสามารถควบคุมแนวทางเพื่อที่จะค้นหาคำตอบด้วยตนเองได้ และกลุ่มผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้สำเร็จ

Crowe (2001) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิดไตร่ตรองและการเรียนรู้ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคิดไตร่ตรองของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู จำนวน 3 คน ที่ประสบปัญหาในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ และใช้การคิดไตร่ตรองในการแก้ปัญหาทุกเรื่อง นักศึกษาพบว่าปัญหาที่ตนเองประสบมีหลายแง่มุม และเกิดขึ้นอย่างเป็นวงจรซึ่ง

ต้องใช้ประสบการณ์ในการเรียนรู้เกี่ยวกับการสอนมาแก้ปัญหา กระบวนการคิดไตร่ตรองที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับรูปแบบการคิดของ Dewey, Van Manen and Schon โดยถ้านักศึกษาประสบปัญหาจะพยายามทำความเข้าใจปัญหาก่อน แล้วคิดวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย พยายามใช้วิธีการเหล่านั้น และตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม นักศึกษาเรียนการสอนจากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากสถานการณ์และปัญหาจริง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้เกี่ยวกับการสอน คือ การให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหา อธิบายและแก้ไขปัญหาที่ตนเองประสบได้

Melek Demirel et al. (2015) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการคิดไตร่ตรองของนักเรียนเกรด 7 และ 8 ที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหา และเจตคติของนักเรียนที่ส่งผลต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ “มาตรวัดทักษะการคิดไตร่ตรองที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหา” และ “มาตรวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์” ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการคิดไตร่ตรองในการแก้ปัญหาของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าทักษะการคิดไตร่ตรองในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก

2.2.2 งานวิจัยในประเทศ

นัสรินทร์ บือชา (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 39 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขานครินทร์ จังหวัดปัตตานี โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 18 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์พืชดอกและการเจริญเติบโต แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบภาคสนามและแบบสัมภาษณ์ ซึ่งดำเนินการทดลองแบบกลุ่มหนึ่งกลุ่ม วัดผลก่อนและหลังเรียนการทดลอง (One group pretest–posttest design) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558) ได้ทำวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพยัคฆภูมิวิทยาคาร อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยทำการทดสอบความรู้พื้นฐานวิชาเคมีโดยใช้คะแนนวิชาเคมี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ F–test (One-way ANOVA) ปรากฏว่าความแปรปรวนของคะแนนวิชาเคมีของนักเรียนห้อง 5/2–5/8 ไม่แตกต่างกัน โดยการสุ่มแบบกลุ่มพบว่านักเรียนห้อง 5/7 ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และนักเรียนห้อง 5/5 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยให้นิยามของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการข้ามสาขาวิชาทั้งสี่ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) มีลักษณะการสอนที่ตั้งอยู่บนฐานการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หรือการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน แล้วใช้เทคโนโลยีเข้ามาเพื่ออำนวยความสะดวกในการออกแบบชิ้นงานเพื่อใช้แก้ปัญหาตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิศวกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นระบุปัญหาหรือสถานการณ์ (2) ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง (3) ขั้นออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา (4) ขั้นการทดลอง และ (5) ขั้นประเมินและปรับปรุงแก้ไข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา วิชาเคมี เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ภัสสร ติดมา (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่องระบบร่างกายมนุษย์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอุดมดรุณี จังหวัดสุโขทัย ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 48 คน โดยใช้วิธีการเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องระบบร่างกายมนุษย์ หมายถึง กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยให้นักเรียนเรียนเป็นกลุ่มย่อยที่คละกันตามความสามารถ โดยเริ่มต้นบทเรียนด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้

นักเรียนสนใจศึกษา ค้นคว้าข้อมูลวิชาวิทยาศาสตร์ (S) ที่เกี่ยวกับเรื่องโครงสร้าง หน้าที่ และโรคที่พบในระบบร่างกายมนุษย์ และนำความรู้ที่ได้จากการศึกษามาจินตนาการ แก้ปัญหา วางแผนออกแบบสร้างแบบจำลองอวัยวะที่นักเรียนสนใจขึ้นมาใหม่จากวัสดุที่มี โดยอาศัยหลักการและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ (E) ซึ่งจะใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ (M) มาช่วยในการออกแบบรูปร่างอวัยวะ คิดคำนวณค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุ และอาศัยทักษะและความรู้ทางเทคโนโลยี (T) มาช่วยในการสืบค้น ศึกษา และบันทึกข้อมูล นำเสนอชิ้นงานและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ Engineering Design Process: EIE ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งคำถาม (Ask) ขั้นที่ 2 ขั้นจินตนาการ (Imagine) ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นที่ 4 ขั้นสร้าง (Create) และขั้นที่ 5 ขั้นปรับปรุง (Improve) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่องระบบร่างกายมนุษย์ จำนวน 4 แผน 12 ชั่วโมง แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ ที่ใช้ประเมินความคิดสร้างสรรค์ของชิ้นงานนักเรียนในการสร้างผลงาน และแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ที่ใช้สัมภาษณ์นักเรียนหลังการสร้างชิ้นงาน ผลการวิจัยพบว่า (1) การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ โดยนักเรียนได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 79 ขึ้นไป ซึ่งมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นสูงทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรมแผนการเรียนรู้ใหม่ (2) นักเรียนมีแนวทางการเรียนรู้ คือ นักเรียนสามารถเลือกสร้างแบบจำลองอวัยวะโดยบอกเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล จินตนาการร่างแบบจำลองอวัยวะ วางแผนการทำงาน และซื้อวัสดุสร้างแบบจำลองอวัยวะโดยคำนึงถึงราคาและคุณสมบัติของวัสดุ สร้างและปรับปรุงแบบจำลองอวัยวะให้สมบูรณ์ขึ้นได้ ดังนั้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้มากขึ้น

เจษฎา อินพินิจ (2559) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาเปรียบเทียบกับกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา โดยแบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวนกลุ่มละ 31 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเลยพิทยาคม ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน - หลังเรียน และแบบวัดความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษามีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งนักเรียนมีความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

วิเศษ วชิรวัตถานนท์ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การปฏิบัติการส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยการจัดการสอนแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวาปีปทุม กลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/12 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาโดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาเป็นโดยอาศัยขั้นตอนกระบวนการทั้ง 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ รายวิชา การสร้างผลงานด้านคอมพิวเตอร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาการสร้างผลงานด้านคอมพิวเตอร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ระบบสนับสนุนการเรียนออนไลน์ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบสอบถามนักเรียนด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การประเมินการทำงานกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือของผู้เรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษายังส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด

ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงประมวลผลด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุกูลนารี กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยคือ นักเรียนโครงการห้องเรียนอัจฉริยะเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/9 โรงเรียนอนุกูลนารี อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 36 คน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ จำนวน 2 แผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 8 ชั่วโมง แบบประเมินการคิดเชิงประมวลผล อุปกรณ์ในการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน IPST Box แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษา และแบบบันทึกอนุทินการเรียนรู้ของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาประกอบด้วย กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ซึ่งนำมาใช้ร่วมกับชุดอุปกรณ์ IPST Box เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติชิ้นงานอย่างเป็นขั้นตอน หลังจากจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติที่ 1 นักเรียนเริ่มนำทักษะด้านการคิดเชิงประมวลผลมาใช้

ในการลงมือแก้ปัญหาและสร้างชิ้นงานตามขั้นตอนทางวิศวกรรม ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวงจรปฏิบัติที่ 2 เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างชิ้นงาน เพื่อแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจ รวมทั้งเน้นให้นักเรียนทำงานร่วมกัน ทำให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อจบกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 2 วงจรปฏิบัติ พบว่า นักเรียนเริ่มนำทักษะการคิดเชิงประมวลผลมาช่วยในการเขียนโปรแกรมได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมได้ (2) นักเรียนมีพัฒนาการด้านการคิดเชิงประมวลผลเพิ่มขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งแรก ซึ่งด้านที่มีพัฒนาการโดดเด่นที่สุด คือ การกำหนดสาระสำคัญ หรือการนำทักษะด้านคอมพิวเตอร์มาสร้างชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามากที่สุด ที่โดดเด่นที่สุดก็คือ ด้านบรรยากาศในชั้นเรียนที่สนุกสนาน และกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจ

วาสนา ภูมี (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem–based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แบบแผนการวิจัยเป็นแบบ One–group pretest–posttest design ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปกรชัย เมืองโคตร (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมสาธิตวัดพระศรีมหาธาตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ปีการศึกษา 2556 กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผ่องฉวี ไวยาวัจมัย (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดไตร่ตรองของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาในกระบวนวิชาทฤษฎีวิธีสอนคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างและใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดไตร่ตรองของนักศึกษาและศึกษาการเปลี่ยนแปลงการคิดไตร่ตรองของนักศึกษา โดยใช้

แผนการสอน บันทึกหลังการสอน บันทึกการเรียนรู้ของนักศึกษา บันทึกการสนทนากลุ่มของนักศึกษา แบบทดสอบกลางภาคและปลายภาคการศึกษา ปฏิบัติการวิจัยโดยใช้วงจร PAOR ได้แก่ การวางแผน การปฏิบัติตามแผน การสังเกตผลการปฏิบัติ และการสะท้อนคิด ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาแสดงความเห็นว่ากิจกรรมการเรียนมีลำดับขั้นตอนน่าสนใจ นักศึกษาสนุกกับการเรียน กิจกรรมช่วยให้นักศึกษาได้คิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ ทำให้มั่นใจในการแสดงความคิดเห็นกับคนอื่น ๆ และพบว่าระดับความสามารถในการคิดไตร่ตรองของนักศึกษามีพัฒนาการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ระดับที่ 1 การคิดไตร่ตรองระดับเบื้องต้น จนเกือบถึงระดับที่ 3 การคิดไตร่ตรองระดับวิพากษ์วิจารณ์

ภัทฐิกรณ์ พรมเมือง (2557) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดไตร่ตรองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานตามแบบ ACTOR Model เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานตามแบบ ACTOR Model แบบวัดความสามารถในการคิดไตร่ตรอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดไตร่ตรองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานตามแบบ ACTOR Model หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 แบบแผนการวิจัย

3.2 กลุ่มเป้าหมาย

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

3.4 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi–experiment design method) โดยมีการคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดำเนินการวัดการคิดไตร่ตรองของนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป และจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังจากนั้น ดำเนินการวัดการคิดไตร่ตรองของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยแบบทดสอบหลังเรียน ดังตารางที่ 3.1 และวัดความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ จากนั้นนำข้อมูลมาจัดระเบียบเพื่อทำการวิเคราะห์

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2
C	T_1	-	T_2

เมื่อ X คือการจัดกระทำ (Treatment)

T_1 คือ การสอบก่อนที่จะจัดกระทำการทดลอง (Pretest)

T_2 คือ การสอบหลังจากการที่จัดกระทำการทดลอง (Posttest)

C คือ กลุ่มควบคุม (Control group)

E คือ กลุ่มทดลอง (Experimental group)

3.2 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 2 ห้องเรียนที่คละความสามารถกัน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 และ 3/4 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 จำนวน 71 คน แล้วทำการจับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งได้กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 จำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 จำนวน 36 คน ในการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองจะแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน โดยใช้ผลการเรียนของนักเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 เป็นเกณฑ์ในการแบ่งความสามารถของนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับเก่ง ระดับปานกลาง และระดับอ่อน ในแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถเก่ง 1 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 1 คน ซึ่งการแบ่งกลุ่มของนักเรียนดังกล่าวจะใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้ และนักเรียนกลุ่มควบคุมจะจัดการเรียนรู้แบบปกติโดยไม่มีการแบ่งกลุ่มของนักเรียน

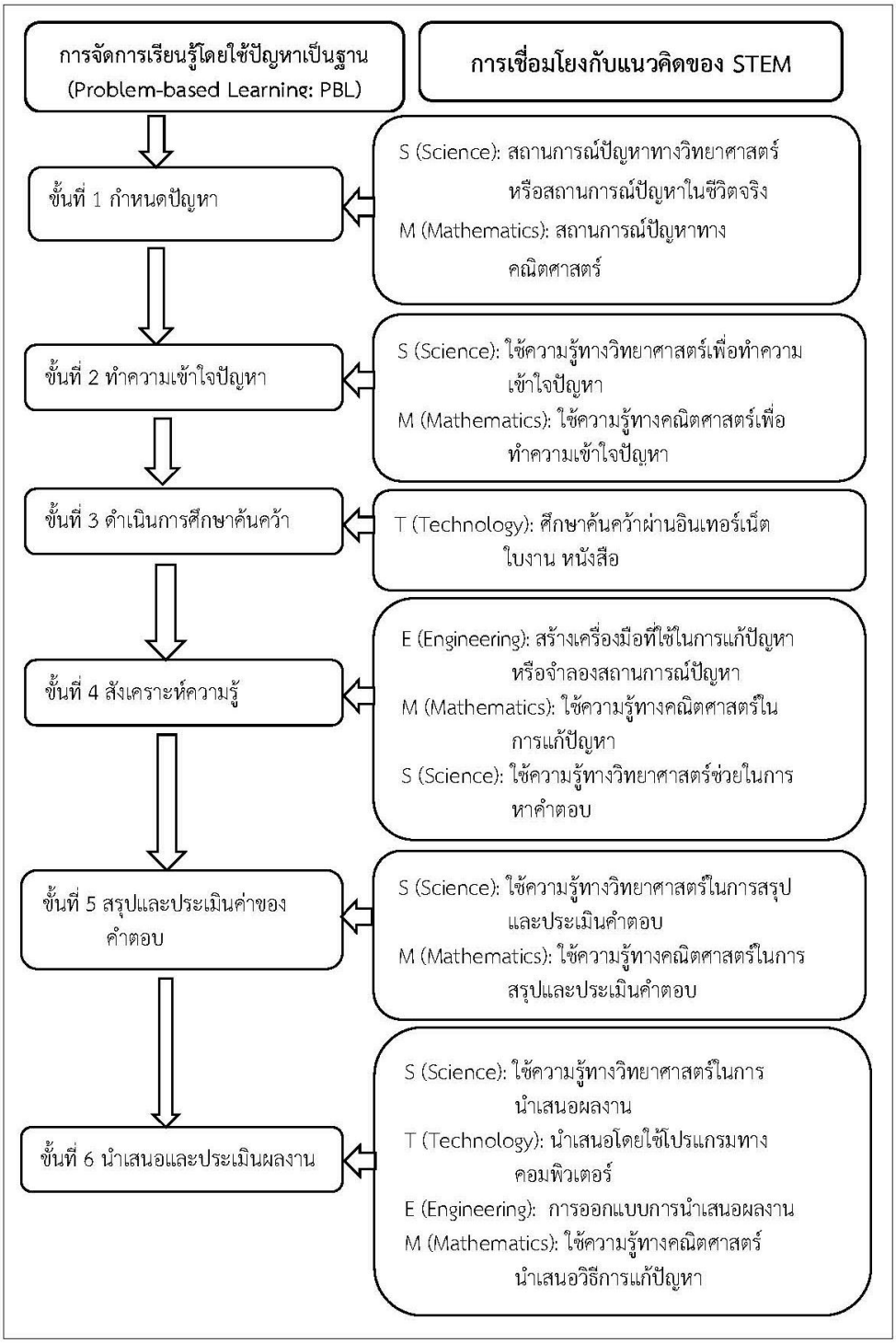
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบ่งเป็น

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาแผนการจัดการเรียนรู้ละ 2 คาบ รวม 10 คาบ คาบละ 55 นาที กำหนดรูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นสังเคราะห์ความรู้ ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ และขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน โดยในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็น วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี หรือวิศวกรรมศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ และฝึกฝนทักษะที่

สำคัญในหลายสาขาวิชาจากการแก้ปัญหานั้น ๆ ดังภาพที่ 3.1 ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกันตามสถานการณ์ปัญหา



ภาพที่ 3.1 รูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

3.3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยอิงกิจกรรมการเรียนรู้จากคู่มือครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ จำนวน 10 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลาแผนการจัดการเรียนรู้ละ 1 คาบ คาบละ 55 นาที รวม 10 คาบ ใช้สำหรับกลุ่มควบคุม

ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อเป็นจัดการแนวทางในการจัดการเรียนรู้

2) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น รายวิชาพื้นฐาน โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย

3) วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน และเขียนแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับทั้งสองกลุ่ม ซึ่งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะแตกต่างกันในขั้นกิจกรรมการเรียนรู้

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้ และความถูกต้องของภาษาที่ใช้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้งเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย ก่อนนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้สำหรับทั้งสองกลุ่มต่อไป

แนวทางการจัดการเรียนรู้และตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2) แสดงได้ดังตารางที่ 3.2 และตารางที่ 3.3 ตามลำดับ ในตารางจะแสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, สะเต็มศึกษา และการคิดไตร่ตรอง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างกัน ดังนี้ สถานการณ์ปัญหาที่ 1 เสาธงโรงเรียนสูงเท่าไหร่นะ สถานการณ์ปัญหาที่ 2 หอเอนเมืองปิซา สถานการณ์ปัญหาที่ 3 บอลลูน สถานการณ์ปัญหาที่ 4 รื่นเริงงานวัด.คลาสสิคสยาม และสถานการณ์ปัญหาที่ 5 ลากซุง... พุ่งทางไหน นอกจากนี้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะใช้ใบกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ (สามารถดูตัวอย่างใบกิจกรรมได้ในภาคผนวก ค) ใช้เวลาแผนการจัดการเรียนรู้ละ 2 คาบ คาบละ 55 นาที สำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้และตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มควบคุมแสดงได้ดังตารางที่ 3.4 และตารางที่ 3.5 ตามลำดับ โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลา 1 คาบ คาบละ 55 นาที ซึ่งนักเรียนทั้งสองกลุ่มจะใช้สถานการณ์ปัญหาเดียวกันในการจัดการเรียนการสอน

ตารางที่ 3.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง

คาบที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	การเชื่อมโยงกับการคิดไตร่ตรอง
1	ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา	ให้นักเรียนเข้ากลุ่มตามที่กำหนดไว้ โดยครูจะเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียน ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนจะต้องบรูณาการระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา ดังนี้ “สถานการณ์ปัญหาที่ 1 เสาธงโรงเรียนสูงเท่าไหร่นะ” “สถานการณ์ปัญหาที่ 2 หอเอนเมืองปิซา” “สถานการณ์ปัญหาที่ 3 บอลลูน” “สถานการณ์ปัญหาที่ 4 รื่นเริงงานวัด...คลาสสิคสยาม” และ “สถานการณ์ปัญหาที่ 5 ลากซุง...พุ่งทางไหน”	การรับรู้ปัญหา (Problem recognition)
	ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา	เมื่อครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ นักเรียนในแต่ละกลุ่มต้องทำความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลที่กำหนดให้ ข้อมูลที่ต้องการทราบ ข้อมูลที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติม และแนวทางการศึกษาค้นคว้า พร้อมทั้งแบ่งหน้าที่ในการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	การรับรู้ปัญหา (Problem recognition)
	ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า	นักเรียนในแต่ละกลุ่มดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยนักเรียนสามารถศึกษาค้นว้าผ่านสื่อ/แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น หนังสือ ใบความรู้ อินเตอร์เน็ต	- การรับรู้ปัญหา (Problem recognition) - การระบุแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา (Numeration of possibility)

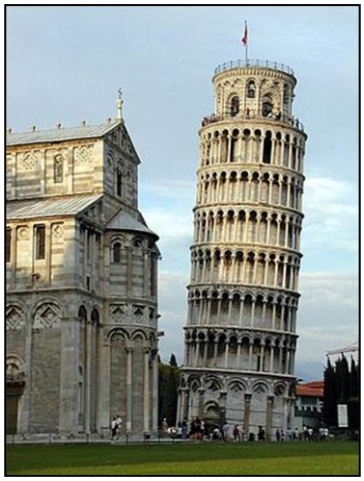
ตารางที่ 3.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง (ต่อ)

คาบที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	การเชื่อมโยงกับการคิดไตร่ตรอง
2	ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้	นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนภายในกลุ่ม พร้อมทั้งช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม ทบทวนและหาความรู้เพิ่มเติม ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดของข้อมูล การนำไปใช้ และแหล่งที่มาของข้อมูล เพื่อหาแนวทางการหาคำตอบ	- การระบุแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา (Numeration of possibility) - การใช้เหตุผล (Reasoning)
	ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ	นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า พร้อมทั้งร่วมกันอภิปรายและสรุปแนวทางการหาคำตอบและประเมินค่าของคำตอบว่ามีความสมเหตุสมผล และให้เหตุผลถึงแนวทางการหาคำตอบดังกล่าว	การแก้ไขปรับปรุง (Revision)
	ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน	ครูสุ่มนักเรียนเพื่อนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าและแนวทางการหาคำตอบของกลุ่มและกลุ่มอื่นที่มีผลการศึกษาและแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ห้องเรียน	การประเมินผล (Evaluation)

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

สถานการณ์ปัญหาที่ 2

"หอเอนเมืองปิซา (Tower of Pisa)"



หอเอนเมืองปิซา ตั้งอยู่ที่เมืองปิซา ประเทศอิตาลี เป็นหนึ่งในเจ็ดสิ่งมหัศจรรย์ของโลกยุคกลาง หอเอนปิซาเป็นหอคอย 8 ชั้น ทำด้วยหินอ่อนมีลักษณะเอียงเหมือนกับจะโค่นล้ม ใช้เวลาสร้างนานถึง 176 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 1717 ถึง พ.ศ. 1893 เป็นสถานที่สำคัญในการทดสอบทฤษฎีของกาลิเลโอที่ว่า "เมื่อปล่อยวัตถุที่มีน้ำหนักต่างกันพร้อมกัน จากที่สูงระดับเดียวกัน ผลที่ได้คือ วัตถุจะตกถึงพื้นเวลาเดียวกัน" ซึ่งเป็นการลบล้างความเชื่อเดิมตามทฤษฎีของอาริสโตเติลที่ว่า "ผลที่ได้คือวัตถุที่มีน้ำหนักมากกว่าจะตกถึงพื้นก่อนวัตถุที่มีน้ำหนักเบากว่า" โดยกาลิเลโอได้นำก้อนโลหะสองก้อน หนัก 10 ปอนด์ และ 20 ปอนด์ ไปทดลองปล่อยลงมาพร้อมกันจากหอเอน ปรากฏว่าก้อนโลหะทั้งสองตกถึงพื้นพร้อมกัน

กาลิเลโอ (Galileo: พ.ศ. 2107-2185) เกิดที่เมืองปิซา เป็นทั้งนักวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ และนักดาราศาสตร์ มีผลงานที่สำคัญ เช่น เป็นผู้ค้นพบการแกว่งของลูกตุ้ม กฎเกี่ยวกับความเร็วของวัตถุเมื่อตกจากที่สูง และพบจุดดับที่ดวงอาทิตย์ เป็นผู้ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ นาฬิกาน้ำ ไม้บรรทัดและเทอร์โมมิเตอร์ กาลิเลโอจะไม่ยอมเชื่อทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เผยแพร่ทั้งในอดีตและปัจจุบันจนกว่าจะได้มีการทดสอบด้วยตนเอง และจากการที่กาลิเลโอเป็นผู้ที่ศึกษาศาสตร์หลายสาขาจนมีความเชี่ยวชาญ จึงทำให้สามารถเชื่อมโยงศาสตร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ก่อให้เกิดผลงานมากมาย

ในการทดลองครั้งหนึ่ง กาลิเลโอปล่อยก้อนโลหะจากตำแหน่งบนหอคอยซึ่งสูงตามแนวของหอคอย 55 เมตร ปรากฏว่าก้อนโลหะตกถึงพื้นในตำแหน่งที่อยู่ห่างจากฐานของหอคอย 4.8 เมตร ให้นักเรียนหาว่าในขณะนั้นหอคอยเอียงออกจากแนวตั้งประมาณกี่องศา

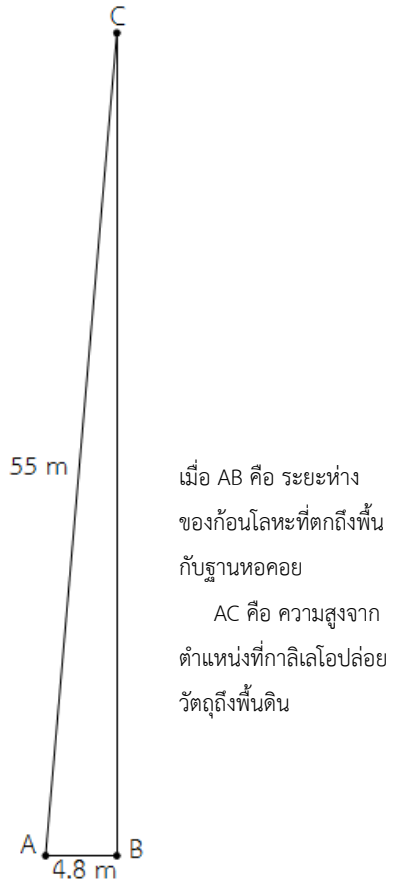
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	การเชื่อมโยงกับ สะเต็มศึกษา	การเชื่อมโยงกับ การคิดไตร่ตรอง
(คาบที่ 1) **ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา (5 นาที)** ครูเสนอ สถานการณ์ปัญหาที่ 2 “หอเอนเมืองปิซา (Tower of Pisa)”	S สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ M การประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	การรับรู้ปัญหา (Problem recognition)
ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา (20 นาที) นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มร่วมกันศึกษาปัญหาและช่วยกันอภิปรายแสดงความคิดเห็น ซึ่งครูเสนอประเด็นคำถามเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาดังนี้ - จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร (ประวัติของหอเอนปิซา ทฤษฎีของกาลิเลโอ ทฤษฎีของอาริสโตเติล ประวัติของกาลิเลโอความสูงจากตำแหน่งที่กาลิเลโอปล่อยวัตถุถึงพื้นดิน ระยะห่างของก้อนโลหะที่ตกถึงพื้นกับฐานหอคอย และต้องการทราบว่าหอคอยเอียงออกจากแนวตั้งประมาณกี่องศา) - นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการหาคำตอบ - นักเรียนเคยเจอสถานการณ์ปัญหาที่คล้ายกับสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวหรือไม่ ถ้าเคยเจอนักเรียนมีวิธีการหาคำตอบอย่างไร	S สถานการณ์ปัญหาที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ M การประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	การรับรู้ปัญหา (Problem recognition)

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2) (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	การเชื่อมโยงกับ สะเต็มศึกษา	การเชื่อมโยงกับ การคิดไตร่ตรอง
สมาชิกในกลุ่มร่วมกันสรุปเพื่อให้ได้แนวทางที่สอดคล้องกัน หลังจากนั้นให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่เพื่อดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่ต้องการ พร้อมทำลงในใบกิจกรรม - นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการหาคำตอบ (การหาขนาดของมุม เมื่อทราบความยาวของด้านสองด้าน, ค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมต่างๆ โดยสามารถหาเพิ่มเติมจาก หนังสือเรียน, อินเทอร์เน็ต, ใบความรู้) - นักเรียนเข้าใจการทดลองของกาลิเลโอหรือไม่ เพราะเหตุใด กาลิเลโอจึงต้องทำการทดลองในครั้งนี้ (กาลิเลโอทำการทดลองเพื่อการลบล้างความเชื่อเดิมตามทฤษฎีของอาริสโตเติลที่ว่า “ผลที่ได้คือวัตถุที่มีน้ำหนักมากกว่าจะตกถึงพื้นก่อนวัตถุที่มีน้ำหนักเบากว่า” เขาทำการทดลองโดยนำก้อนโลหะสองก้อน หนัก 10 ปอนด์ และ 20 ปอนด์ ไปทดลองปล่อยลงมาพร้อมกันจากหอเอนปิซา และผลที่ได้คือ วัตถุตกถึงพื้นเวลาเดียวกัน ทำให้เกิดทฤษฎีของกาลิเลโอที่ว่า “เมื่อปล่อยวัตถุที่มีน้ำหนักต่างกันพร้อมกัน จากที่สูงระดับเดียวกัน ผลที่ได้คือ วัตถุจะตกถึงพื้นเวลาเดียวกัน”)		

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2) (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	การเชื่อมโยงกับสะเต็มศึกษา	การเชื่อมโยงกับการคิดไตร่ตรอง
- นักเรียนคิดว่าจะสามารถหาขนาดมุมที่หอเอนปิซาทำกับพื้นดินได้อย่างไร จากสถานการณ์ที่กำหนดให้สามารถวาดรูปจำลองสถานการณ์ได้หรือไม่  		
ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า (30 นาที) สมาชิกในกลุ่มช่วยกันดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามหน้าที่ที่ข้างไว้ในข้างต้น โดยศึกษาจากใบความรู้ อินเทอร์เน็ต หนังสือ โดยครูจะคอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก	T ใช้เทคโนโลยีในการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	การรับรู้ปัญหา (Problem recognition) การระบุแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา (Numeration of possibility)

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2) (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	การเชื่อมโยงกับสะเต็มศึกษา	การเชื่อมโยงกับการคิดไตร่ตรอง
(คาบที่ 2) **ขั้นที่ 4 การสังเคราะห์ความรู้ (20 นาที)** นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ดำเนินการศึกษาค้นคว้า พร้อมทั้งร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบ พร้อมทั้งช่วยกันดำเนินการหาคำตอบตามแนวทางที่ได้วางแผนไว้ - ข้อมูลดังกล่าวสามารถช่วยในการหาคำตอบได้อย่างไร - นอกจากข้อมูลที่ได้ค้นหามาแล้ว จะสามารถใช้ข้อมูลอื่นในการหาคำตอบได้หรือไม่อย่างไร	M ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ S ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ	การระบุแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา (Numeration of possibility) การใช้เหตุผล (Reasoning)
ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ (10 นาที) สมาชิกในแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาแนวทางการหาคำตอบที่ดีที่สุด พร้อมทั้งให้เหตุผลในการเลือกวิธีการดังกล่าว - คำตอบดังกล่าวมีความเป็นไปได้หรือไม่ เมื่อพิจารณาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ (แนวทางในการหาคำตอบ 1. วาดรูปโดยใช้อัตราส่วนเสมือนจริง แล้ววัดขนาดของมุม 2. ใช้ทฤษฎีบทของพีทาโกรัสเพื่อหาความยาวของด้านที่เหลือ แล้วใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติในการหาคำตอบ ดังนี้ $BC = \sqrt{55^2 - 4.8^2}$ $= \sqrt{3001.96}$ ≈ 54.79	M ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ	การแก้ไขปรับปรุง (Revision)

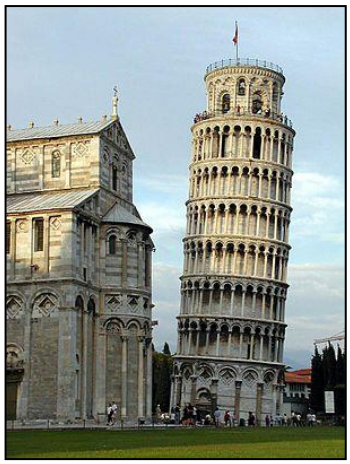
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2) (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	การเชื่อมโยงกับ สะเต็มศึกษา	การเชื่อมโยงกับ การคิดไตร่ตรอง
หรือ $\tan\theta = \frac{54.79}{4.8}$ ≈ 11.4146 แล้วเปิดตารางแสดงค่าไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่าง ๆ จะได้ $\theta \approx 85^\circ$ หรือ $\cos\theta = \frac{4.8}{55}$ ≈ 0.0872 แล้วเปิดตารางแสดงค่าไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่างๆ จะได้ $\theta \approx 85^\circ$ 3. ใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติในการหาคำตอบ เช่น $\sin\theta = \frac{54.79}{55}$ ≈ 0.9962 แล้วเปิดตารางแสดงค่าไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่างๆ จะได้ $\theta \approx 85^\circ$ ดังนั้น หอคอยเอียงออกจากแนวตั้งประมาณ 5 องศา		
ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน (25 นาที) -นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวทางการหาคำตอบของกลุ่ม และร่วมกันอภิปรายในห้องเรียน โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย - นักเรียนประเมินผลงานของเพื่อน และครูประเมินผลงานของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม	T ใช้เทคโนโลยีในการนำเสนอผลงาน M ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวทางการหาคำตอบ	การประเมินผล (Evaluation)

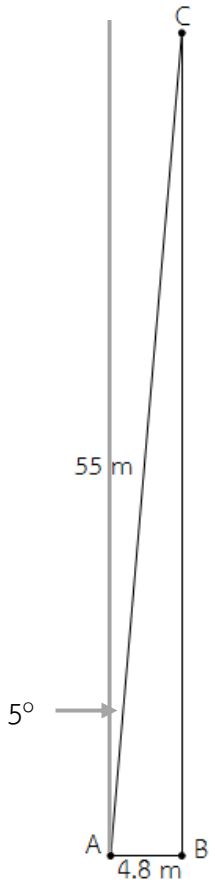
ตารางที่ 3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม

คาบที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดการเรียนรู้
1	ขั้นที่ 1 ขั้นนำ	เป็นขั้นตอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน มีความพร้อมที่จะเรียนรู้ โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การสนทนากับนักเรียน การเล่าเหตุการณ์ การตั้งคำถามที่น่าสนใจ การยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน การทบทวนความรู้เดิม เพื่อให้นักเรียนนำประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ และเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน
	ขั้นที่ 2 ขั้นสอน	เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ยึดแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู รายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่ม 2 ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถตรงตามจุดประสงค์ ซึ่งต้องเกิดขึ้นระหว่างเรียนหรือทำกิจกรรม โดยใช้การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด พร้อมทั้งยกตัวอย่างเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน แสดงแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และอธิบายถึงประโยชน์เหตุผลในการเลือกแนวทางแก้ปัญหานั้น ๆ โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเดียวกันกับกลุ่มทดลอง ครูอาจใช้การสังเกต การตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัด เพื่อฝึกฝนทักษะการคิดให้กับนักเรียน
	ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป	เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้ หรือสาระสำคัญของบทเรียน และประเมินว่านักเรียนบรรลุตามเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยอาจใช้การถาม – ตอบ การสังเกต การทดสอบย่อย ครูอาจให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนและประเมินความรู้ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้

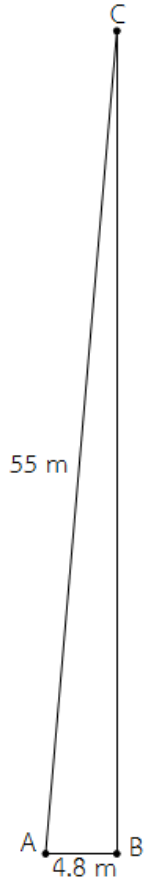
ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม

ขั้นตอน	แนวทางการจัดการเรียนรู้
ขั้นที่ 1 ขั้นนำ	ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องหอเอนเมืองปิซา (Tower of Pisa) พร้อมยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหา หอเอนเมืองปิซา ดังนี้ หอเอนเมืองปิซา ตั้งอยู่ที่เมืองปิซา ประเทศอิตาลี เป็นหนึ่งในเจ็ดสิ่งมหัศจรรย์ของโลกยุคกลาง หอเอนปิซาเป็นหอคอย 8 ชั้น ทำด้วยหินอ่อนมีลักษณะเอียงเหมือนกับจะโค่นล้ม ใช้เวลาสร้างนานถึง 176 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 1717 ถึง พ.ศ. 1893 เป็นสถานที่สำคัญในการทดสอบทฤษฎีของกาลิเลโอที่ว่า
ขั้นที่ 1 ขั้นนำ	 "เมื่อปล่อยวัตถุที่มีน้ำหนักต่างกันพร้อมกัน จากที่สูงระดับเดียวกัน ผลที่ได้คือ วัตถุจะตกถึงพื้นเวลาเดียวกัน" ซึ่งเป็นการลบล้างความเชื่อเดิมตามทฤษฎีของอาริสโตเติลที่ว่า "ผลที่ได้คือวัตถุที่มีน้ำหนักมากกว่าจะตกถึงพื้นก่อนวัตถุที่มีน้ำหนักเบากว่า" โดยกาลิเลโอได้นำก้อนโลหะสองก้อน หนัก 10 ปอนด์ และ 20 ปอนด์ ไปทดลองปล่อยลงมาพร้อมกันจากหอเอน ปรากฏว่าก้อนโลหะทั้งสองตกถึงพื้นพร้อมกัน กาลิเลโอ (Galileo: พ.ศ. 2107-2185) เกิดที่เมืองปิซา เป็นทั้งนักวิทยาศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ และนักดาราศาสตร์ มีผลงานที่สำคัญ เช่น เป็นผู้ค้นพบการแกว่งของลูกตุ้ม กฎเกี่ยวกับความเร็วของวัตถุเมื่อตกจากที่สูง และพบจุดดับที่ดวงอาทิตย์ เป็นผู้ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ นาฬิกาน้ำ ไม้บรรทัดและเทอร์โมมิเตอร์ กาลิเลโอจะไม่ยอมเชื่อทฤษฎีต่าง ๆ ที่ได้เผยแพร่ทั้งในอดีตและปัจจุบัน จนกว่าจะได้มีการทดสอบด้วยตนเอง และจากการที่กาลิเลโอเป็นผู้ที่ศึกษาศาสตร์หลายสาขาจนมีความเชี่ยวชาญ จึงทำให้สามารถเชื่อมโยงศาสตร์ต่างๆ เข้าด้วยกัน ก่อให้เกิดผลงานมากมาย **ในการทดลองครั้งหนึ่ง กาลิเลโอปล่อยก้อนโลหะจากตำแหน่งบนหอคอยซึ่งสูงตามแนวของหอคอย 55 เมตร ปรากฏว่าก้อนโลหะตกถึงพื้นในตำแหน่งที่อยู่ห่างจากฐานของหอคอย 4.8 เมตร ให้นักเรียนหาว่าในขณะนั้นหอคอยเอียงออกจากแนวตั้งประมาณกี่องศา**
ขั้นที่ 2 ขั้นสอน	- ครูอธิบายถึงสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ พร้อมทั้งวาดรูปจำลองสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว - ครูอธิบายถึงแนวทางการคำตอบโดยใช้การวาดรูปและอัตราส่วนตรีโกณมิติในการหาคำตอบ ดังนี้ (1) วาดรูปโดยใช้อัตราส่วนเสมือนจริง แล้ววัดขนาดของมุม

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม (ต่อ)

ขั้นตอน	แนวทางการจัดการเรียนรู้
ขั้นที่ 2 ขั้นสอน	 เมื่อ AB คือ ระยะห่างของก้อนโลหะที่ตกถึงพื้นกับฐานหอคอย AC คือ ความสูงจากตำแหน่งที่กาลิเลโอปล่อยวัตถุถึงพื้นดิน จากรูปสามารถวัดได้ว่าหอคอยเอียงออกจากแนวตั้งประมาณ 5 องศา แต่การหาขนาดของมุมโดยการวาดรูปต้องใช้อัตราส่วนในที่แม่นยำ และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดขนาดของมุม ความยาวของด้านต่าง ๆ ต้องมีความละเอียดและแม่นยำด้วย จึงจะทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง (2) ใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม (ต่อ)

ขั้นตอน	แนวทางการจัดการเรียนรู้
ขั้นที่ 2 ขั้นสอน	 เมื่อ AB คือ ระยะห่างของก้อนโลหะที่ตกถึงพื้นกับฐานหอคอย AC คือ ความสูงจากตำแหน่งที่กาลิเลโอปล่อยวัตถุถึงพื้นดิน จากรูปจะได้ว่า $\sin\theta = \frac{54.79}{55}$ $\sin\theta \approx 0.9962$ แล้วเปิดตารางแสดงค่าไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่างๆ จะได้ $\theta \approx 85^\circ$ หรือ $\cos\theta = \frac{4.8}{55}$ $\cos\theta \approx 0.0872$ แล้วเปิดตารางแสดงค่าไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่างๆ จะได้ $\theta \approx 85^\circ$ ดังนั้น หอคอยเอียงออกจากแนวตั้งประมาณ 5 องศา ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาข้างต้นจะเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำมากกว่าวิธีการแก้ปัญหาโดยการวาดรูป
ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป	ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความคิดรวบยอด เรื่องทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยครูคอยให้คำแนะนำและถามนำเพื่อให้นักเรียนสรุปความรู้ดังกล่าว

3.3.2 เครื่องมือสำหรับรวบรวมข้อมูล

3.3.2.1 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนและหลังเรียน แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เนื้อหาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ใช้เวลาในการทดสอบ 55 นาที โดยการวิจัยครั้งนี้วัดการคิดไตร่ตรอง ที่เน้นให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม พิจารณาถึงเหตุผล แล้วจึงตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ซึ่งเนื้อหาที่ใช้ในการทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนและหลังเรียน คือ เรื่องทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ โดยนักเรียนมีความรู้ในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติแล้ว จากรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ดังนั้น แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจึงเป็นแบบทดสอบที่คู่ขนานกันด้านเนื้อหาและด้านการคิดไตร่ตรอง

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง มีดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ เนื้อหา และขอบเขตของแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง

2) ศึกษางานเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำข้อสอบ

3) ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนและหลังเรียนให้คู่ขนานกัน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ โดยมีประเด็นคำถาม 4 ด้าน คือ ด้านข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการทราบ ด้านแนวทางการแก้ปัญหา ด้านวิธีการหาคำตอบ ด้านการประยุกต์ใช้ และประเด็นคำถามทั้ง 4 ด้านจะสอดคล้องกับการคิดไตร่ตรองดังนี้ ด้านข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการทราบสอดคล้องกับการรับรู้ปัญหา ด้านแนวทางการแก้ปัญหาสอดคล้องกับการระบุแนวทางที่เป็นไปได้ และการใช้เหตุผล ด้านวิธีการหาคำตอบสอดคล้องกับการแก้ไขปรับปรุง และการประเมินผล ด้านการประยุกต์ใช้สอดคล้องกับการประเมินผล

4) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง โดยการให้คะแนนแบบรูบริค ซึ่งแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละข้อจะแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการทราบ ด้านแนวทางการแก้ปัญหา ด้านวิธีการหาคำตอบ ด้านการประยุกต์ใช้ หลังจากนั้นนำคะแนนในแต่ละด้านมารวมกันเพื่อพิจารณาการคิดไตร่ตรองในภาพรวม

5) นำแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

6) นำแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (สามารถดูรายนามผู้เชี่ยวชาญได้ในภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและข้อสอบโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence: IOC)) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงกับตัวชี้วัด

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงกับตัวชี้วัด

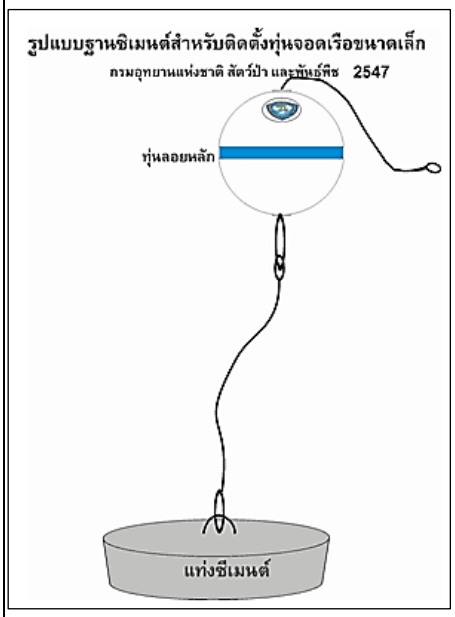
คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงกับตัวชี้วัด

ถ้าข้อสอบข้อใดมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบนั้นวัดตรงกับตัวชี้วัด ซึ่งได้ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 จำนวน 5 ข้อ จากนั้นนำข้อสอบมาดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้งสามท่าน (สามารถดูการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง ได้ในภาคผนวก ข หน้า) และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนนำไปใช้ โดยตัวอย่างแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองแสดงดังตารางที่ 3.6 เป็นตัวอย่างแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองข้อที่ 3 และสามารถดูแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งหมดได้ในภาคผนวก ง

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองข้อที่ 3

แบบทดสอบ	รายละเอียด
ก่อนเรียน	3. ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนตึกหลังหนึ่ง มองลงมาเห็นรถคันหนึ่งจอดนิ่งอยู่ โดยทำมุมก้มประมาณ 50 องศากับแนวระดับสายตา ถ้าความสูงจากเท้าถึงระดับสายตาของเขาเท่ากับ 180 เซนติเมตร และตึกสูง 50 เมตร แล้วจงหาว่ารถจอดห่างจากตึกประมาณเท่าใด 3.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร 3.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดี ข้อเสียของวิธีดังกล่าว 3.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 3.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด 3.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองข้อที่ 3 (ต่อ)

แบบทดสอบ	รายละเอียด
หลังเรียน	 3. ทุ่นผูกเรือเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้เพื่อให้เรือท่องเที่ยวขนาดเล็ก และเรือที่ใช้เป็นฐานสำหรับนักดำน้ำ ผูกเรือแทนการทิ้งสมอ ชานนท์ซึ่งยืนอยู่บนหน้าผาสูงชันแห่งหนึ่งมองเห็นทุ่นอันหนึ่งลอยอยู่กลางทะเล เขาจึงทอดสายตาไปยังทุ่นนั้น โดยทำมุมก้มประมาณ 25 องศากับแนวระดับ โดยจุดที่เขายืนอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 15 เมตร ชานนท์สูง 168 เซนติเมตร และความยาวจากศีรษะถึงระดับสายตาประมาณ 8 เซนติเมตร อยากทราบว่าทุ่นอยู่ห่างจากหน้าผาที่เขายืนประมาณกี่เมตร 3.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร 3.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดี ข้อเสียของวิธีดังกล่าว 3.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 3.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด 3.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

3.3.2.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 4 ด้าน ดังแสดงในตารางที่ 3.7 เกณฑ์การให้คะแนนแบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การให้คะแนนแบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง

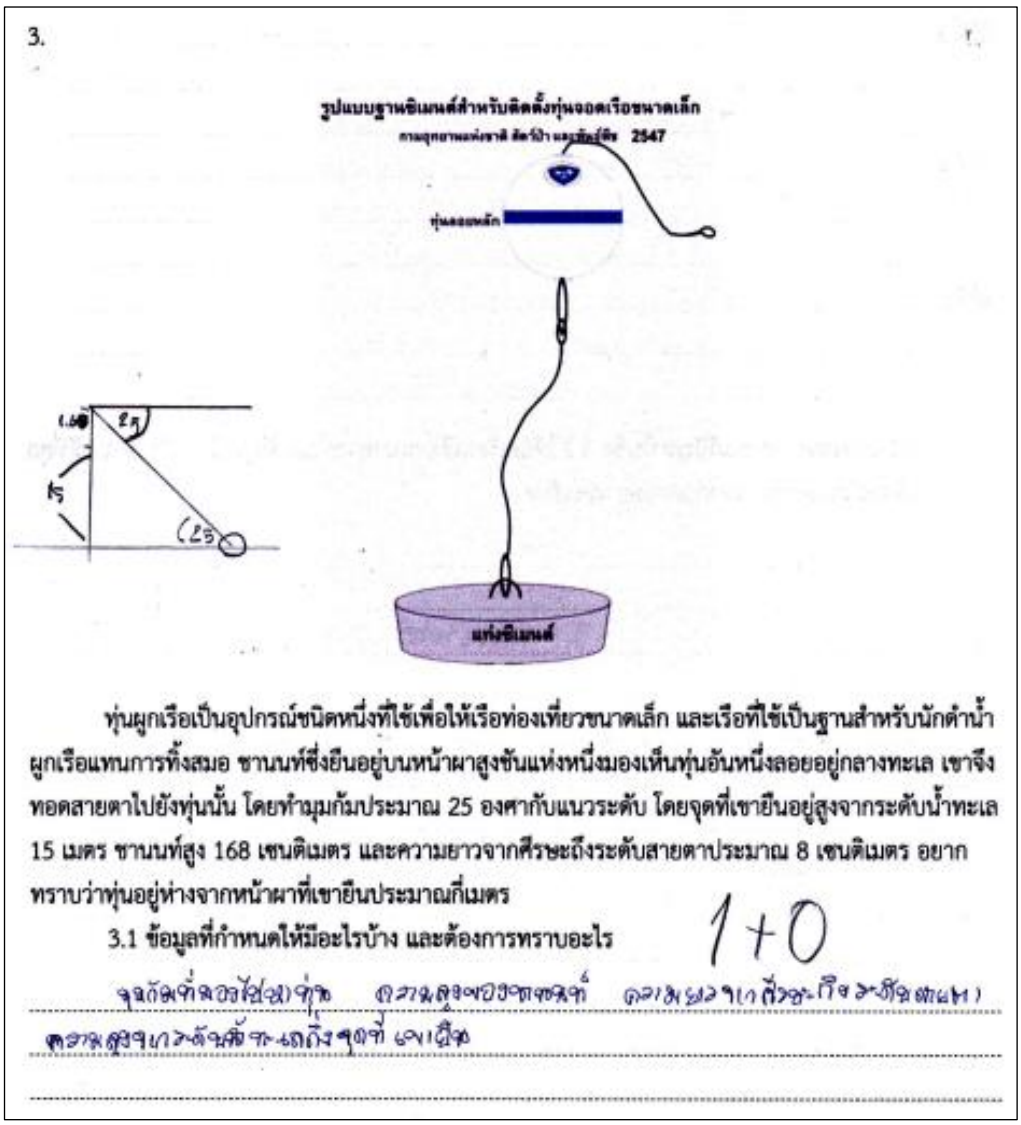
ด้านข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการทราบ	ข้อมูลที่กำหนดให้	
	คะแนน	**เกณฑ์การให้คะแนน**
	2 คะแนน	บอกข้อมูลที่กำหนดให้ถูกต้อง ครบถ้วน
	1 คะแนน	บอกข้อมูลที่กำหนดให้ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน
	0 คะแนน แบ่งเป็น 2 กรณี	ไม่บอกข้อมูลที่กำหนดให้
		บอกข้อมูลที่กำหนดให้ไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การให้คะแนนแบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง (ต่อ)

ด้านข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการทราบ	**สิ่งที่ต้องการทราบ**	
	คะแนน	**เกณฑ์การให้คะแนน**
	2 คะแนน	บอกสิ่งที่ต้องการทราบได้ถูกต้อง ครบถ้วน
	1 คะแนน	บอกสิ่งที่ต้องการทราบได้ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน
	0 คะแนน แบ่งเป็น 2 กรณี	ไม่บอกสิ่งที่ต้องการทราบ
		บอกสิ่งที่ต้องการทราบไม่ถูกต้อง
ด้านแนวทางการแก้ปัญหา	**คะแนน**	**เกณฑ์การให้คะแนน**
	4 คะแนน	บอกแนวทางการแก้ปัญหา 2 วิธีขึ้นไป และให้เหตุผลสอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหาอย่างน้อยสองวิธี
	3 คะแนน	บอกแนวทางการแก้ปัญหา 2 วิธีขึ้นไป และให้เหตุผลสอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหาหนึ่งวิธี
	2 คะแนน แบ่งเป็น 2 กรณี	บอกแนวทางการแก้ปัญหา 1 วิธี และให้เหตุผลสอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหา
		บอกแนวทางการแก้ปัญหา 2 วิธีขึ้นไป แต่ไม่ให้เหตุผล หรือให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหาทั้งสองวิธี
	1 คะแนน	บอกแนวทางการแก้ปัญหา 1 วิธี แต่ไม่ให้เหตุผล หรือให้เหตุผลไม่สอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหา
	0 คะแนน แบ่งเป็น 2 กรณี	ไม่บอกแนวทางการแก้ปัญหา
		บอกแนวทางการแก้ปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้
ด้านวิธีการหาคำตอบ	**คะแนน**	**เกณฑ์การให้คะแนน**
	3 คะแนน	แสดงวิธีการหาคำตอบครบถ้วน คำตอบถูกต้อง
	2 คะแนน แบ่งเป็น 2 กรณี	แสดงวิธีการหาคำตอบไม่ครบถ้วน คำตอบถูกต้อง
		แสดงวิธีการหาคำตอบครบถ้วน คำตอบไม่ถูกต้อง
	1 คะแนน	แสดงวิธีการหาคำตอบไม่ครบถ้วน คำตอบไม่ถูกต้อง
	0 คะแนน แบ่งเป็น 2 กรณี	ไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ
		แสดงวิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้อง
ด้านการประยุกต์ใช้	**คะแนน**	**เกณฑ์การให้คะแนน**
	2 คะแนน	บอกแนวทางการนำไปใช้ พร้อมยกตัวอย่างการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
	1 คะแนน	บอกแนวทางการนำไปใช้ แต่ไม่ยกตัวอย่างการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
	0 คะแนน แบ่งเป็น 2 กรณี	ไม่บอกแนวทางการนำไปใช้
		บอกแนวทางการนำไปใช้ที่ไม่สอดคล้องกับการแก้ปัญหา

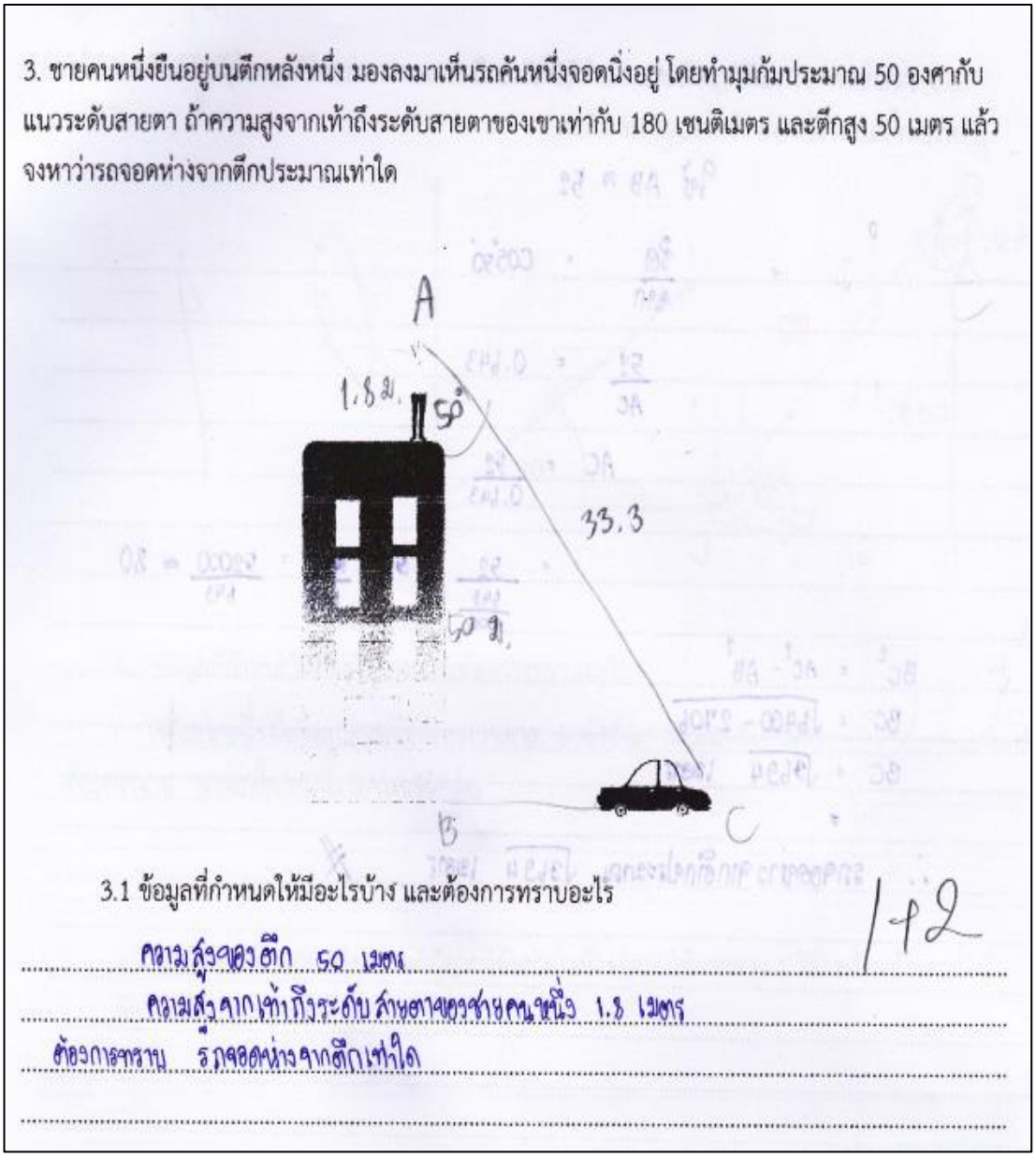
จากเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3.7 ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้าน ดังภาพที่ 3.2–3.14 ตามลำดับ

ภาพที่ 3.2 ด้านข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการทราบจะเห็นว่านักเรียนสามารถบอกข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน คือ มุมก้มที่มองไปหาทุ่น ความสูงของชานนท์ ความยาวจากศีรษะถึงระดับสายตา ความสูงจากระดับน้ำทะเลถึงจุดที่เขายืน แต่นักเรียนไม่บอกตัวเลขของข้อมูลที่กำหนดให้ดังกล่าว ดังนั้นจึงได้ 1 คะแนน และด้านสิ่งที่ต้องการทราบ คือ นักเรียนไม่บอกสิ่งที่ต้องการทราบ ดังนั้นจึงได้ 0 คะแนน รวมเป็น 1 คะแนน



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง ด้านข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการทราบ (1 คะแนน)

ภาพที่ 3.3 นักเรียนสามารถบอกข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง คือ ความสูงของตึก 50 เมตร ความสูงจากเท้าถึงระดับสายตาของชายคนหนึ่ง 1.8 เมตร แต่บอกข้อมูลไม่ครบถ้วน คือนักเรียนไม่บอกมุมที่ชายคนนั้นมองลงมายังรถที่จอดนิ่งอยู่ ซึ่งทำมุมก้มประมาณ 50 องศา ดังนั้นจึงได้ 1 คะแนน และนักเรียนบอกสิ่งที่ต้องการทราบได้ถูกต้อง คือ รถจอดห่างจากตึกเท่าใด จึงได้ 2 คะแนน รวมเป็น 3 คะแนน


3. ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนตึกหลังหนึ่ง มองลงมาเห็นรถคันหนึ่งจอดนิ่งอยู่ โดยทำมุมก้มประมาณ 50 องศากับแนวระดับสายตา ถ้าความสูงจากเท้าถึงระดับสายตาของเขาเท่ากับ 180 เซนติเมตร และตึกสูง 50 เมตร แล้วจงหาว่ารถจอดห่างจากตึกประมาณเท่าใด

3.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

1+2

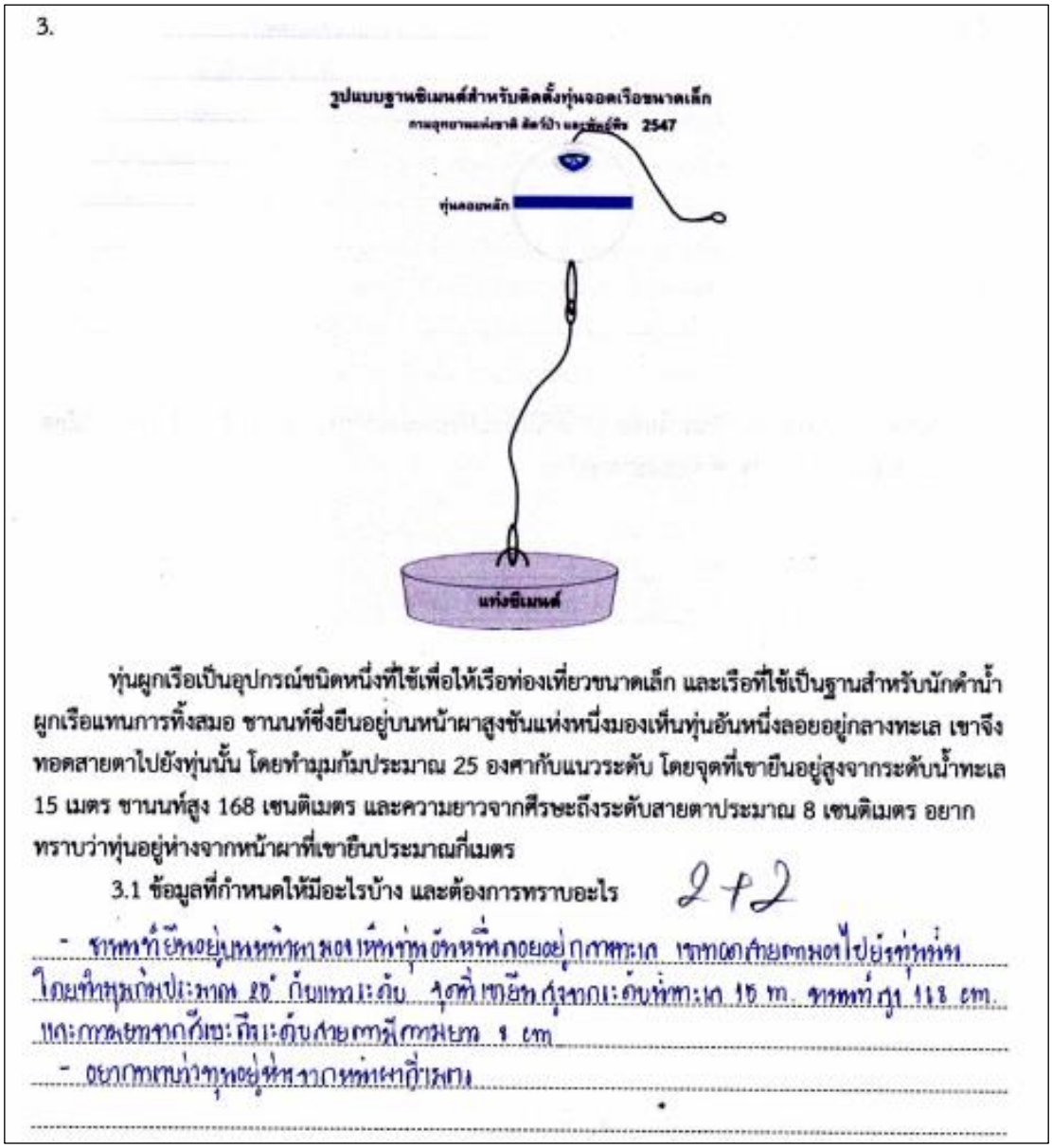
ความสูงของตึก 50 เมตร

ความสูงจากเท้าถึงระดับสายตาของชายคนหนึ่ง 1.8 เมตร

ต้องการทราบ รถจอดห่างจากตึกเท่าใด

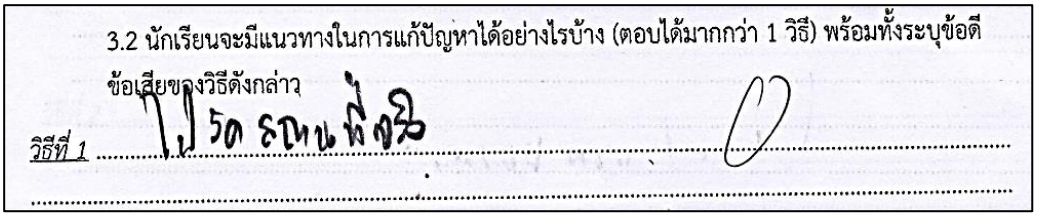
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการทราบ (3 คะแนน)

ภาพที่ 3.4 จะเห็นว่านักเรียนสามารถบอกข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน คือ ชานนท์ยืนอยู่บนหน้าผามองเห็นทุ่นอันหนึ่งลอยอยู่กลางทะเล เขาทอดสายตาไปยังทุ่นนั้น โดยทำมุมก้มประมาณ 25 องศากับแนวระดับ จุดที่เขายืนสูงจากระดับน้ำทะเล 15 เมตร ชานนท์สูง 168 เซนติเมตร และความยาวจากศีรษะถึงระดับสายตามีความยาว 8 เซนติเมตร ดังนั้น จึงได้ 2 คะแนน และด้านสิ่งที่ต้องการทราบ คือ ทุ่นอยู่ห่างจากหน้าผาประมาณกี่เมตร ซึ่งนักเรียนสามารถบอกได้ถูกต้อง ครบถ้วน ดังนั้นจึงได้ 2 คะแนน รวมเป็น 4 คะแนน



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง ด้านข้อมูลที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการทราบ (4 คะแนน)

ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน ด้านแนวทางการแก้ปัญหา โดยนักเรียนบอกแนวทางการแก้ปัญหา คือ ไปวัดสถานที่จริง ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริง จึงได้ 0 คะแนน


3.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 ไปวัดสถานที่จริง 0

ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง ด้านแนวทางการแก้ปัญหา (0 คะแนน)

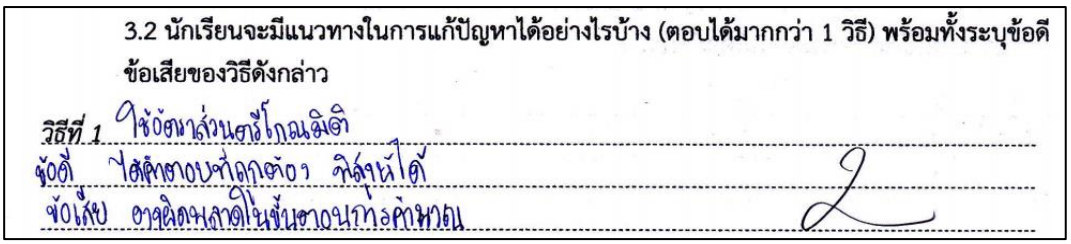
ภาพที่ 3.6 นักเรียนสามารถบอกแนวทางการแก้ปัญหาได้ 1 วิธี คือ ตรีโกณมิติ แต่ไม่ให้เหตุผลในการเลือกใช้วิธีดังกล่าว จึงได้ 1 คะแนน

3.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 ตรีโกณมิติ 1

ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง ด้านแนวทางการแก้ปัญหา (1 คะแนน)

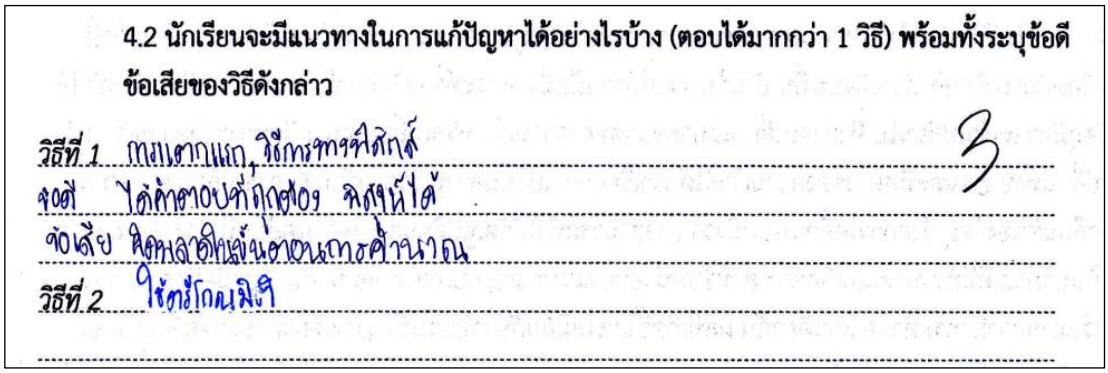
ภาพที่ 3.7 จะเห็นว่านักเรียนสามารถบอกแนวทางการแก้ปัญหาได้ 1 วิธี และให้เหตุผลสอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหา จึงได้ 2 คะแนน


3.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 ใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ
ข้อดี ได้คำตอบที่ถูกต้อง คิดง่ายได้
ข้อเสีย อาจคิดผลลัพธ์ในขั้นตอนการคำนวณ 2

ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง ด้านแนวทางการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

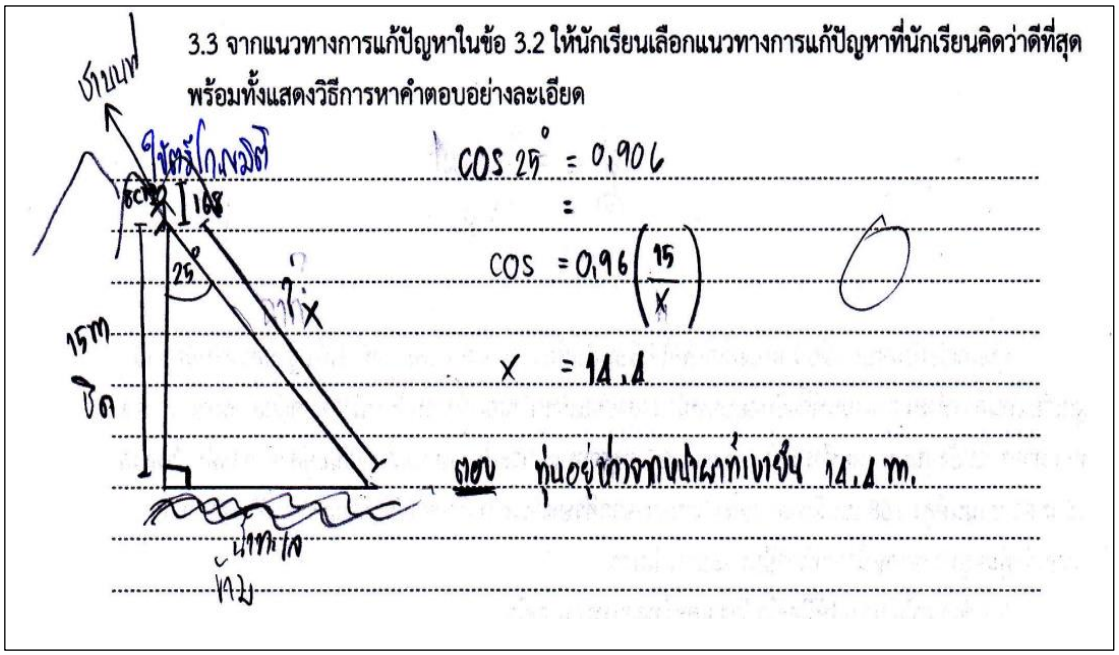
ภาพที่ 3.8 นักเรียนสามารถบอกแนวทางการแก้ปัญหาได้ 2 วิธี คือ การแตกแรง และตรีโกณมิติ แต่ให้เหตุผลสอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหาเพียง 1 วิธี จึงได้ 3 คะแนน


4.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 การแตกแรง วิธีการทางฟิสิกส์ 3
ข้อดี ได้คำตอบที่ถูกต้อง สรุปได้
ข้อเสีย ขั้นตอนค่อนข้างซับซ้อน
วิธีที่ 2 ใช้ตรีโกณมิติ

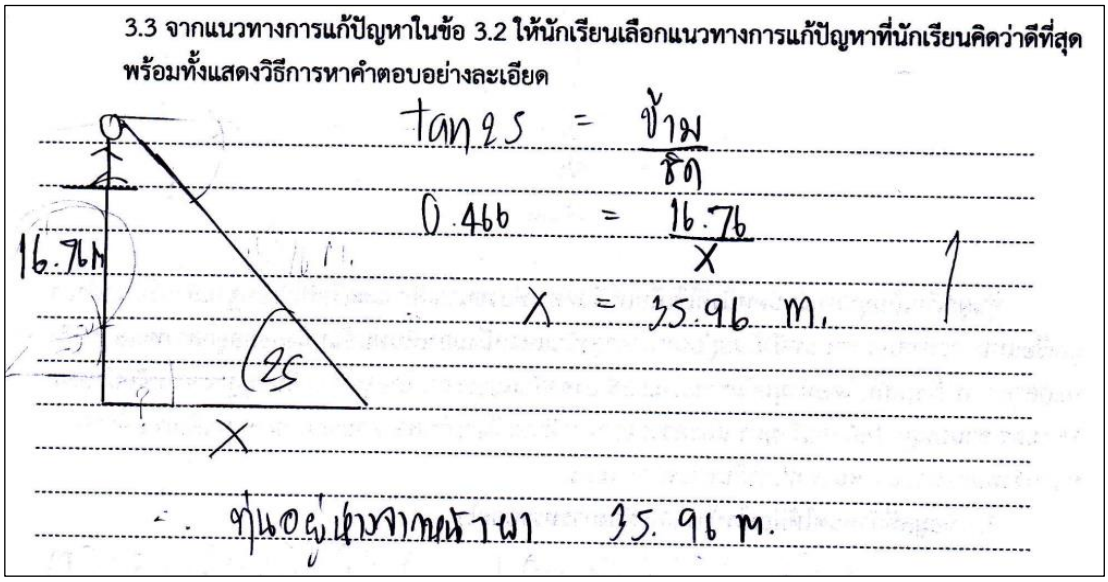
ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านแนวทางการแก้ปัญหา (3 คะแนน)

ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน ด้านวิธีการหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบ แต่วิธีการหาคำตอบยังไม่ถูกต้อง คือ นักเรียนระบุมุมก้มไม่ถูกต้อง และใช้ cos 25° ในการหาคำตอบ จึงได้ 0 คะแนน


3.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 3.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

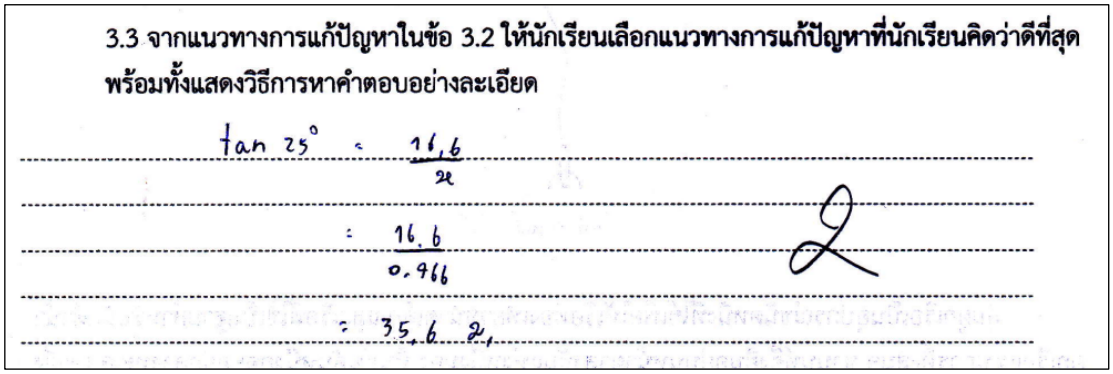
ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านวิธีการหาคำตอบ (0 คะแนน)

ภาพที่ 3.10 จะเห็นว่านักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบไม่ครบถ้วน คำตอบไม่ถูกต้อง คือ นักเรียนแทนความยาวของด้านตรงข้ามมุมไม่ถูกต้อง ทำให้คำตอบไม่ถูกต้องด้วย จึงได้ 1 คะแนน



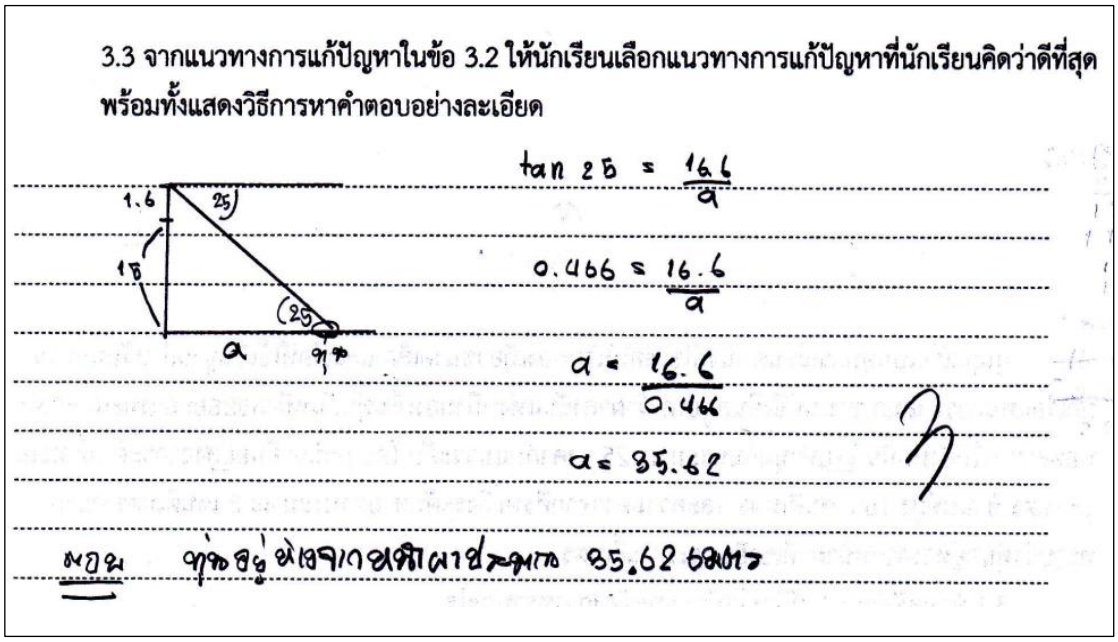
ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านวิธีการหาคำตอบ (1 คะแนน)

ภาพที่ 3.11 โดยนักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบไม่ครบถ้วน แต่คำตอบถูกต้อง จะเห็นว่านักเรียนเขียนเป็น $=\frac{16.6}{0.466}$ โดยการเขียนที่ถูกต้อง คือ $x=\frac{16.6}{0.466}$ จึงได้ 2 คะแนน



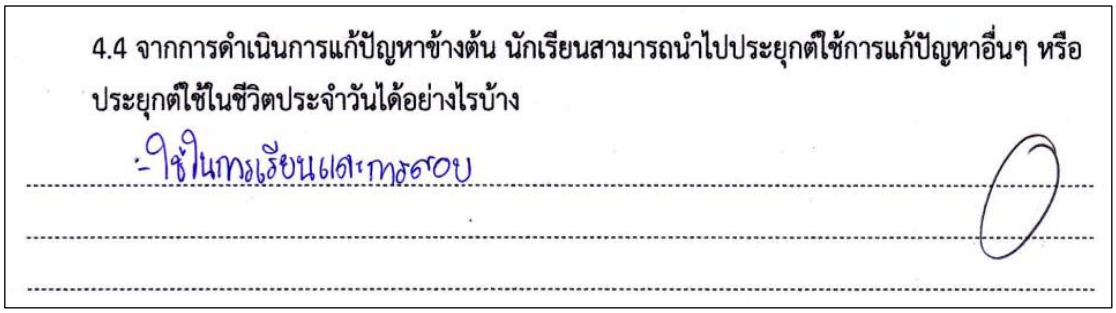
ภาพที่ 3.11 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านวิธีการหาคำตอบ (2 คะแนน)

ภาพที่ 3.12 จะเห็นว่านักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบครบถ้วน คำตอบถูกต้อง จึงได้ 3 คะแนน



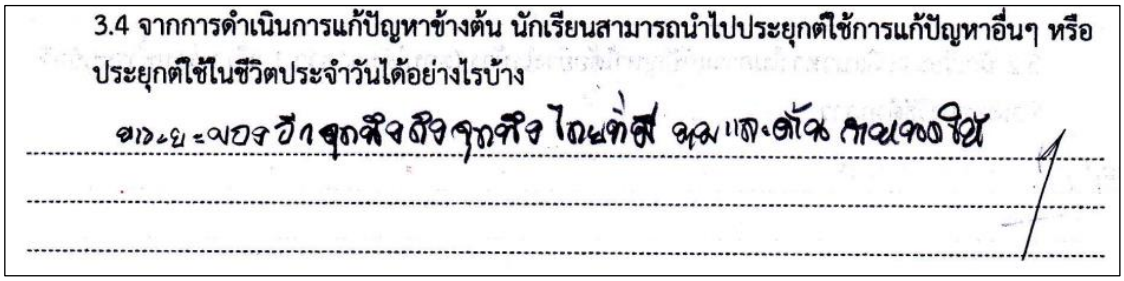
ภาพที่ 3.12 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง ด้านวิธีการหาคำตอบ (3 คะแนน)

ภาพที่ 3.13 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน ด้านการประยุกต์ใช้ ซึ่งนักเรียนบอกแนวทางการนำไปใช้ที่ไม่สอดคล้องกับการแก้ปัญหา คือ นำไปใช้ในการเรียนและการสอบ จึงได้ 0 คะแนน



ภาพที่ 3.13 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง ด้านการประยุกต์ใช้ (0 คะแนน)

ภาพที่ 3.14 จะเห็นว่านักเรียนสามารถบอกแนวทางการนำไปใช้ คือ การหามุมและวัดระยะทาง แต่นักเรียนไม่ยกตัวอย่างการนำไปใช้ จึงได้ 1 คะแนน


3.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

ภาพที่ 3.14 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองด้านการประยุกต์ใช้ (1 คะแนน)

3.3.2.3 แบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 10 ข้อ แสดงได้ดังตารางที่ 3.8 ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแบบสอบถาม ดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบถามวัดความพึงพอใจเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

2) กำหนดขอบเขตของการวัดความพึงพอใจเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านกิจกรรมการเรียนรู้

3) สร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้เกณฑ์ระดับความพึงพอใจในการเรียนรู้ตามเกณฑ์ของ Likert scale เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) จำแนก 5 ระดับ คือ

ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

4) นำแบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการประเมินผลและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

แบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อความ	**ระดับความพึงพอใจ**				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
1) นักเรียนมีความสนใจเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น					
2) นักเรียนคิดว่าเนื้อหาที่เรียนยากเพียงใด					
3) ความรู้ที่ได้รับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
4) นักเรียนชอบกิจกรรมการเรียนการสอน					
5) กิจกรรมการเรียนการสอนสนุกและน่าสนใจ					
6) กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม					
7) กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา					
8) กิจกรรมการเรียนเรียนรู้ส่งเสริมการคิดและการตัดสินใจโดยใช้เหตุผล					
9) กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น					
10) ใบงาน/ใบกิจกรรม มีความเหมาะสม น่าสนใจ					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.4 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

3.4.1 การรวบรวมข้อมูลก่อนเรียน ก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้วัดการคิดไตร่ตรองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง จำนวน 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งคะแนนสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนแสดงได้ดังตารางที่ 3.8 โดย E1–E35 แทนชื่อสมมติของนักเรียนกลุ่มทดลองคนที่ 1–คนที่ 35 และ C1–C36 แทนชื่อสมมติของนักเรียนกลุ่มควบคุมคนที่ 1–คนที่ 36

ตารางที่ 3.8 คะแนนสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน

คน	กลุ่มทดลอง							กลุ่มควบคุม						
	ชื่อสมมติ	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)						ชื่อสมมติ	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)					
		ข้อ 1 (13)	ข้อ 2 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)		ข้อ 1 (13)	ข้อ 2 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)
1	E1	6	10	6	7	2	31	C1	12	7	4	0	0	23
2	E2	4	4	4	7	4	23	C2	5	4	5	0	0	14
3	E3	8	4	4	6	3	25	C3	4	4	0	0	0	8
4	E4	8	4	4	5	3	24	C4	11	6	4	4	0	25
5	E5	4	4	4	5	4	21	C5	12	6	6	3	4	31
6	E6	10	3	4	4	4	25	C6	8	3	3	0	2	16
7	E7	6	6	0	4	0	16	C7	8	2	8	0	0	18
8	E8	6	4	4	5	4	23	C8	13	7	7	7	7	41
9	E9	6	5	5	6	4	26	C9	9	5	5	2	5	26
10	E10	7	4	4	7	4	26	C10	12	5	2	0	0	19
11	E11	3	4	4	4	4	19	C11	6	3	4	0	2	15
12	E12	9	6	3	6	0	24	C12	3	4	3	1	2	13
13	E13	10	10	6	4	0	30	C13	9	4	3	0	0	16
14	E14	5	6	5	4	4	24	C14	4	6	2	1	0	13
15	E15	10	8	8	9	7	42	C15	9	7	3	3	3	25
16	E16	3	4	1	3	3	14	C16	4	3	2	0	5	14
17	E17	9	6	5	10	4	34	C17	4	4	4	4	4	20
18	E18	8	4	4	7	3	26	C18	2	3	2	0	0	7
19	E19	10	10	7	4	4	35	C19	7	4	4	4	4	23
20	E20	12	4	4	6	5	31	C20	4	4	3	0	1	12
21	E21	9	9	5	8	0	32	C21	4	3	4	0	3	14
22	E22	8	3	3	4	2	20	C22	1	3	3	3	3	13
23	E23	10	9	7	10	7	43	C23	11	7	4	4	4	30
24	E24	2	4	0	0	3	9	C24	4	4	2	0	2	12
25	E25	6	7	6	8	5	32	C25	6	4	4	4	3	21
26	E26	5	9	8	6	4	32	C26	4	3	4	4	4	19
27	E27	8	7	5	3	4	27	C27	4	4	0	4	0	12
28	E28	3	7	6	5	5	26	C28	5	4	4	0	0	13
29	E29	5	8	4	7	4	28	C29	5	4	4	0	0	13
30	E30	11	7	8	8	7	41	C30	6	4	3	2	3	18

ตารางที่ 3.8 คะแนนสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

คน	กลุ่มทดลอง							กลุ่มควบคุม						
	ชื่อสมมติ	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)						ชื่อสมมติ	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)					
		ข้อ 1 (13)	ข้อ 2 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)		ข้อ 1 (13)	ข้อ 2 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)
31	E31	7	7	4	2	4	24	C31	5	4	4	4	4	21
32	E32	5	4	0	0	0	9	C32	5	3	4	0	0	12
33	E33	8	6	3	10	2	29	C33	4	4	4	4	4	20
34	E34	10	10	7	7	0	34	C34	4	5	0	0	0	9
35	E35	8	4	2	2	0	16	C35	8	4	1	2	3	18
36	E36							C36	4	5	4	0	0	13

3.4.2 การรวบรวมข้อมูลหลังเรียน หลังดำเนินการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลหลังเรียน ซึ่งมีรายละเอียดการรวบรวมข้อมูลดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินวัดการคิดไตร่ตรองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน จำนวน 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งคะแนนสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน แสดงได้ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 คะแนนสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน

คน	กลุ่มทดลอง							กลุ่มควบคุม						
	ชื่อสมมติ	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)						ชื่อสมมติ	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)					
		ข้อ 1 (13)	ข้อ 2 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)		ข้อ 1 (13)	ข้อ 2 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)
1	E1	9	8	6	7	6	36	C1	10	7	6	0	0	23
2	E2	12	10	9	4	10	45	C2	5	4	3	0	2	14
3	E3	9	9	9	7	8	42	C3	4	2	0	0	0	6
4	E4	10	8	8	4	0	30	C4	10	9	4	0	0	23
5	E5	5	6	5	8	8	32	C5	9	8	7	6	5	35
6	E6	8	4	0	2	2	16	C6	7	4	0	4	3	18
7	E7	8	6	6	5	5	30	C7	8	9	6	5	0	28
8	E8	8	10	8	5	6	37	C8	9	10	9	7	0	35
9	E9	11	10	7	6	8	42	C9	7	8	4	0	10	29
10	E10	8	9	8	6	4	35	C10	10	11	10	9	7	47
11	E11	9	8	5	5	7	34	C11	3	3	3	3	3	15
12	E12	10	8	9	8	5	40	C12	3	2	3	2	0	10
13	E13	9	12	8	8	5	42	C13	6	5	4	3	4	22
14	E14	7	9	9	2	1	28	C14	6	3	5	5	0	19
15	E15	10	7	9	9	9	44	C15	8	5	3	3	0	19
16	E16	5	4	3	3	4	19	C16	4	4	5	0	2	15
17	E17	6	7	8	8	7	36	C17	4	6	5	5	0	20
18	E18	9	9	8	7	6	39	C18	4	4	4	2	3	17

ตารางที่ 3.9 คะแนนสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน

คน	กลุ่มทดลอง							กลุ่มควบคุม						
	ชื่อสมมติ	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)						ชื่อสมมติ	คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)					
		ข้อ 1 (13)	ข้อ 2 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)		ข้อ 1 (13)	ข้อ 2 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)	ข้อ 1 (13)
19	E19	8	9	8	9	8	42	C19	9	8	9	7	0	33
20	E20	9	9	6	6	5	35	C20	8	4	4	4	0	20
21	E21	8	10	6	8	8	40	C21	10	2	0	0	0	12
22	E22	5	6	5	3	1	20	C22	3	3	3	0	0	9
23	E23	8	8	8	7	7	38	C23	12	9	11	12	7	51
24	E24	5	5	5	1	5	21	C24	5	0	0	0	0	5
25	E25	8	7	8	6	8	37	C25	4	4	8	4	3	23
26	E26	11	10	9	9	8	47	C26	4	6	6	6	5	27
27	E27	8	8	7	4	6	33	C27	4	4	4	5	1	18
28	E28	5	7	6	6	5	29	C28	4	5	5	0	5	19
29	E29	9	9	5	7	5	35	C29	7	0	9	4	0	20
30	E30	11	7	9	9	9	45	C30	5	4	6	0	0	15
31	E31	9	9	7	5	7	37	C31	7	4	4	4	4	23
32	E32	5	7	5	0	4	21	C32	4	4	4	4	3	19
33	E33	9	10	8	7	7	41	C33	10	0	0	4	4	18
34	E34	8	8	8	6	7	37	C34	7	5	5	2	0	19
35	E35	9	9	7	6	6	37	C35	10	4	7	5	4	30
36	E36							C36	3	5	5	0	4	17

ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 คะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา

คนที่	ชื่อสมมติ	คะแนนข้อที่									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	E1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	E2	4	4	4	4	5	4	5	5	4	5
3	E3	4	3	3	4	5	4	5	5	5	4
4	E4	5	4	4	4	4	3	4	5	4	4

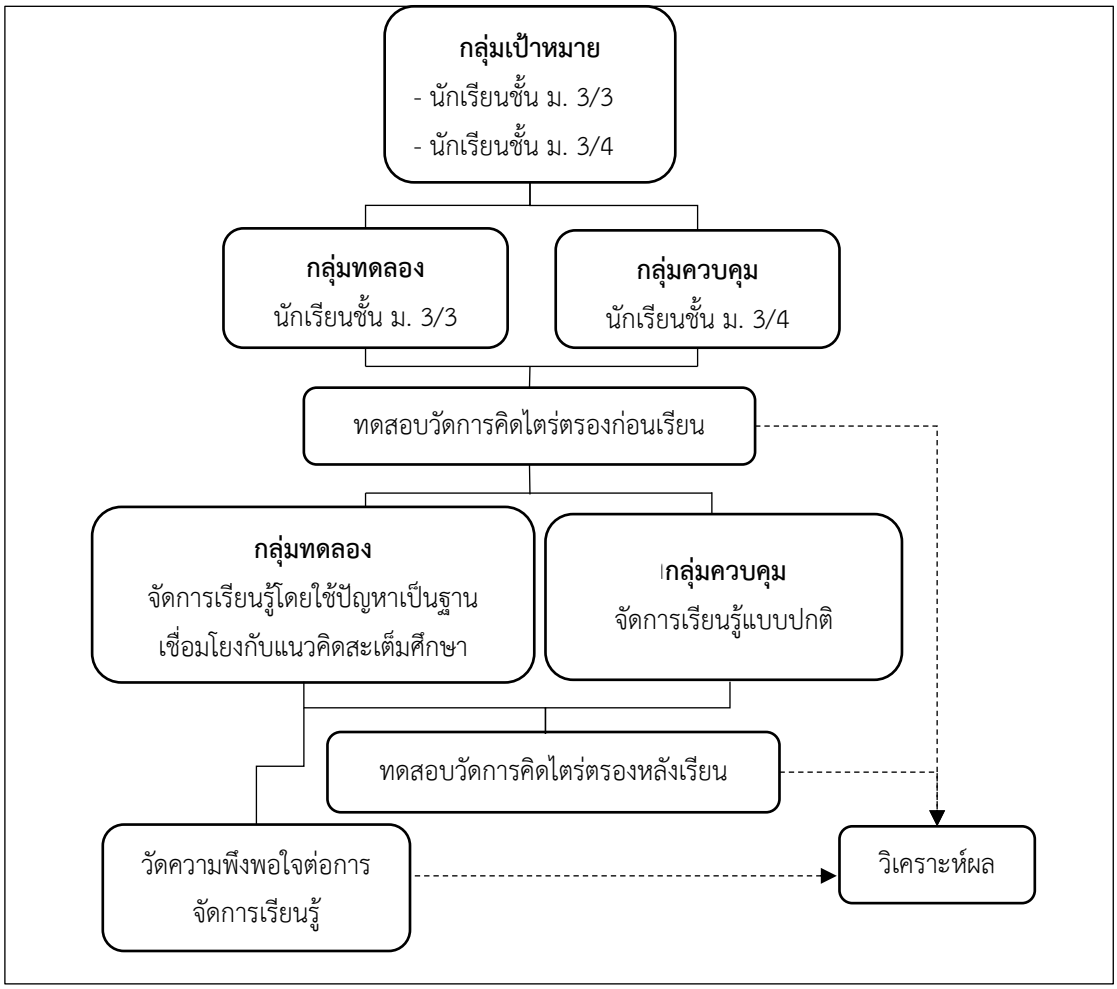
ตารางที่ 3.10 คะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา (ต่อ)

คนที่	ชื่อสมมติ	คะแนนข้อที่									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	E5	5	3	3	3	4	5	5	5	5	5
6	E6	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4
7	E7	4	4	3	4	4	4	3	5	4	4
8	E8	4	4	5	5	5	2	3	5	3	4
9	E9	4	5	5	4	3	3	4	5	3	3
10	E10	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
11	E11	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4
12	E12	5	3	4	4	3	4	4	4	4	3
13	E13	4	5	5	4	4	5	5	5	4	4
14	E14	4	3	5	4	3	5	5	4	4	3
15	E15	4	5	5	4	4	5	5	5	4	4
16	E16	4	3	3	4	5	5	5	4	5	5
17	E17	4	3	4	3	4	4	5	5	4	4
18	E18	5	4	4	3	5	4	5	5	5	5
19	E19	5	4	4	4	4	3	4	5	4	4
20	E20	4	3	5	4	4	5	5	5	4	4
21	E21	4	4	5	3	4	4	4	5	5	4
22	E22	5	5	4	4	4	3	3	5	4	4
23	E23	5	4	5	4	4	4	3	5	5	4
24	E24	4	4	3	5	3	3	4	5	4	4
25	E25	4	3	5	4	4	4	4	4	4	5
26	E26	4	5	4	4	4	4	4	5	3	4
27	E27	5	4	3	5	4	4	4	5	3	4
28	E28	4	5	5	4	4	5	5	5	4	4

ตารางที่ 3.10 คะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา (ต่อ)

คนที่	ชื่อสมมติ	คะแนนข้อที่									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
29	E29	5	4	4	4	4	5	5	4	4	3
30	E30	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4
31	E31	4	4	5	4	3	4	3	4	4	4
32	E32	4	3	3	4	5	5	4	5	4	3
33	E33	5	4	4	5	4	4	5	4	3	4
34	E34	4	5	5	4	4	4	5	5	4	3
35	E35	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปการดำเนินการรวบรวมข้อมูลได้ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 การดำเนินการรวบรวมข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean: μ) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\mu = \frac{\sum x}{n} \tag{3.1}$$

เมื่อ μ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนคะแนน หรือข้อมูลทั้งหมด

3.5.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: σ) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\sigma = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{n(n-1)}} \tag{3.2}$$

เมื่อ σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน คะแนนแต่ละตัว

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนคะแนน หรือข้อมูลทั้งหมด

3.5.3 การทดสอบความแตกต่างหรือเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มเป้าหมาย 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระต่อกัน สามารถทดสอบได้ดังนี้

3.5.3.1 ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มเป้าหมายทั้งสองกลุ่ม โดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t - independent sample test) ซึ่งมีสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)\sigma_1^2 + (n_2-1)\sigma_2^2}{n_1+n_2-2}\left[\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right]}} \tag{3.3}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจง t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

μ_1, μ_2 แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มเป้าหมายกลุ่มที่ 1, 2 ตามลำดับ

σ_1^2, σ_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มเป้าหมายกลุ่มที่ 1, 2 ตามลำดับ

n_1, n_2 แทน ขนาดของกลุ่มเป้าหมายกลุ่มที่ 1, 2 ตามลำดับ

เมื่อได้ค่าสถิติ t จากการคำนวณจากสูตร แล้วนำไปหาค่า p โดยการเปิดตารางการแจกแจง t ซึ่งในการเปิดตารางการแจกแจง t จะต้องใช้ค่าระดับความเป็นอิสระ (df) โดย $df = n_1 + n_2 - 2$ และค่า t ที่ได้จากการคำนวณ โดยการเทียบค่า t ในตาราง เพื่อหาค่า p

จากนั้นนำค่า p มาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญ (α) ถ้าค่า p ที่ได้มีค่ามากกว่า α แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มเป้าหมายทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าค่า p

ที่ได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ α แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มเป้าหมายทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ α

3.5.3.2 ทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนของกลุ่มเป้าหมายทั้งสองกลุ่ม ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

1) ถ้าการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มเป้าหมายทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน จะใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t - independent sample test) ดังข้อ 3.5.3.1 ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนของกลุ่มเป้าหมายทั้งสองกลุ่ม

2) ถ้าการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มเป้าหมายทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนของกลุ่มเป้าหมายทั้งสองกลุ่มโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) จะไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance: ANCOVA) ในการทดสอบ เนื่องจากการวิเคราะห์ ANCOVA จะขจัดอิทธิพลของตัวแปรแทรกซ้อน ทำให้ได้ความสัมพันธ์ที่แท้จริงระหว่างกลุ่มเป้าหมายทั้งสองกลุ่ม ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้ ANCOVA ดังนี้

2.1) กลุ่มเป้าหมายแต่ละกลุ่มต้องเป็นอิสระกัน

2.2) ตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันในแบบเชิงเส้น ดังนี้ โดยใช้สถิติทดสอบ คือ

$$F_{linear} = \frac{MS_{\text{hom}ogeneity}}{MSE_2} \tag{3.4}$$

เมื่อ F_{linear} คือ ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงแบบ F เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$MS_{\text{hom}ogeneity}$ แทน ความผันแปรเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม

MSE_2 แทน ความผันแปรเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน

เมื่อได้ค่าสถิติ F_{linear} จากการคำนวณจากสูตร แล้วนำไปหาค่า p โดยการเปิดตารางการแจกแจง F ซึ่งในการเปิดตารางการแจกแจง F จะต้องใช้ค่าระดับความเป็นอิสระ (df_1, df_2) โดย $df_1 = j-1$, $df_2 = N-2j$ (เมื่อ j แทน จำนวนกลุ่ม และ N แทน จำนวนตัวอย่างทั้งหมด) และค่า F_{linear} ที่ได้จากการคำนวณ โดยการเทียบค่า F ในตาราง เพื่อหาค่า p

จากนั้นนำค่า p มาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญ (α) ถ้าค่า p ที่ได้มีค่ามากกว่า α แสดงว่าวิธีการสอนและคะแนนก่อนเรียนมีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้น แต่ถ้าค่า

p ที่ได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ α แสดงว่าวิธีการสอนและคะแนนก่อนเรียนไม่มีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้น

2.3) ความแปรปรวนของประชากรในแต่ละกลุ่มต้องเท่ากัน หรือมีความแปรปรวนเป็นเอกพันธ์ โดยใช้ Levene's test

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$F_{\text{var}} = \frac{MSTr}{MSE} \tag{3.5}$$

เมื่อ F_{var} คือ ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงแบบ F เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$MSTr$ แทน ความผันแปรเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม

MSE แทน ความผันแปรเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน

เมื่อได้ค่าสถิติ F_{var} จากการคำนวณจากสูตร แล้วนำไปหาค่า p โดยการเปิดตารางการแจกแจง F ซึ่งในการเปิดตารางการแจกแจง F จะต้องใช้ค่าระดับความเป็นอิสระ (df_1, df_2) โดย $df_1 = j-1$, $df_2 = N-j$ (เมื่อ j แทน จำนวนกลุ่ม และ N แทน จำนวนตัวอย่างทั้งหมด) และค่า F_{var} ที่ได้จากการคำนวณ โดยการเทียบค่า F ในตาราง เพื่อหาค่า p

จากนั้นนำค่า p มาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญ (α) ถ้าค่า p ที่ได้มีค่ามากกว่า α แสดงว่าความแปรปรวนของกลุ่มเป้าหมายทั้งสองไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าค่า p ที่ได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ α แสดงว่าความแปรปรวนของกลุ่มเป้าหมายทั้งสองแตกต่างกัน

หลังจากทำการตรวจสอบความสัมพันธ์กันในแบบเชิงเส้นและความแปรปรวนของประชากร แล้วจึงนำข้อมูลทำการวิเคราะห์ ANCOVA

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$F = \frac{MS_y}{MS_E} \tag{3.6}$$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงแบบ F เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

MS_y แทน ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม

MS_E แทน ความแปรปรวนภายในกลุ่ม

เมื่อได้ค่าสถิติ F จากการคำนวณจากสูตร แล้วนำไปหาค่า p โดยการเปิดตารางการแจกแจง F ซึ่งในการเปิดตารางการแจกแจง F จะต้องใช้ค่าระดับความเป็นอิสระ

(df_y, df_E) โดย $df_y = j-1,\ df_E = N-j-1$ (เมื่อ j แทน จำนวนกลุ่ม และ N แทน จำนวนตัวอย่างทั้งหมด) และค่า F ที่ได้จากการคำนวณ โดยการเทียบค่า F ในตาราง เพื่อหาค่า p

จากนั้นนำค่า p มาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญ (α) ถ้าค่า p ที่ได้มีค่ามากกว่า α แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าค่า p ที่ได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ α แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ α

3.5.4 การทดสอบความแตกต่างหรือเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มเป้าหมาย 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน โดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t–dependent sample test)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\dfrac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}} \qquad (3.7)$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตจากตารางการแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของ D แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\left(\sum D\right)^2$ แทน ผลรวมของ D ทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนคู่ของตัวอย่าง

เมื่อได้ค่าสถิติ t จากการคำนวณจากสูตร แล้วนำไปหาค่า p โดยการเปิดตารางการแจกแจง t ซึ่งในการเปิดตารางการแจกแจง t จะต้องใช้ค่าระดับความเป็นอิสระ (df) โดย $df = n-1$ และค่า t ที่ได้จากการคำนวณ โดยการเทียบค่า t ในตาราง เพื่อหาค่า p

จากนั้นนำค่า p มาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญ (α) ถ้าค่า p ที่ได้มีค่ามากกว่า α แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและก่อนเรียนของกลุ่มเป้าหมายทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าค่า p ที่ได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ α แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ α

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในการศึกษาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อ

(1) เพื่อเปรียบเทียบการคิดไตร่ตรองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

(2) เพื่อศึกษาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

(3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

4.1 ผลการทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.2 ผลการทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

4.3 ผลการวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ผลการทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test)

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน	μ	σ	t	p
ทดลอง	35	26.37	8.09	4.822	.000*
ควบคุม	36	17.69	7.05		

หมายเหตุ: *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่าสถิติ t ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 4.822 และมีค่า p = .000 ซึ่งน้อยกว่า α = .05 จึงสรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังจากทำการทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองของนักเรียนก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแล้ว ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง และจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม หลังจากนั้นจึงได้ทำการทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เพื่อศึกษาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ซึ่งจากการทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) ดังตารางที่ 4.1 พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองของนักเรียนหลังเรียนด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) เพื่อขจัดอิทธิพลของตัวแปรแทรกซ้อน ซึ่งก็คือคะแนนสอบก่อนเรียน จะทำให้ได้ความสัมพันธ์ที่แท้จริงของระหว่างคะแนนหลังเรียนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เนื่องจากในการวิเคราะห์ผลด้วย ANCOVA คะแนนก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มที่นำมาวิเคราะห์ต้องมีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้น และความแปรปรวนของคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มต้องไม่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นของคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นของคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	n	μ	σ	F	p
ทดลอง	35	26.37	8.09	2.264	.137*
ควบคุม	36	17.69	7.05		

หมายเหตุ: *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.2 พบว่าผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ F ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 2.264 และมีค่า p = .137 ซึ่งมากกว่า α = .05 จึงสรุปได้ว่า วิธีการสอนและคะแนนก่อนเรียนมีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้น

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจสอบความแปรปรวนของคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	n	μ	σ	F	p
ทดลอง	35	26.37	8.09	.246	.621*
ควบคุม	36	17.69	7.05		

หมายเหตุ: *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่าผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ F ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ .246 และมีค่า p = .621 ซึ่งมากกว่า α = .05 สรุปได้ว่าความแปรปรวนของคะแนนก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

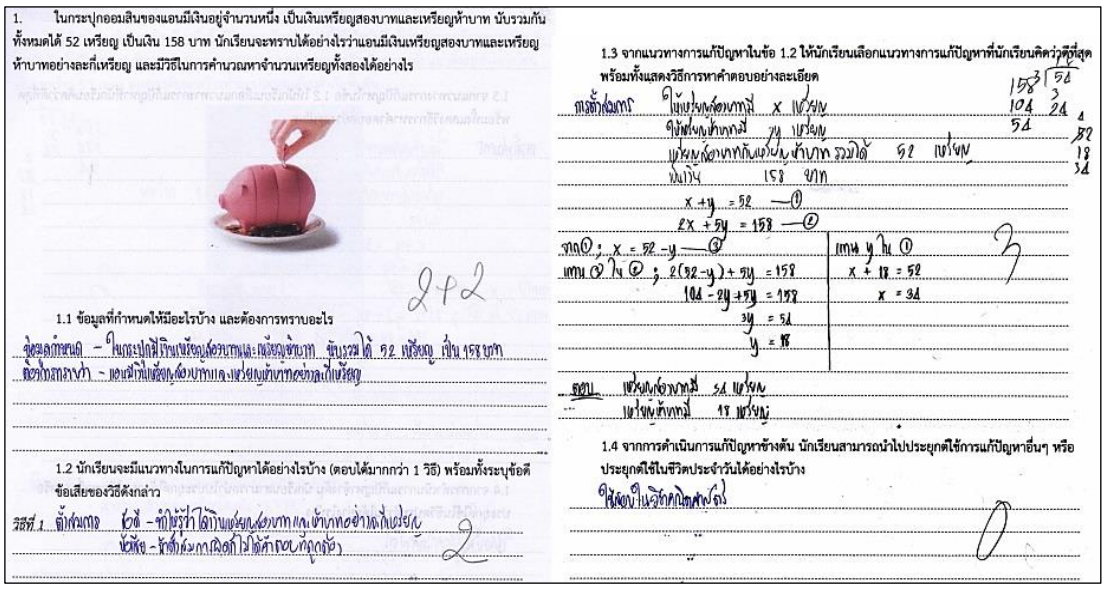
การจัดการเรียนรู้	แหล่งข้อมูล	n	μ	σ	F	p
หลังเรียน	กลุ่มทดลอง	35	34.97	7.92	12.762	.001*
	กลุ่มควบคุม	36	21.56	9.90		

หมายเหตุ: *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

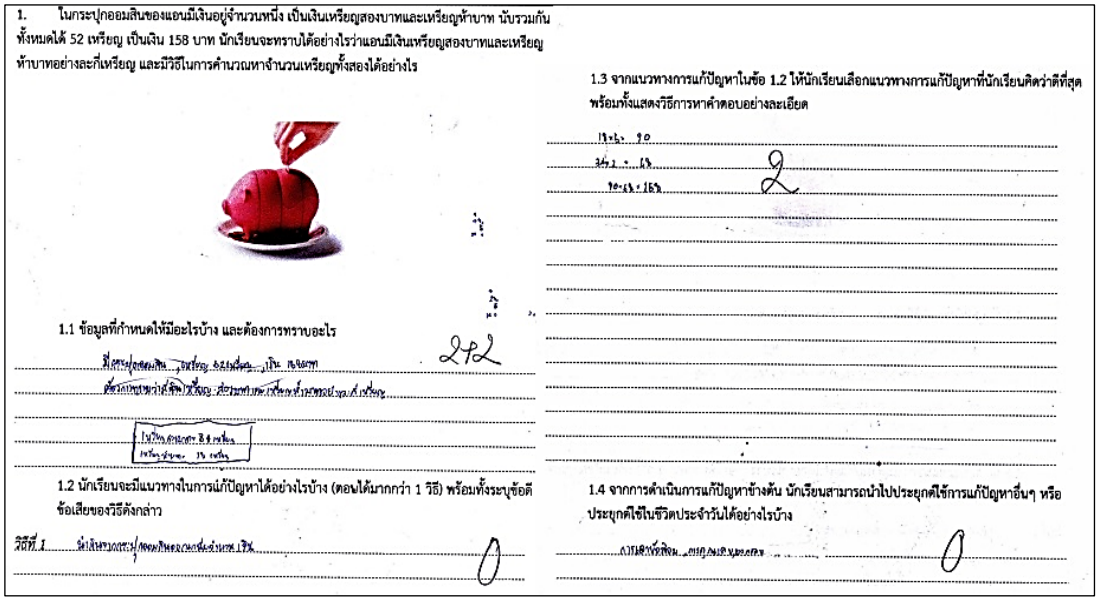
จากการตรวจสอบความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้น และความแปรปรวนของคะแนนก่อนเรียนข้างต้น ดังนั้นจึงสามารถใช้การวิเคราะห์ ANCOVA ได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 พบว่าผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ F ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 12.762 และมีค่า p = .001 ซึ่งน้อยกว่า α = .05 จึงสรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากับนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยให้นักเรียนมีการคิดไตร่ตรองสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

นอกจากข้อมูลทางสถิติที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีการคิดไตร่ตรองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมแล้ว ยังสามารถสังเกตได้จากตัวอย่างกระดาษคำตอบของแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีคะแนนใกล้เคียงกับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม สำหรับกลุ่มทดลองเลือกนักเรียน E1, E20, E34 และ E35 ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 36, 35, 37 และ 37 คะแนน ตามลำดับ โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองเท่ากับ 34.97 คะแนน และกลุ่มควบคุมเลือกนักเรียน C13, C17 และ C26 ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 22, 20 และ 27 คะแนน ตามลำดับ โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมเท่ากับ 21.56 คะแนน จะเห็นว่านักเรียนจากกลุ่มทดลองมีการคิดไตร่ตรองสูงกว่านักเรียนจากกลุ่มควบคุม โดยกระดาษคำตอบของแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนจากทั้งสองกลุ่มทั้ง 5 ข้อ แสดงได้ดังภาพที่ 4.1–ภาพที่ 4.10

ภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2 เป็นภาพของกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลอง (E20) สามารถบอกข้อมูลที่กำหนดให้ สิ่งที่ต้องการทราบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน บอกแนวทางการแก้ปัญหาได้ 1 วิธี ให้เหตุผลสอดคล้องกับแนวทางการแก้ปัญหา สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่บอกแนวทางการนำไปใช้ที่ไม่สอดคล้องกัน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุม (C13) สามารถบอกข้อมูลที่กำหนดให้ สิ่งที่ต้องการทราบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน บอกแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปไม่ได้ แสดงวิธีการหาคำตอบไม่ครบถ้วน คำตอบถูกต้อง และบอกวิธีการนำไปใช้ที่ไม่สอดคล้องกับแนวทางการนำไปใช้

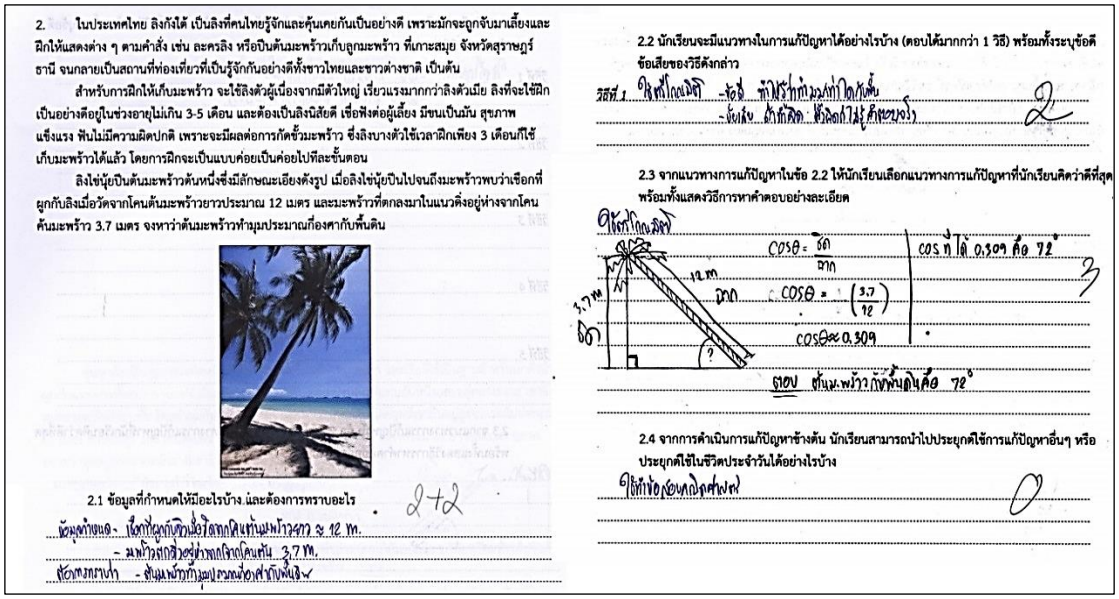


ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E20)



ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (C13)

ภาพที่ 4.3 และภาพที่ 4.4 เป็นภาพของกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 2 แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มสามารถบอกข้อมูลที่กำหนดให้ สิ่งที่ต้องการทราบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มทดลอง (E20) สามารถบอกเหตุผลในการใช้แนวทางการแก้ปัญหาได้ พร้อมทั้งสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุม (C17) ไม่บอกเหตุผล และยังแสดงวิธีการหาคำตอบไม่ถูกต้อง แต่นักเรียนสามารถบอกการนำไปใช้ได้



2. ในประเทศไทย ลิงกังได้ เป็นลิงที่คนไทยรู้จักและคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี เพราะมักจะถูกจับมาเลี้ยงและฝึกให้แสดงต่าง ๆ ตามคำสั่ง เช่น ละครลิง หรือปีนต้นมะพร้าวเก็บลูกมะพร้าว ที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จนกลายเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่เป็นรู้จักกันอย่างดีทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ เป็นต้น

สำหรับการฝึกให้เก็บมะพร้าว จะใช้ลิงตัวผู้เนื่องจากมีตัวใหญ่ เรี่ยวแรงมากกว่าลิงตัวเมีย ลิงที่จะใช้ฝึกเป็นอย่างดีอยู่ในช่วงอายุไม่เกิน 3-5 เดือน และต้องเป็นลิงนิสัยดี เชื่อฟังต่อผู้เลี้ยง มีขนเป็นมัน สุขภาพแข็งแรง ฟันไม่มีความผิดปกติ เพราะจะมีผลต่อการกัดขั้วมะพร้าว ซึ่งลิงบางตัวใช้เวลาฝึกเพียง 3 เดือนก็ใช้เก็บมะพร้าวได้แล้ว โดยการฝึกจะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไปทีละขั้นตอน

ลิงใช่นุ้ยปีนต้นมะพร้าวต้นหนึ่งซึ่งมีลักษณะเอียงดังรูป เมื่อลิงใช่นุ้ยปีนไปจนถึงมะพร้าวพบว่าเชือกที่ผูกกับลิงเมื่อวัดจากโคนต้นมะพร้าวยาวประมาณ 12 เมตร และมะพร้าวที่ตกลงมาในแนวดิ่งอยู่ห่างจากโคนต้นมะพร้าว 3.7 เมตร จงหาว่าต้นมะพร้าวทำมุมประมาณกี่องศากับพื้นดิน

2.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร 2+2

ข้อมูลกำหนด - เชือกที่ผูกกับลิงเมื่อวัดจากโคนต้นมะพร้าวยาว ซ 12 m.
- มะพร้าวที่ตกลงมาอยู่ห่างจากโคนต้น 3.7 m.
สิ่งที่ต้องการทราบ - ต้นมะพร้าวทำมุมประมาณกี่องศากับพื้นดิน

2.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 ใช้สัดส่วนตรีโก - ข้อดี ทำให้รู้ทำมุมกี่องศาได้
- ข้อเสีย คำนวณ ต้องคิดหาวิธีลดก่อนรู้คำตอบ 2

2.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 2.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

ใช้สัดส่วนตรีโก

$\cos\theta = \frac{\text{ชิด}}{\text{ฉาก}}$

$\therefore \cos\theta = \left(\frac{3.7}{12}\right)$

$\cos\theta \approx 0.309$

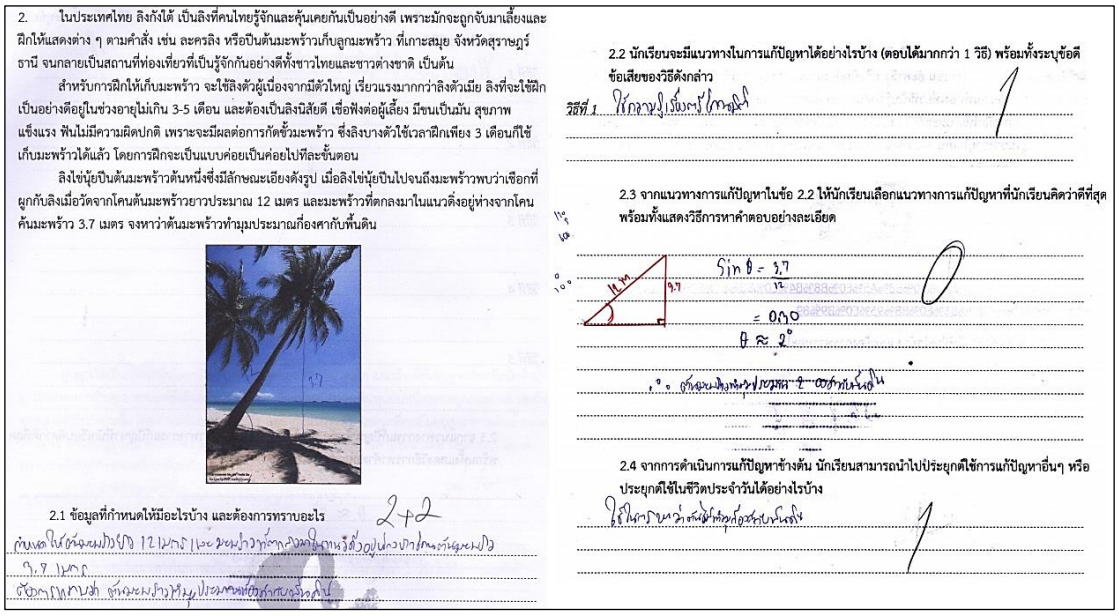
cos ที่ได้ 0.309 คือ 72° 3

ตอบ ต้นม.พร้าวกับพื้นดินคือ 72°

2.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

ใช้ทำข้อสอบคณิตศาสตร์ 0

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E20)



2. ในประเทศไทย ลิงกังได้ เป็นลิงที่คนไทยรู้จักและคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี เพราะมักจะถูกจับมาเลี้ยงและฝึกให้แสดงต่าง ๆ ตามคำสั่ง เช่น ละครลิง หรือปีนต้นมะพร้าวเก็บลูกมะพร้าว ที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จนกลายเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่เป็นรู้จักกันอย่างดีทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ เป็นต้น

สำหรับการฝึกให้เก็บมะพร้าว จะใช้ลิงตัวผู้เนื่องจากมีตัวใหญ่ เรี่ยวแรงมากกว่าลิงตัวเมีย ลิงที่จะใช้ฝึกเป็นอย่างดีอยู่ในช่วงอายุไม่เกิน 3-5 เดือน และต้องเป็นลิงนิสัยดี เชื่อฟังต่อผู้เลี้ยง มีขนเป็นมัน สุขภาพแข็งแรง ฟันไม่มีความผิดปกติ เพราะจะมีผลต่อการกัดขั้วมะพร้าว ซึ่งลิงบางตัวใช้เวลาฝึกเพียง 3 เดือนก็ใช้เก็บมะพร้าวได้แล้ว โดยการฝึกจะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไปทีละขั้นตอน

ลิงใช่นุ้ยปีนต้นมะพร้าวต้นหนึ่งซึ่งมีลักษณะเอียงดังรูป เมื่อลิงใช่นุ้ยปีนไปจนถึงมะพร้าวพบว่าเชือกที่ผูกกับลิงเมื่อวัดจากโคนต้นมะพร้าวยาวประมาณ 12 เมตร และมะพร้าวที่ตกลงมาในแนวดิ่งอยู่ห่างจากโคนต้นมะพร้าว 3.7 เมตร จงหาว่าต้นมะพร้าวทำมุมประมาณกี่องศากับพื้นดิน

2.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร 2+2

กำหนดให้ต้นมะพร้าว 12 เมตร และมะพร้าวที่ตกลงมาอยู่ห่างจากโคนต้นมะพร้าว 3.7 เมตร
ต้องการทราบว่า ต้นมะพร้าวทำมุมประมาณกี่องศากับพื้นดิน

2.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 ใช้ความรู้เรื่องตรีโกณมิติ 1

2.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 2.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

$\sin\theta = \frac{3.7}{12}$

$= 0.30$

$\theta \approx 2°$ 0

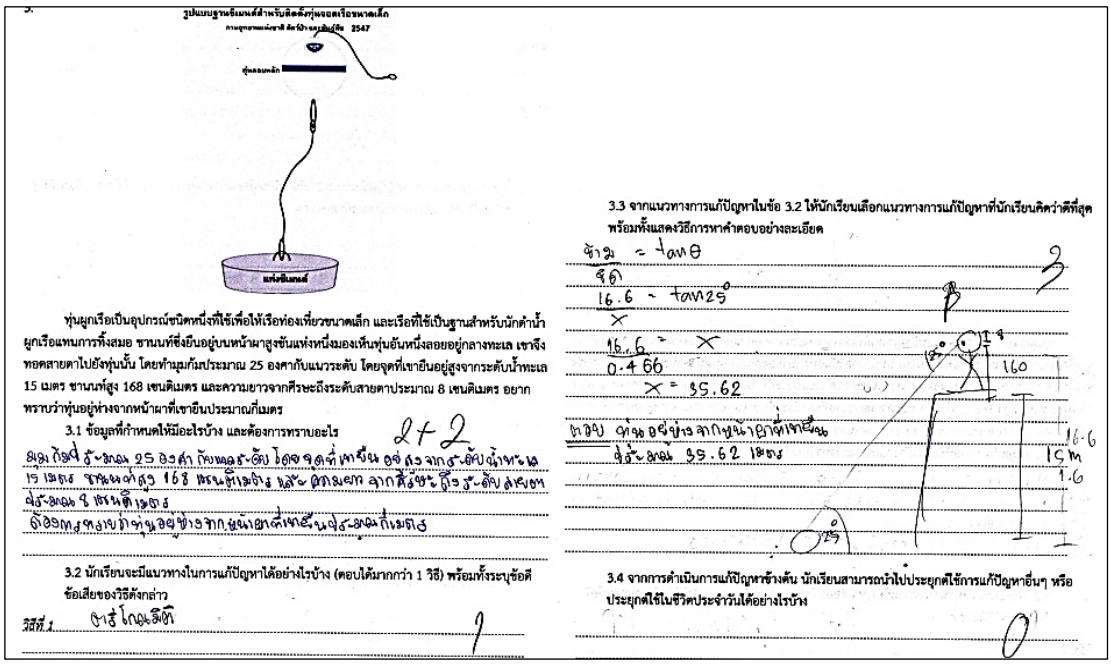
∴ ต้นมะพร้าวทำมุมประมาณ 2° กับพื้นดิน

2.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

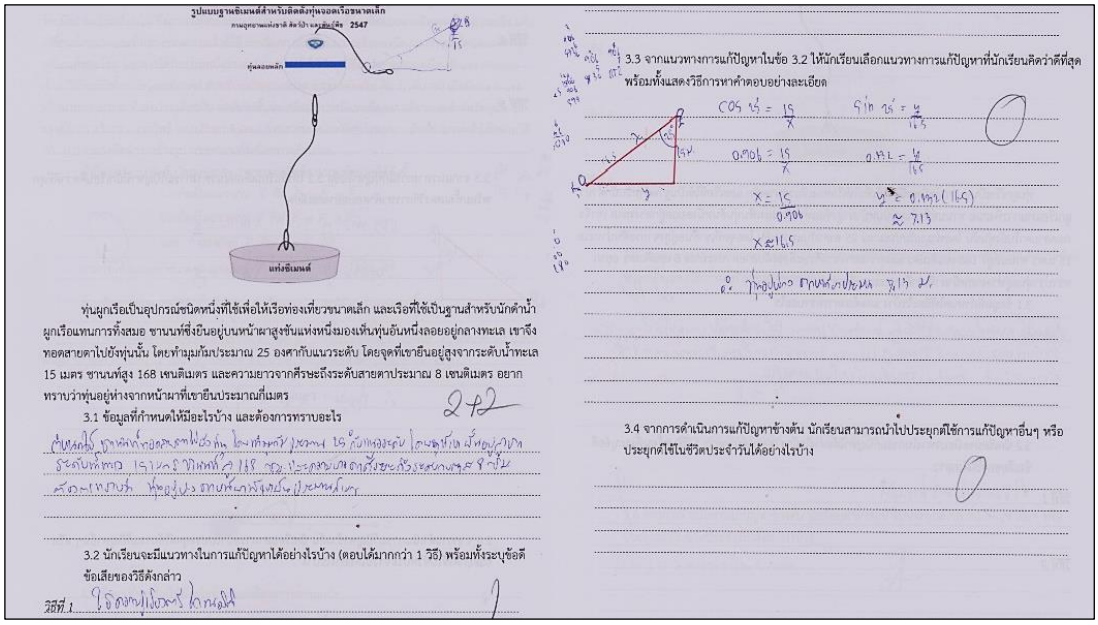
ใช้ในการหาว่าต้นไม้ล้มกี่องศาจนหักได้ 1

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (C17)

ภาพที่ 4.5 และ ภาพที่ 4.6 เป็นภาพของกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 3 แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มสามารถบอกข้อมูลที่กำหนดให้ สิ่งที่ต้องการทราบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน บอกแนวทางการแก้ปัญหา 1 วิธี แต่ไม่บอกเหตุผล และนักเรียนกลุ่มทดลอง (E34) สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่บอกการนำไปใช้ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุม (C17) ก็มีการแสดงวิธีการหาคำตอบ แต่วิธีการดังกล่าวยังไม่ถูกต้อง และไม่บอกการนำไปใช้



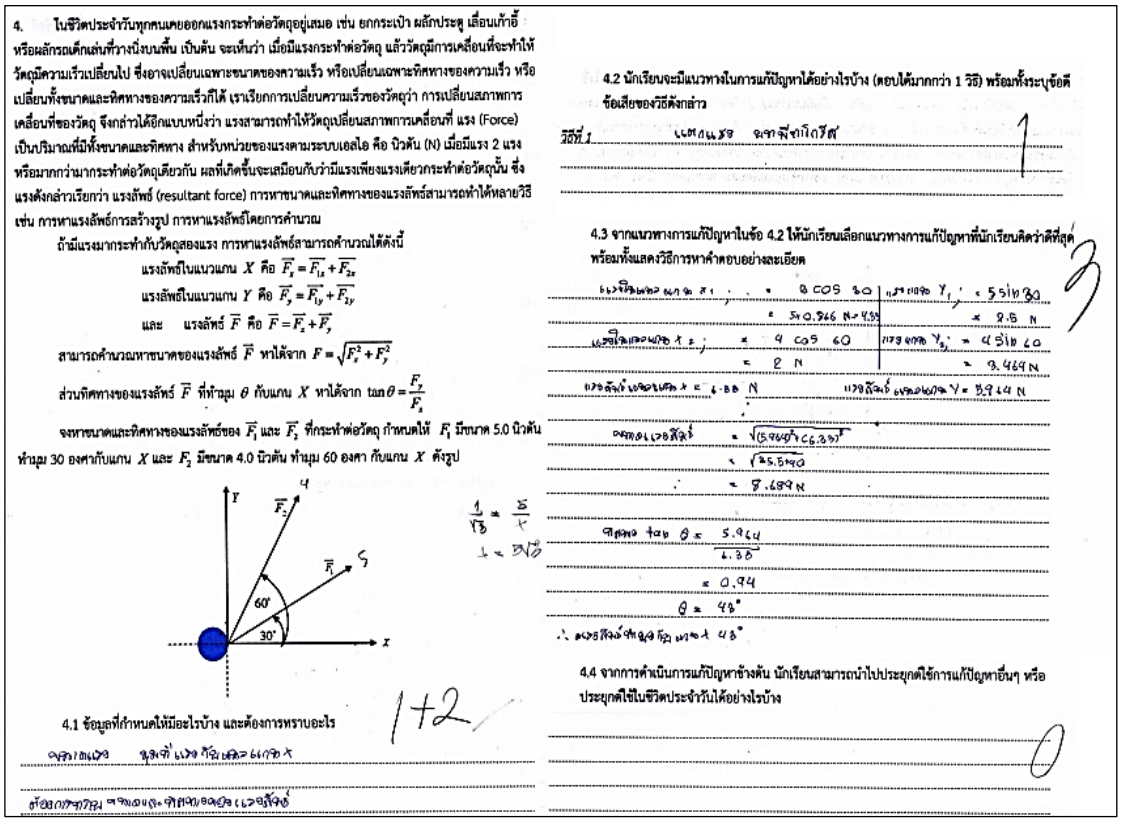
ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E34)



ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (C17)

ภาพที่ 4.7 และ ภาพที่ 4.8 เป็นภาพของกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 4 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง (E1) สามารถบอกข้อมูลที่กำหนดให้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน แสดงวิธีการหา

คำตอบได้อย่างถูกต้อง ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุม (C17) สามารถบอกข้อมูลที่กำหนดให้ถูกต้องครบถ้วน แต่แสดงวิธีการหาคำตอบยังไม่ถูกต้อง



4. ในชีวิตประจำวันทุกคนเคยออกแรงกระทำต่อวัตถุอยู่เสมอ เช่น ยกกระเป๋า ผลักประตู เลื่อนเก้าอี้ หรือผลักรถเด็กเล่นที่วางนิ่งบนพื้น เป็นต้น จะเห็นว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ แล้ววัตถุมีการเคลื่อนที่จะทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไป ซึ่งอาจเปลี่ยนเฉพาะขนาดของความเร็ว หรือเปลี่ยนเฉพาะทิศทางของความเร็ว หรือเปลี่ยนทั้งขนาดและทิศทางของความเร็วก็ได้ เราเรียกการเปลี่ยนความเร็วของวัตถุว่า การเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ จึงกล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงสามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แรง (Force) เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง สำหรับหน่วยของแรงตามระบบเอสไอ คือ นิวตัน (N) เมื่อมีแรง 2 แรงหรือมากกว่ามากระทำต่อวัตถุเดียวกัน ผลที่เกิดขึ้นจะเสมือนกับว่ามีแรงเพียงแรงเดียวกระทำต่อวัตถุนั้น ซึ่งแรงดังกล่าวเรียกว่า แรงลัพธ์ (resultant force) การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การหาแรงลัพธ์การสร้างรูป การหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณ

ถ้ามีแรงมากระทำกับวัตถุสองแรง การหาแรงลัพธ์สามารถคำนวณได้ดังนี้

แรงลัพธ์ในแนวแกน X คือ $\overline{F_x} = \overline{F_{1x}} + \overline{F_{2x}}$

แรงลัพธ์ในแนวแกน Y คือ $\overline{F_y} = \overline{F_{1y}} + \overline{F_{2y}}$

และ แรงลัพธ์ $\overline{F}$ คือ $\overline{F} = \overline{F_x} + \overline{F_y}$

สามารถคำนวณหาขนาดของแรงลัพธ์ $\overline{F}$ หาได้จาก $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

ส่วนทิศทางของแรงลัพธ์ $\overline{F}$ ที่ทำมุม θ กับแกน X หาได้จาก $\tan\theta = \frac{F_y}{F_x}$

จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของ $\overline{F_1}$ และ $\overline{F_2}$ ที่กระทำต่อวัตถุ กำหนดให้ F_1 มีขนาด 5.0 นิวตัน ทำมุม 30 องศากับแกน X และ F_2 มีขนาด 4.0 นิวตัน ทำมุม 60 องศา กับแกน X ดังรูป

4.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการหาบอะไร

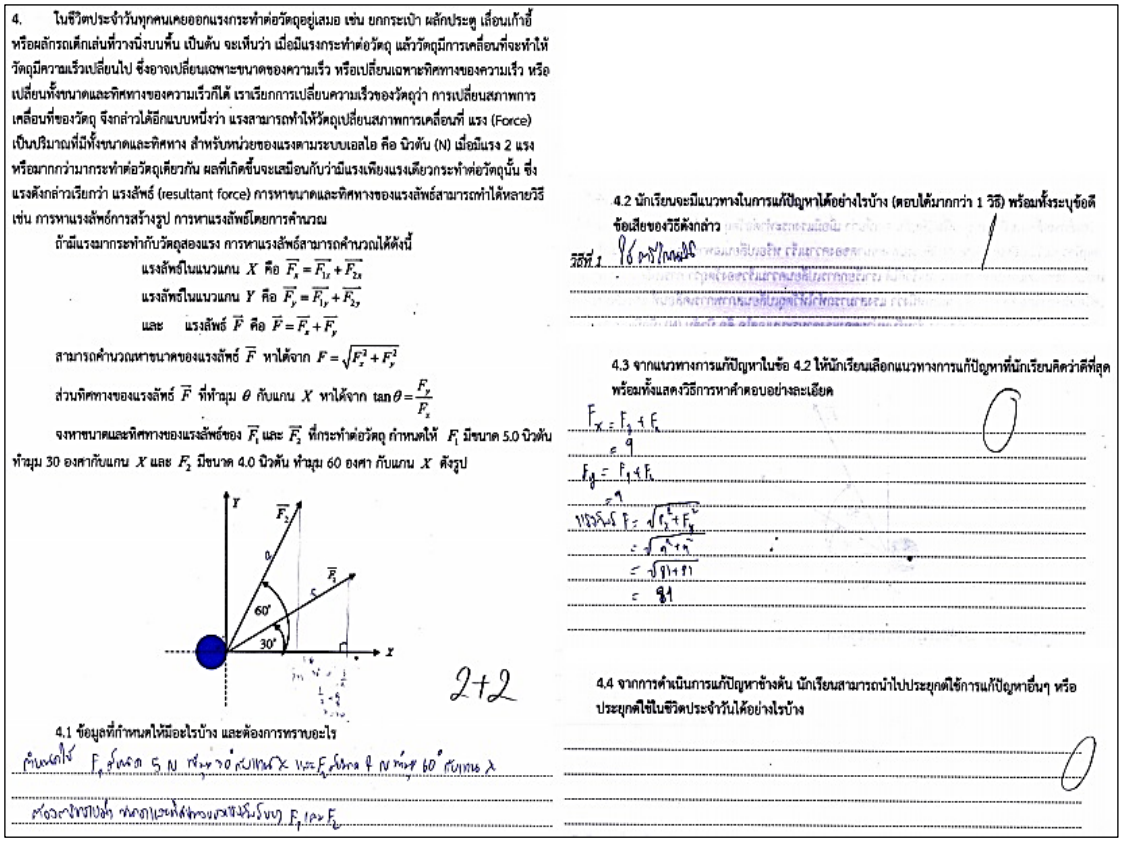
4.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 แตกแรง ฉากฟิสิกส์

4.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 4.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

4.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E1)



4. ในชีวิตประจำวันทุกคนเคยออกแรงกระทำต่อวัตถุอยู่เสมอ เช่น ยกกระเป๋า ผลักประตู เลื่อนเก้าอี้ หรือผลักรถเด็กเล่นที่วางนิ่งบนพื้น เป็นต้น จะเห็นว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ แล้ววัตถุมีการเคลื่อนที่จะทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไป ซึ่งอาจเปลี่ยนเฉพาะขนาดของความเร็ว หรือเปลี่ยนเฉพาะทิศทางของความเร็ว หรือเปลี่ยนทั้งขนาดและทิศทางของความเร็วก็ได้ เราเรียกการเปลี่ยนความเร็วของวัตถุว่า การเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ จึงกล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงสามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แรง (Force) เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง สำหรับหน่วยของแรงตามระบบเอสไอ คือ นิวตัน (N) เมื่อมีแรง 2 แรง หรือมากกว่ามากระทำต่อวัตถุเดียวกัน ผลที่เกิดขึ้นจะเสมือนกับว่ามีแรงเพียงแรงเดียวกระทำต่อวัตถุนั้น ซึ่งแรงดังกล่าวเรียกว่า แรงลัพธ์ (resultant force) การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การหาแรงลัพธ์การสร้างรูป การหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณ

ถ้ามีแรงมากระทำกับวัตถุสองแรง การหาแรงลัพธ์สามารถคำนวณได้ดังนี้

แรงลัพธ์ในแนวแกน X คือ $\overrightarrow{F_x} = \overrightarrow{F_{1x}} + \overrightarrow{F_{2x}}$

แรงลัพธ์ในแนวแกน Y คือ $\overrightarrow{F_y} = \overrightarrow{F_{1y}} + \overrightarrow{F_{2y}}$

และ แรงลัพธ์ $\overrightarrow{F}$ คือ $\overrightarrow{F} = \overrightarrow{F_x} + \overrightarrow{F_y}$

สามารถคำนวณหาขนาดของแรงลัพธ์ $\overrightarrow{F}$ หาได้จาก $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

ส่วนทิศทางของแรงลัพธ์ $\overrightarrow{F}$ ที่ทำมุม θ กับแกน X หาได้จาก $\tan\theta = \frac{F_y}{F_x}$

จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของ $\overrightarrow{F_1}$ และ $\overrightarrow{F_2}$ ที่กระทำต่อวัตถุ กำหนดให้ F_1 มีขนาด 5.0 นิวตัน ทำมุม 30 องศากับแกน X และ F_2 มีขนาด 4.0 นิวตัน ทำมุม 60 องศา กับแกน X ดังรูป

2+2

4.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

กำหนดให้ F_1 มีขนาด 5 N ทำมุม 30° กับแกน X และ F_2 มีขนาด 4 N ทำมุม 60° กับแกน X

ต้องการทราบ ขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ระหว่าง F_1 และ F_2

4.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 ใช้ความรู้

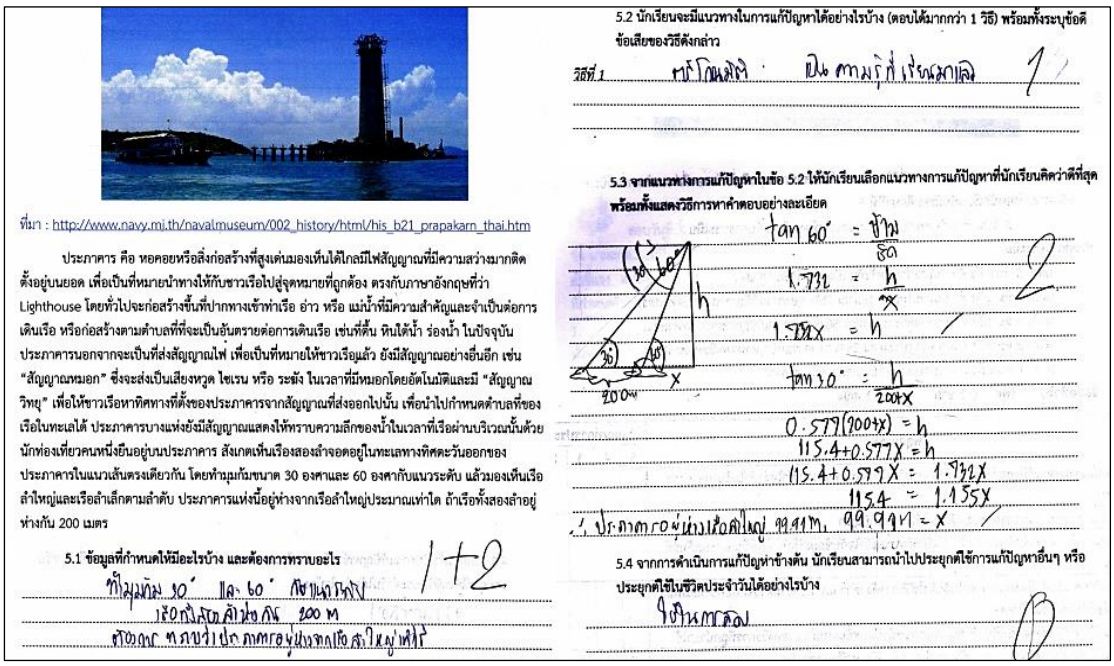
4.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 4.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

$F_x = F_1 + F_2$
$= 9$
$F_y = F_1 + F_2$
$= 9$
ดังนั้น $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$
$= \sqrt{9^2 + 9^2}$
$= \sqrt{81 + 81}$
$= 81$

4.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (C17)

ภาพที่ 4.9 และภาพที่ 4.10 เป็นภาพของกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 5 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง (E35) บอกข้อมูลที่กำหนดให้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน บอกแนวทางการแก้ปัญหาได้ และแสดงวิธีการหาคำตอบครบถ้วน คำตอบไม่ถูกต้อง ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุม (C26) สามารถบอกข้อมูลที่กำหนดให้ถูกต้อง ครบถ้วน บอกแนวทางการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่บอกเหตุผล และการนำไปประยุกต์ใช้



ที่มา : http://www.navy.mi.th/navalmuseum/002_history/html/his_b21_prapakarn_thai.htm

ประภาคาร คือ หอคอยหรือสิ่งก่อสร้างที่สูงเด่นมองเห็นได้ไกลมีไฟสัญญาณที่มีความสว่างมากติดตั้งอยู่บนยอด เพื่อเป็นที่หมายนำทางให้กับชาวเรือไปสู่จุดหมายที่ถูกต้อง ตรงกับภาษาอังกฤษที่ว่า Lighthouse โดยทั่วไปจะก่อสร้างขึ้นที่ปากทางเข้าท่าเรือ อ่าว หรือ แม่น้ำที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเดินเรือ หรือก่อสร้างตามตำบลที่ที่จะเป็นอันตรายต่อการเดินเรือ เช่นที่ตื้น หินใต้น้ำ ร่องน้ำ ในปัจจุบันประภาคารนอกจากจะเป็นที่ส่งสัญญาณไฟ เพื่อเป็นที่หมายให้ชาวเรือแล้ว ยังมีสัญญาณอย่างอื่นอีก เช่น "สัญญาณหมอก" ซึ่งจะส่งเป็นเสียงหวูด ไซเรน หรือ ระฆัง ในเวลาที่มีหมอกโดยอัตโนมัติและมี "สัญญาณวิทยุ" เพื่อให้ชาวเรือหาทิศทางที่ตั้งของประภาคารจากสัญญาณที่ส่งออกไปนั้น เพื่อนำไปกำหนดตำบลที่ของเรือในทะเลได้ ประภาคารบางแห่งยังมีสัญญาณแสดงให้ทราบความลึกของน้ำในเวลาที่เรือผ่านบริเวณนั้นด้วย นักท่องเที่ยวคนหนึ่งยืนอยู่บนประภาคาร สังเกตเห็นเรืองสองลำจอดอยู่ในทะเลทางทิศตะวันออกของประภาคารในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยทำมุมก้มขนาด 30 องศาและ 60 องศากับแนวระดับ แล้วมองเห็นเรือลำใหญ่และเรือลำเล็กตามลำดับ ประภาคารแห่งนี้อยู่ห่างจากเรือลำใหญ่ประมาณเท่าใด ถ้าเรือทั้งสองลำอยู่ห่างกัน 200 เมตร

5.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร 1+2

ทำมุมก้ม 30° และ 60° กับแนวระดับ
เรือทั้งสองลำห่างกัน 200 m
ต้องการทราบว่าประภาคารอยู่ห่างจากเรือลำใหญ่เท่าไร

5.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 หาโดยสมการ : ใช้ตามรูปที่เรียนมาแล้ว 1

5.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 5.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

$\tan 60^\circ = \frac{ข้าม}{ชิด}$

$1.732 = \frac{h}{x}$

$1.732x = h$

$\tan 30^\circ = \frac{h}{200+x}$

$0.577(200+x) = h$

$115.4+0.577x = h$

$115.4+0.577x = 1.732x$

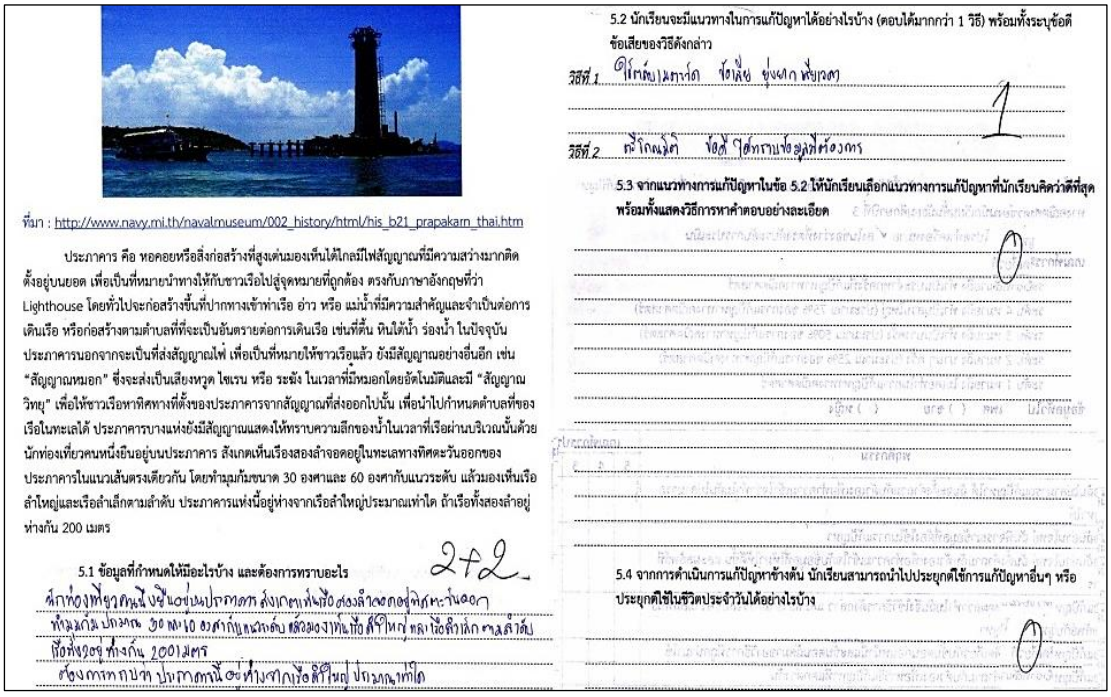
$115.4 = 1.155x$

$\therefore$ ประภาคารอยู่ห่างเรือลำใหญ่ 99.91 m. $99.91 m = x$ 2

5.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

ใช้ในการทดลอง 0

ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E35)



ที่มา : http://www.navy.mi.th/navalmuseum/002_history/html/his_b21_prapakarn_thai.htm

ประภาคาร คือ หอคอยหรือสิ่งก่อสร้างที่สูงเด่นมองเห็นได้ไกลมีไฟสัญญาณที่มีความสว่างมากติดตั้งอยู่บนยอด เพื่อเป็นที่หมายนำทางให้กับชาวเรือไปสู่จุดหมายที่ถูกต้อง ตรงกับภาษาอังกฤษที่ว่า Lighthouse โดยทั่วไปจะก่อสร้างขึ้นที่ปากทางเข้าท่าเรือ อ่าว หรือ แม่น้ำที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเดินเรือ หรือก่อสร้างตามตำบลที่ที่จะเป็นอันตรายต่อการเดินเรือ เช่นที่ตื้น หินใต้น้ำ ร่องน้ำ ในปัจจุบันประภาคารนอกจากจะเป็นที่ส่งสัญญาณไฟ เพื่อเป็นที่หมายให้ชาวเรือแล้ว ยังมีสัญญาณอย่างอื่นอีก เช่น "สัญญาณหมอก" ซึ่งจะส่งเป็นเสียงหวูด ไซเรน หรือ ระฆัง ในเวลาที่มีหมอกโดยอัตโนมัติและมี "สัญญาณวิทยุ" เพื่อให้ชาวเรือหาทิศทางที่ตั้งของประภาคารจากสัญญาณที่ส่งออกไปนั้น เพื่อนำไปกำหนดตำบลที่ของเรือในทะเลได้ ประภาคารบางแห่งยังมีสัญญาณแสดงให้ทราบความลึกของน้ำในเวลาที่เรือผ่านบริเวณนั้นด้วย นักท่องเที่ยวคนหนึ่งยืนอยู่บนประภาคาร สังเกตเห็นเรืองสองลำจอดอยู่ในทะเลทางทิศตะวันออกของประภาคารในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยทำมุมก้มขนาด 30 องศาและ 60 องศากับแนวระดับ แล้วมองเห็นเรือลำใหญ่และเรือลำเล็กตามลำดับ ประภาคารแห่งนี้อยู่ห่างจากเรือลำใหญ่ประมาณเท่าใด ถ้าเรือทั้งสองลำอยู่ห่างกัน 200 เมตร

5.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร 2+2

นักท่องเที่ยวคนหนึ่งยืนอยู่บนประภาคาร สังเกตเห็นเรืองสองลำจอดอยู่ทิศตะวันออก
ทำมุมก้ม ประมาณ 30 และ 60 องศากับแนวระดับ แล้วมองเห็นเรือลำใหญ่ และเรือลำเล็ก ตามลำดับ
เรือทั้งสองอยู่ห่างกัน 200 เมตร
ต้องการทราบว่า ประภาคารนี้อยู่ห่างจากเรือลำใหญ่ ประมาณเท่าใด

5.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 ใช้การเขียนกราฟ ข้อเสีย ยุ่งยาก ซับซ้อน 1

วิธีที่ 2 สร้างสมการ ข้อดี ใช้ทราบข้อมูลที่ต้องการ

5.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 5.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด 0

5.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง 0

ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (C26)

4.2 ผลการทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษามีการคิดไตร่ตรองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดังแสดงข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง เพื่อตรวจสอบว่าเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วจะส่งผลต่อการคิดไตร่ตรองอย่างไร โดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test)

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t–dependent sample test)

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	μ	σ	t	p
ก่อนเรียน	35	26.37	8.09	7.482	.000*
หลังเรียน		34.97	7.92		

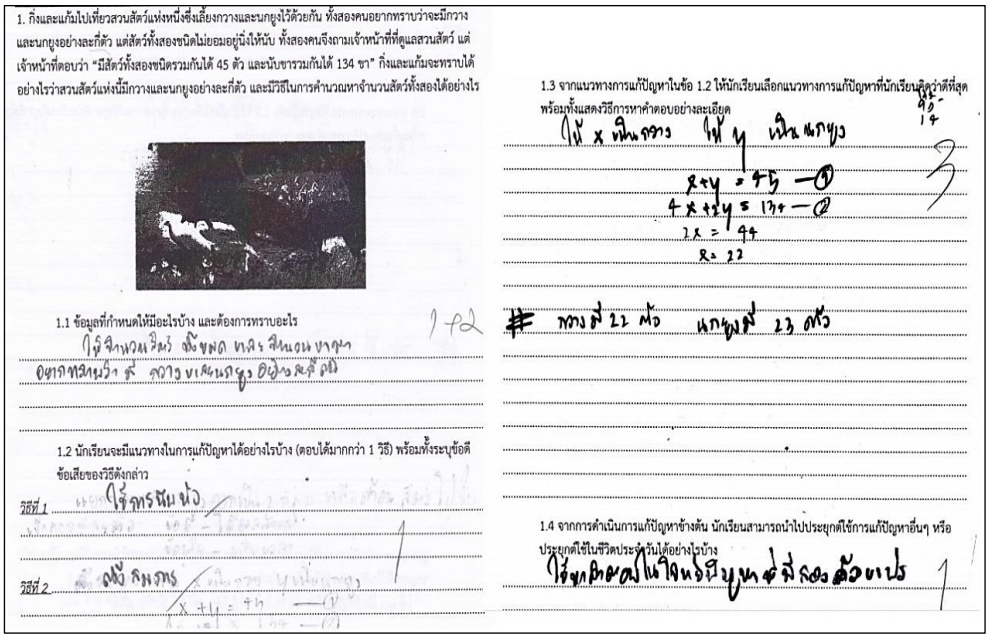
หมายเหตุ: *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.5 จะพบว่าผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ t = 7.482 และมีค่า p = .000 ซึ่งน้อยกว่า α = .05 จึงสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ นักเรียนกลุ่มทดลองมีการคิดไตร่ตรองสูงขึ้น เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา

นอกจากค่าสถิติ ดังตารางที่ 4.5 ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีการคิดไตร่ตรองสูงขึ้นเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา ยังสามารถสังเกตได้จากการเขียนแสดงคำตอบในกระดาษคำตอบของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนเรียนเปรียบเทียบกับหลังเรียน ดังตัวอย่างกระดาษคำตอบของนักเรียน E3 ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีคะแนนก่อนเรียนใกล้เคียงกับคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง โดยนักเรียน E3 ได้คะแนนก่อนเรียนเท่ากับ 25 คะแนน และคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 42 คะแนน ซึ่งคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 26.37 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 34.97 คะแนน โดยกระดาษคำตอบของนักเรียน E3 แสดงได้ดังภาพที่ 4.11–ภาพที่ 4.20

ภาพที่ 4.11 และภาพที่ 4.12 เป็นภาพของกระดาษคำตอบข้อที่ 1 แสดงให้เห็นว่าก่อนเรียนนักเรียนยังไม่สามารถบอกข้อมูลกำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน แต่เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนสามารถบอกข้อมูลที่

กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน สามารถระบุแนวทางที่แก้ปัญหาได้ แสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง และบอกแนวทางการนำไปใช้ได้ แต่ไม่ยกตัวอย่างการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน


1. กิ่งและแก้มไปเที่ยวสวนสัตว์แห่งหนึ่งซึ่งเลี้ยงกวางและนกยูงไว้ด้วยกัน ทั้งสองคนอยากทราบว่าจะมีกวางและนกยูงอย่างละกี่ตัว แต่สัตว์ทั้งสองชนิดไม่ยอมอยู่นิ่งให้นับ ทั้งสองคนจึงถามเจ้าหน้าที่ที่ดูแลสวนสัตว์ แต่เจ้าหน้าที่ตอบว่า "มีสัตว์ทั้งสองชนิดรวมกันได้ 45 ตัว และนับขารวมกันได้ 134 ขา" กิ่งและแก้มจะทราบได้อย่างไรว่าสวนสัตว์แห่งนี้มีกวางและนกยูงอย่างละกี่ตัว และมีวิธีในการคำนวณหาจำนวนสัตว์ทั้งสองได้อย่างไร

1.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

1.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 ใช้การลบ

วิธีที่ 2 ใช้สมการ

1.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 1.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

ให้ x เป็นกวาง ให้ y เป็นนกยูง

$x+y=45$ —①

$4x+2y=134$ —②

$2x=44$

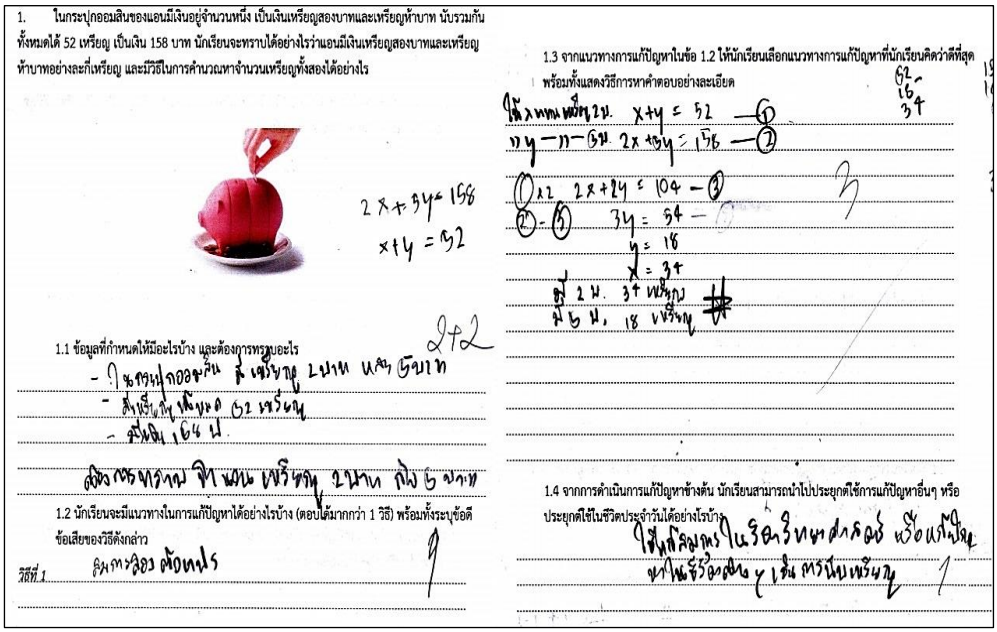
$x=22$

กวาง มี 22 ตัว นกยูง มี 23 ตัว

1.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

ใช้ในการคิดเกี่ยวกับปัญหาที่มีสองตัวแปร

ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างกระดาษคำตอบก่อนเรียนข้อที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)


1. ในกระปุกออมสินของแอนมีเงินอยู่จำนวนหนึ่ง เป็นเงินเหรียญสองบาทและเหรียญห้าบาท นับรวมกันทั้งหมดได้ 52 เหรียญ เป็นเงิน 158 บาท นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าแอนมีเงินเหรียญสองบาทและเหรียญห้าบาทอย่างละกี่เหรียญ และมีวิธีในการคำนวณหาจำนวนเหรียญทั้งสองได้อย่างไร

$2x+5y=158$

$x+y=52$

1.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

- ในกระปุกออมสิน มีเหรียญ 2 บาท และ 5 บาท
- มีเหรียญทั้งหมด 52 เหรียญ
- เป็นเงิน 158 บ.

สมการทราบ จำนวนเหรียญ 2 บาท กับ 5 บาท

1.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 สมการเชิงเส้นตัวแปร

1.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 1.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

ให้ x เท่ากับเหรียญ 2 บ. $x+y=52$ —①

ให้ y เท่ากับ 5 บ. $2x+5y=158$ —②

① x2 $2x+2y=104$ —③

② − ③ $3y=54$

$y=18$

$x=34$

มี 2 บ. 34 เหรียญ

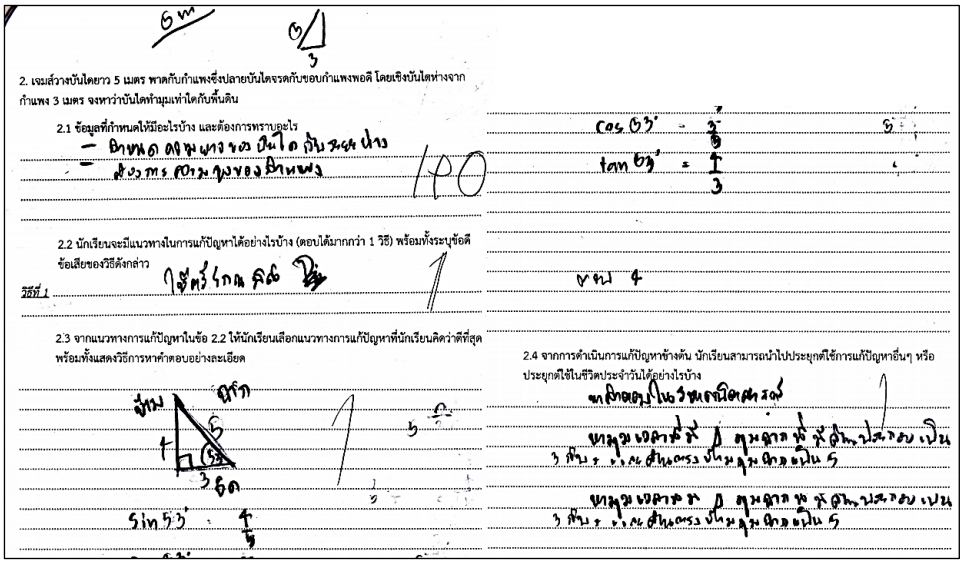
มี 5 บ. 18 เหรียญ

1.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

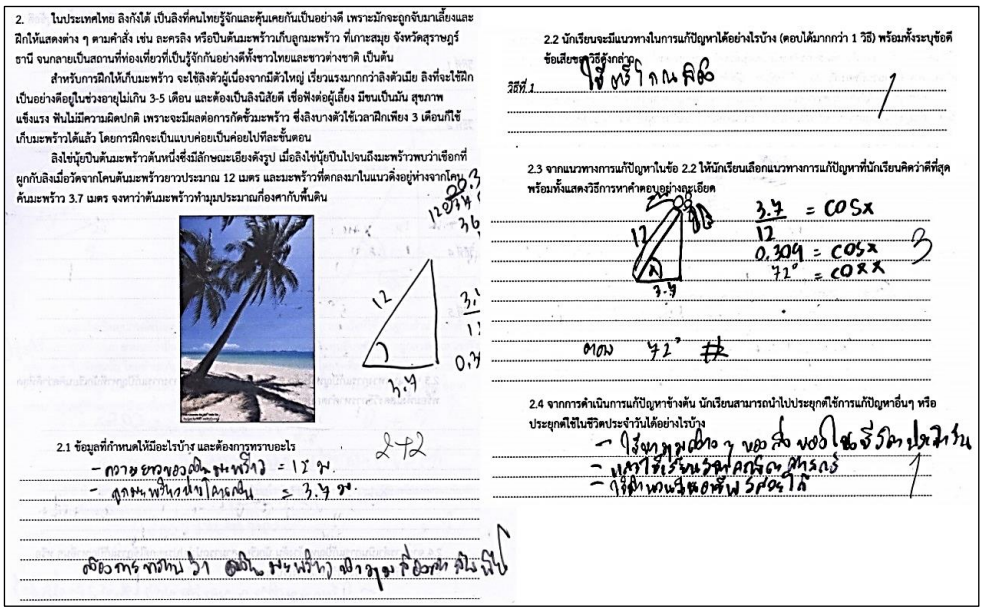
ใช้ในการคิดเกี่ยวกับเงินทอนกลับ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่น การนับเหรียญ

ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)

ภาพที่ 4.13 และภาพที่ 4.14 เป็นภาพของกระดาษคำตอบข้อที่ 2 แสดงให้เห็นว่าก่อนเรียนนักเรียนยังบอกข้อมูลที่กำหนดถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน ไม่บอกสิ่งที่ต้องการทราบ และแสดงวิธีการหาคำตอบยังไม่ถูกต้อง แต่หลังเรียนนักเรียนสามารถบอกสิ่งที่กำหนดให้ถูกต้อง ครบถ้วน บอกสิ่งที่ต้องการทราบได้ถูกต้อง และสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

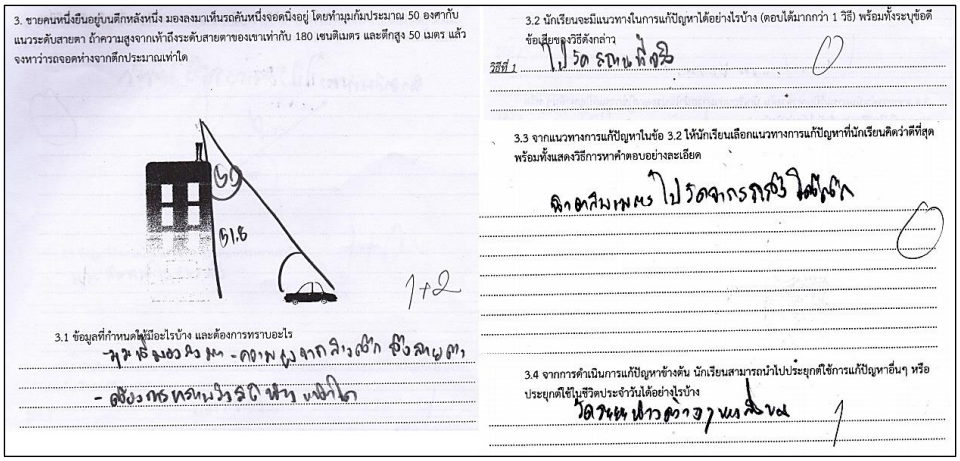


ภาพที่ 4.13 ตัวอย่างกระดาษคำตอบก่อนเรียนข้อที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)

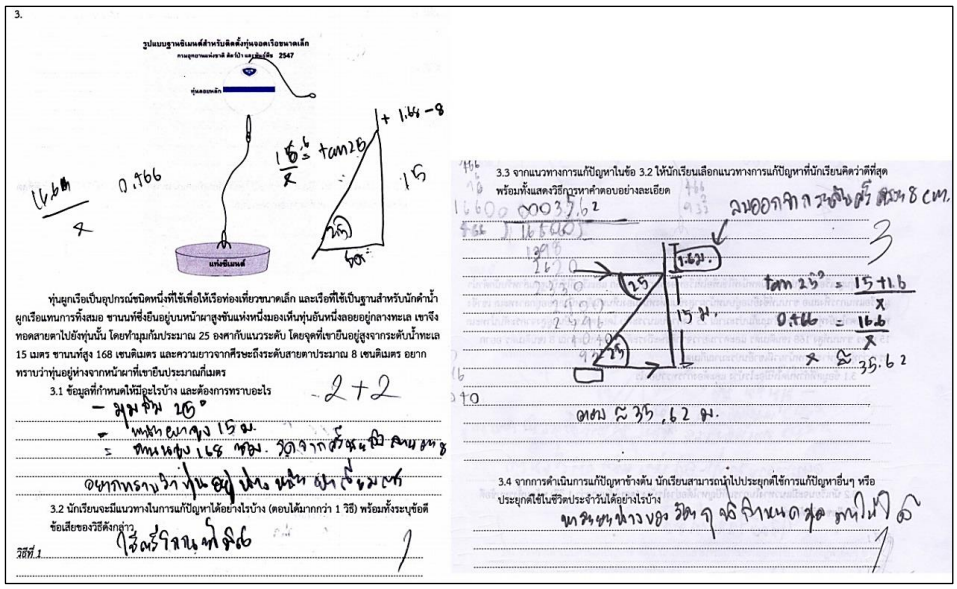


ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)

ภาพที่ 4.15 และภาพที่ 4.16 เป็นภาพของกระดาษคำตอบข้อที่ 3 แสดงให้เห็นว่าก่อนเรียนนักเรียนยังบอกสิ่งที่กำหนดให้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน เนื่องจากไม่ระบุตัวเลขต่าง ๆ ที่กำหนดให้ บอกแนวทางการแก้ปัญหา แต่ไม่สามารถนำไปแก้ปัญหาได้จริง และไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้ แต่หลังเรียนนักเรียนสามารถบอกสิ่งที่กำหนดให้ถูกต้อง ครบถ้วน บอกสิ่งที่ต้องการทราบได้ถูกต้อง และสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

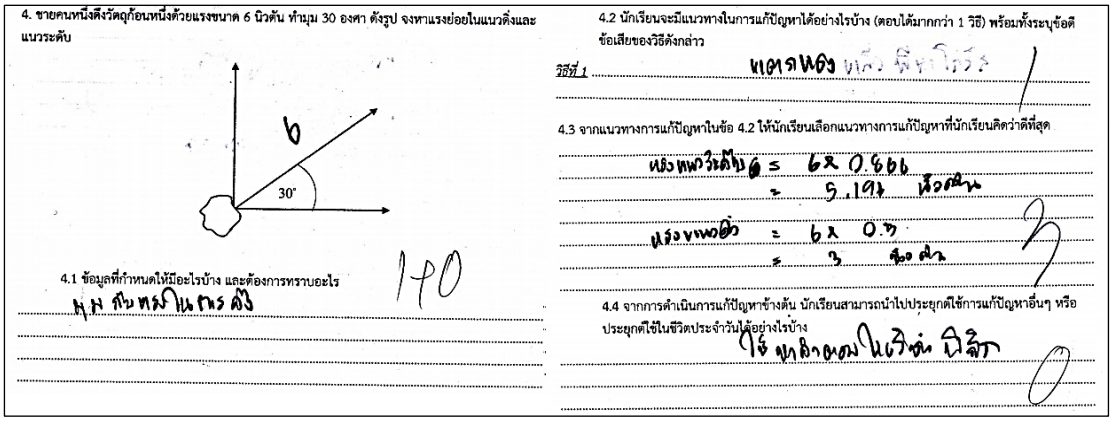


ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างกระดาษคำตอบก่อนเรียนข้อที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)

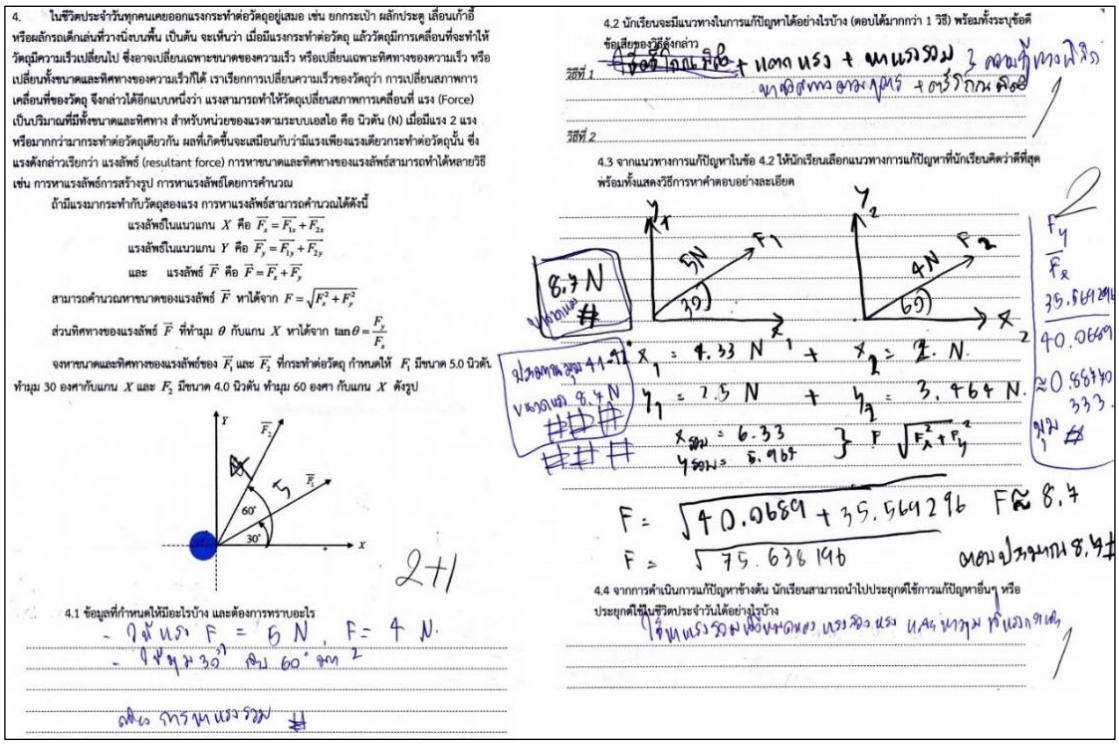


ภาพที่ 4.16 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)

ภาพที่ 4.17 และภาพที่ 4.18 เป็นภาพของกระดาษคำตอบข้อที่ 4 แสดงให้เห็นว่าก่อนเรียนนักเรียนยังบอกสิ่งที่กำหนดให้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน ไม่บอกสิ่งที่ต้องการทราบ บอกแนวทางการแก้ปัญหา แต่ไม่ให้เหตุผล และสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนสามารถบอกสิ่งที่กำหนดให้ถูกต้อง ครบถ้วน บอกสิ่งที่ต้องการทราบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน และสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง และบอกการนำไปใช้ได้

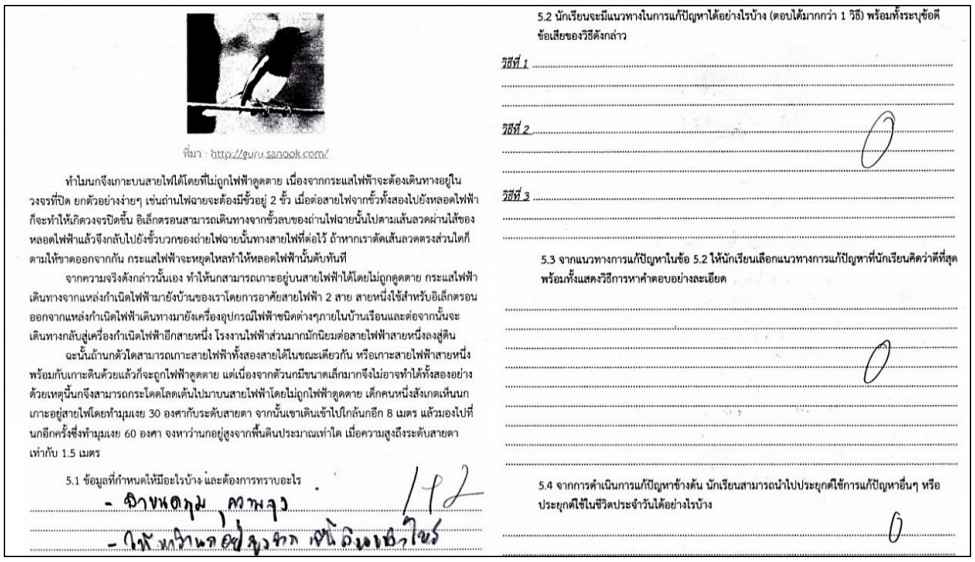


ภาพที่ 4.17 ตัวอย่างกระดาษคำตอบก่อนเรียนข้อที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)



ภาพที่ 4.18 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 4 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)

ภาพที่ 4.19 และภาพที่ 4.20 เป็นภาพของกระดาษคำตอบข้อที่ 5 แสดงให้เห็นว่าก่อนเรียนนักเรียนไม่บอกแนวทางการแก้ปัญหา ไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ และไม่บอกการนำไปใช้ แต่หลังเรียนนักเรียนสามารถ บอกแนวทางการแก้ปัญหา แสดงวิธีหาคำตอบได้ถูกต้อง และบอกการนำไปใช้ได้


ที่มา : http://guru.sanook.com/

ทำไมนกจึงเกาะบนสายไฟได้โดยที่ไม่ถูกไฟฟ้าดูดตาย เนื่องจากกระแสไฟฟ้าจะต้องเดินทางอยู่ในวงจรที่ปิด ยกตัวอย่างง่ายๆ เช่นถ้าไฟฉายจะต้องมีขั้วอยู่ 2 ขั้ว เมื่อต่อสายไฟจากขั้วทั้งสองไปยังหลอดไฟฟ้าก็จะทำให้เกิดวงจรปิดขึ้น อิเล็กตรอนสามารถเดินทางจากขั้วลบของถ่านไฟฉายนั้นไปตามเส้นลวดผ่านไส้ของหลอดไฟฟ้าแล้วจึงกลับไปยังขั้วบวกของถ่ายไฟฉายนั้นทางสายไฟที่ต่อไว้ ถ้าหากเราตัดเส้นลวดตรงส่วนใดก็ตามให้ขาดออกจากกัน กระแสไฟฟ้าจะหยุดไหลทำให้หลอดไฟฟ้านั้นดับทันที

จากความจริงดังกล่าวนั้นเอง ทำให้นกสามารถเกาะอยู่บนสายไฟฟ้าได้โดยไม่ถูกดูดตาย กระแสไฟฟ้าเดินทางจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ามายังบ้านของเราโดยการอาศัยสายไฟฟ้า 2 สาย สายหนึ่งใช้สำหรับอิเล็กตรอนออกจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเดินทางมายังเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆภายในบ้านเรือนและต่อจากนั้นจะเดินทางกลับสู่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกสายหนึ่ง โรงงานไฟฟ้าส่วนมากนิยมต่อสายไฟฟ้าสายหนึ่งลงสู่ดิน

ฉะนั้นถ้านกตัวใดสามารถเกาะสายไฟฟ้าทั้งสองสายได้ในขณะเดียวกัน หรือเกาะสายไฟฟ้าสายหนึ่งพร้อมกับเกาะดินด้วยแล้วก็จะถูกไฟฟ้าดูดตาย แต่เนื่องจากตัวนกมีขนาดเล็กมากจึงไม่อาจทำได้ทั้งสองอย่างด้วยเหตุนี้นกจึงสามารถกระโดดโลดเต้นไปมาบนสายไฟฟ้าโดยไม่ถูกไฟฟ้าดูดตาย เด็กคนหนึ่งสังเกตเห็นนกเกาะอยู่สายไฟโดยทำมุมเงย 30 องศากับระดับสายตา จากนั้นเขาเดินเข้าไปใกล้นกอีก 8 เมตร แล้วมองไปที่นกอีกครั้งซึ่งทำมุมเงย 60 องศา จงหาว่านกอยู่สูงจากพื้นดินประมาณเท่าใด เมื่อความสูงถึงระดับสายตาเท่ากับ 1.5 เมตร

5.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

- ตำแหน่งมุม ความสูง
- ให้หาว่านกอยู่สูงจาก พื้นดินเท่าไหร่

1+2

5.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 .....

วิธีที่ 2 .....

วิธีที่ 3 .....

0

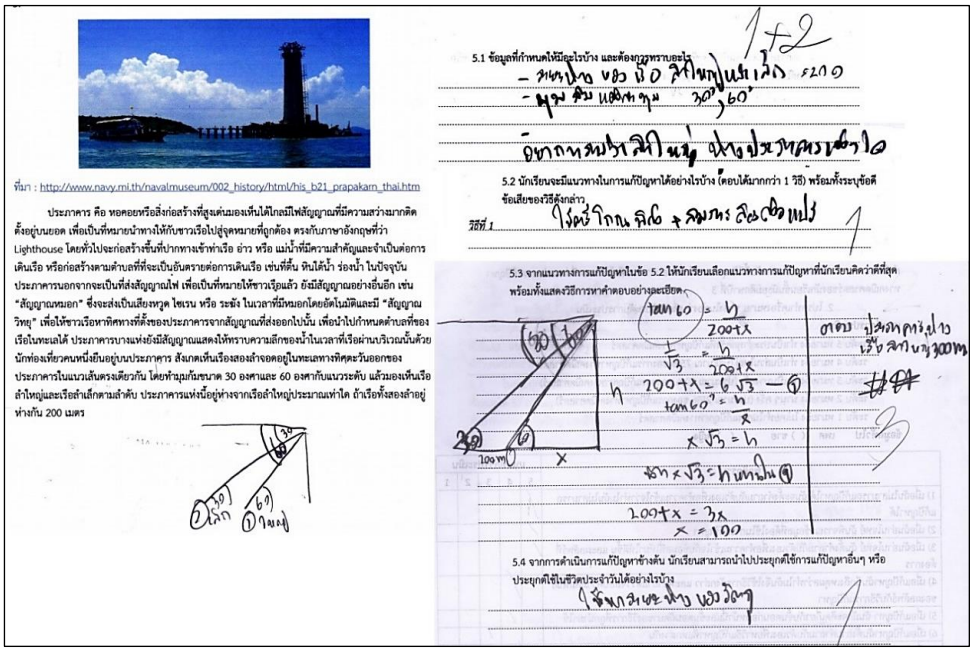
5.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 5.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

0

5.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

0

ภาพที่ 4.19 ตัวอย่างกระดาษคำตอบก่อนเรียนข้อที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)


ที่มา : http://www.navy.mi.th/navalmuseum/002_history/html/his_b21_prapakarn_thai.htm

ประภาคาร คือ หอคอยหรือสิ่งก่อสร้างที่สูงแต่มองเห็นได้ไกลมีไฟสัญญาณที่มีความสว่างมากติดตั้งอยู่บนยอด เพื่อเป็นที่หมายนำทางให้กับชาวเรือไปสู่จุดหมายที่ถูกต้อง ตรงกับภาษาอังกฤษที่ว่า Lighthouse โดยทั่วไปจะก่อสร้างขึ้นที่ปากทางเข้าท่าเรือ อ่าว หรือ แม่น้ำที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเดินเรือ หรือก่อสร้างตามตำบลที่จะเป็นอันตรายต่อการเดินเรือ เช่นที่ตื้น หินใต้น้ำ ร่องน้ำ ในปัจจุบันประภาคารบอกจากจะเป็นที่ส่งสัญญาณไฟ เพื่อเป็นที่หมายให้ชาวเรือแล้ว ยังมีสัญญาณอย่างอื่นอีก เช่น "สัญญาณหมอก" ซึ่งจะส่งเป็นเสียงหวูด ไซเรน หรือ ระฆัง ในเวลาที่มีหมอกโดยอัตโนมัติและมี "สัญญาณวิทยุ" เพื่อให้ชาวเรือหาทิศทางที่ตั้งของประภาคารจากสัญญาณที่ส่งออกไปนั้น เพื่อนำไปกำหนดตำบลที่ของเรือในทะเลได้ ประภาคารบางแห่งยังมีสัญญาณแสดงให้ทราบความลึกของน้ำในเวลาที่เรือผ่านบริเวณนั้นด้วย นักท่องเที่ยวคนหนึ่งยืนอยู่บนประภาคาร สังเกตเห็นเรือสองลำจอดอยู่ในทะเลทางทิศตะวันออกของประภาคารในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยทำมุมกันขนาด 30 องศาและ 60 องศากับแนวระดับ แล้วมองเห็นเรือลำใหญ่และเรือลำเล็กตามลำดับ ประภาคารแห่งนี้อยู่ห่างจากเรือลำใหญ่ประมาณเท่าใด ถ้าเรือทั้งสองลำอยู่ห่างกัน 200 เมตร

5.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

- ตำแหน่งมุม ของ เรือ สิ่งที่อยู่ในระยะไกล ระยะ
- หาว่า ตัว แต่ตำแหน่งมุม 30°, 60°

อยากทราบว่าสิ่งที่อยู่ ห่างประภาคารเท่าไร

1+2

5.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 ใช้หลักโกณ ฟิสิก + สมการ สิ่งเดียวแปร

1

5.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 5.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

$\tan 60 = \frac{h}{200+x}$

$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{h}{200+x}$

$200+x = 6\sqrt{3}$ — ①

$\tan 60° = \frac{h}{x}$

$x\sqrt{3} = h$

$x\sqrt{3} = h$ แทนค่าใน ①

$200+x = 3x$

$x = 100$

ตอบ ประภาคารห่างเรือ สิ่งที่อยู่ไกล 300m

3

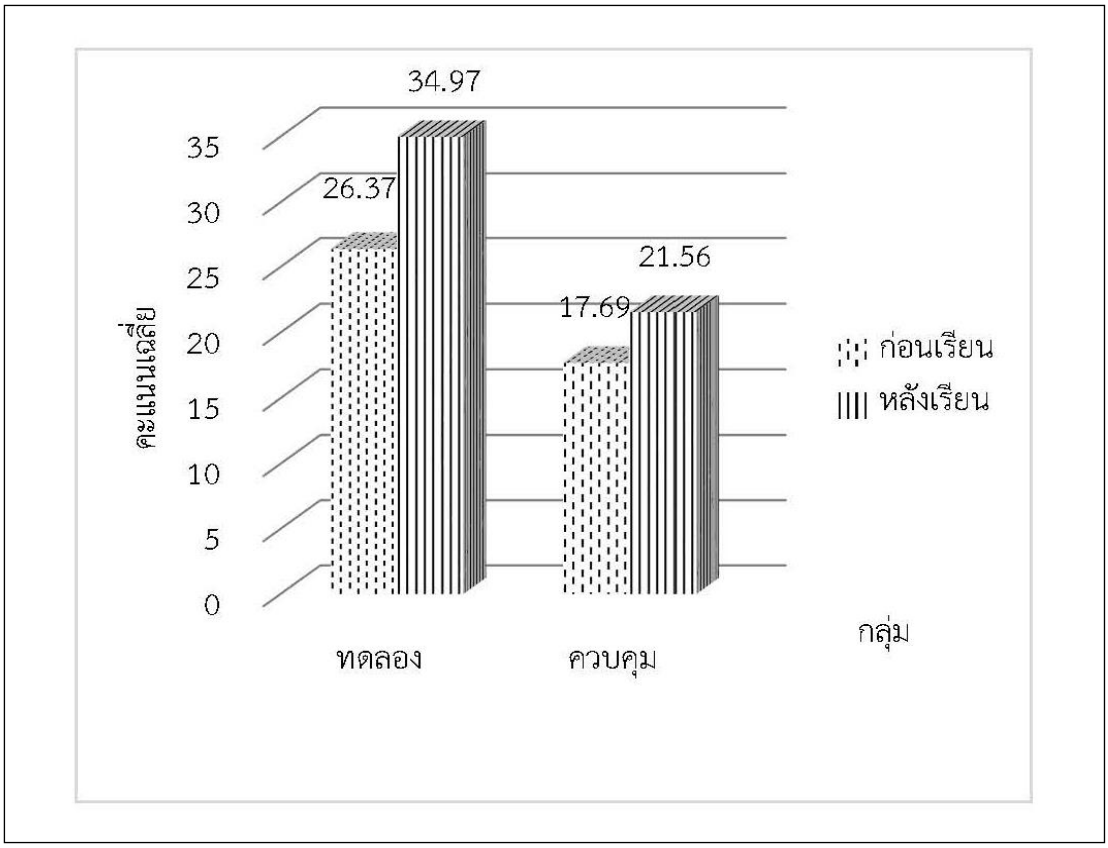
5.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

ใช้หาระยะห่าง ของวัตถุ

1

ภาพที่ 4.20 ตัวอย่างกระดาษคำตอบหลังเรียนข้อที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (E3)

จากผลทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มแล้ว นักเรียนกลุ่มทดลองจะมีความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ดังภาพที่ 4.21 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษามีการคิดไตร่ตรองสูงขึ้น และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ



ภาพที่ 4.21 คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.3 ผลการวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

หลังทำการทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ของ Likert Scale โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00-1.80 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ "น้อยที่สุด"

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 1.81-2.60 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ "น้อย"

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 2.61-3.40 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ "ปานกลาง"

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.41-4.20 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ "มาก"

ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.21-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ "มากที่สุด"

ตารางที่ 4.6 แสดงเห็นว่าในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมาก และด้านกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

สำหรับด้านเนื้อหา จะพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดในเรื่องการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาทำให้นักเรียนมีความสนใจเรียนคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น ส่วนเนื้อหาที่เรียนยากเพียงใด และสามารถนำความรู้ที่ได้รับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดในเรื่องกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนเรียนรู้ส่งเสริมการคิดและการตัดสินใจโดยใช้เหตุผล และในเรื่องอื่น ๆ ของด้านกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา

ข้อความ	μ	การแปลผล
ด้านเนื้อหา	**4.20**	**มาก**
1) นักเรียนมีความสนใจเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น	4.40	มากที่สุด
2) นักเรียนคิดว่าเนื้อหาที่เรียนง่ายเพียงใด	4.00	มาก
3) ความรู้ที่ได้รับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.20	มาก
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	**4.20**	**มาก**
4) นักเรียนชอบกิจกรรมการเรียนการสอน	4.07	มาก
5) กิจกรรมการเรียนการสอนสนุกและน่าสนใจ	4.07	มาก
6) กิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	4.13	มาก
7) กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.33	มากที่สุด
8) กิจกรรมการเรียนเรียนรู้ส่งเสริมการคิดและการตัดสินใจโดยใช้เหตุผล	4.73	มากที่สุด
9) กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น	4.07	มาก
10) ใบงาน/ใบกิจกรรม มีความเหมาะสม น่าสนใจ	4.00	มาก
รวม	**4.20**	**มาก**

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาจากแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

(1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาช่วยให้การเรียนการสอนสนุก น่าสนใจมากขึ้น

(2) นักเรียนอยากให้เพิ่มสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในชีวิตจริงหรือสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนได้ทดลองจริง

(3) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาและกิจกรรมกลุ่มทำให้นักเรียนได้ช่วยกันคิดวิธีการใหม่ ๆ ขึ้น

(4) นักเรียนอยากให้เพิ่มเวลาในการจัดการเรียนรู้ให้มากขึ้น เนื่องจากนักเรียนทำใบงาน/กิจกรรมไม่ทันเวลา

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลและอภิปรายผล

ในการศึกษาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 และ 3/4 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 71 คน หลังจากจับสลากเพื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 จำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 จำนวน 36 คน ในการจัดการเรียนรู้จะใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง และการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบการคิดไตร่ตรองของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ นอกจากนี้ ยังศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนให้สูงขึ้น และสูงขึ้นกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษายังมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

จากผลการวิจัยที่สรุปว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนได้สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ที่เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาจากแบบเรียน โดยมีครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ และฝึกให้นักเรียนปฏิบัติจากตัวอย่าง แบบฝึกหัดจากแบบเรียน จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดการคิดไตร่ตรองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และเนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้สถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ หรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนการสอนมากขึ้น นอกจากนี้การที่นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติจริงจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา กระบวนการแก้ปัญหา และเห็นถึงการนำไปประยุกต์ใช้

ในชีวิตประจำวัน ดังที่ Barrow (1980) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือบริบทให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ แสวงหา และบูรณาการความรู้ใหม่ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในสภาพการณ์จริง จึงช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง รวมทั้งช่วยพัฒนาทักษะการคิดและทักษะทางสังคมของผู้เรียนได้ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Elshafei (1998) ที่ได้ทำการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ในวิชาพีชคณิต 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในรัฐแอตแลนตา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันเพื่อแก้ปัญหาและสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Norma O. (2012) ที่ได้ศึกษาผลกระทบของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ STEM ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาทางตอนใต้ของรัฐเท็กซัส ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้วัดผลลัพธ์สามด้านคือ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการอ่าน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่ม เป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 73 คนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ STEM และนักเรียนจำนวน 103 คนที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ STEM ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ STEM มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการอ่าน สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ STEM และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558) ได้ทำวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ เจษฎา อินพินิจ (2559) ซึ่งได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา เปรียบเทียบกับกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา โดยแบ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวนกลุ่มละ 31 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเลยพิทยาคม ประจำภาค

เรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษามีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิจัยยังพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนให้สูงขึ้น พิจารณาได้จากผลการวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สืบเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ แสวงหาและบูรณาการความรู้ใหม่ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ดังที่สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้น โดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน และมีความสำคัญต่อผู้เรียน ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลและการสืบค้นหาข้อมูลเพื่อเข้าใจกลไกของตัวปัญหา รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา การเรียนรู้แบบนี้มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง ซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายต่อผู้เรียน และสอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี (2555) ซึ่งกล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรืออาจจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยที่ ประพันธ์ ศิริสุเสารัจ (2551) ได้กล่าวถึงบทบาทครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนผู้สอนจะต้องมีวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้โดยการกระตุ้นยั่วยุให้เกิดความอยากรู้และอยากแสวงหาความรู้ เป็นผู้จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ ให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวก เสนอปัญหาที่น่าสนใจให้แก่ผู้เรียน ตลอดจนจัดเตรียมประสบการณ์ สื่อ เครื่องมือต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนในการค้นหาคำตอบได้เองอย่างไม่เบื่อหน่าย ส่งผลให้เกิดการพัฒนาการคิดไตร่ตรองของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sevil C. and Zehra O. Z (2015) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนตัวอย่าง เรื่อง กรด เบส โดยใช้

STEM สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศตุรกี ใช้กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม ซึ่งเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 12 คน (นักเรียนชาย 4 คน และนักเรียนหญิง 8 คน) และทำการทดสอบก่อนเรียน–หลังเรียน จัดการเรียนการสอนโดยใช้ STEM และขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ในขั้นแรกทำการทดสอบความรู้ของนักเรียนโดยใช้คำถามปลายเปิด จำนวน 10 ข้อ แล้วจัดการเรียนการสอนโดยใช้ STEM ร่วมกับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E แล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้คำถามปลายเปิดจำนวน 10 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิเศษ วชิรวัตถานนท์ (2559) ซึ่งได้ศึกษาการปฏิบัติการส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา กลุ่มเป้าหมายได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/12 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาเป็น โดยอาศัยขั้นตอนกระบวนการทั้ง 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ รายวิชาการสร้างผลงานด้านคอมพิวเตอร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ วิชาการสร้างผลงานด้านคอมพิวเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ระบบสนับสนุนการเรียนออนไลน์ แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบสอบถามนักเรียนด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การประเมินการทำงานกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยผลการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือของผู้เรียนอยู่ในระดับแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วาสนา ภูมี (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem–based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสตรีวิทยา เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แบบแผนการวิจัยเป็นแบบ One–Group Pretest–Posttest design ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก ดังจะเห็นได้จากแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวอยู่

ในระดับมาก (μ = 4.20) เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม จึงทำให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มคอยช่วยเหลือซึ่งกันและกัน คอยให้คำปรึกษาเมื่อมีเพื่อนในกลุ่มไม่เข้าใจ ดังจะเห็นได้จากระดับความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งอยู่ในระดับมาก (μ = 4.20) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ที่เป็นปัญหาที่นักเรียนพบได้ในชีวิตประจำวันยังกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ให้นักเรียนอยากเรียนรู้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงยังช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจต่อเนื้อหาหรือกระบวนการแก้ปัญหาได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559) ที่พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามากที่สุด ที่โดดเด่นที่สุดก็คือ ด้านบรรยากาศในชั้นเรียนที่สนุกสนาน และกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจ งานวิจัยของ วิเศษ วชิรวัตถานนท์ (2559) พบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษายังส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด งานวิจัยของนัสรินทร์ บือชา (2557) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เจษฎา อินพินิจ (2559) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง ซึ่งไม่มีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของประชากร จึงทำให้ไม่สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในวงกว้างได้ ดังนั้นการนำผลการวิจัยไปใช้จึงต้องคำนึงถึงบริบทที่ใกล้เคียงกัน และในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนของประชากร

เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนจริง ดังนั้นกิจกรรมการเรียนการสอนจึงไม่ต่อเนื่องกัน ซึ่งอาจจะทำให้นักเรียนหลงลืมเนื้อหา หรือการวางแผนเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาได้ ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนจริง ควรจัดกิจกรรมให้มีความต่อเนื่องกันเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ และการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง

จากผลการวิจัยที่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาเหมาะสมกับการพัฒนาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนเนื่องจากการคิดไตร่ตรองเป็นการคิดที่ช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิม แล้วนำมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ได้พิจารณาถึงแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย แล้วนำแนวทางการแก้ปัญหาทั้งหมดมาพิจารณาถึงความเหมาะสม ความสมเหตุสมผล ความยากง่ายในการแก้ปัญหา เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด และการเรียนรู้เป็นกลุ่มก็จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคน ส่งผลให้นักเรียนเกิด

แนวคิดในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ แต่ทั้งนี้ควรมีการศึกษาและเปรียบเทียบว่าการจัดการเรียนรู้แบบใดที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาการคิดไตร่ตรองของนักเรียน

นอกจากนี้ ยังพบว่าสิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่จะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากเรียนมากขึ้น คือ สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ และใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง กระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้จริง หรือการสร้างสถานการณ์จำลองจะช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจสนุกสนาน และเห็นว่าคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาจึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี และในการวิจัยครั้งต่อไปอาจใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาในการพัฒนาทักษะหรือความสามารถด้านอื่น ๆ ของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ แก้วชารุณ. **ผลการเรียนรู้และการคิดวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องการใช้โปรแกรมคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2553.

กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.** กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.

เจษฎา อินพินิจ. **การพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2559.

ทิศนา แขมมณี. **ศาสตร์การสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 15. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555.

นงเยาว์ ศรีประดู่. **การพัฒนาแผนการเรียนรู้และแบบฝึกเสริมทักษะการเขียนกาพย์ยานี 11 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบกลุ่มเพื่อนเตือนเพื่อน.** ค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2546.

นันทกาญจน์ ชินประหัษฐ์. **การพัฒนาโปรแกรมการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมการคิดไตร่ตรองของนิสิตครูระหว่างการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ: การทดลองแบบพหุกรณีศึกษา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

นัสรินทร์ บือชา. **ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2558.

ปกรชัย เมืองโคตร. **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, 2557.

ประพันธ์ ศิริสุเสารัจ. **การพัฒนาการคิด.** กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ผ่องฉวี ไวยาวัจมัย. **รายงานการวิจัย เรื่องการพัฒนาการคิดไตร่ตรองของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาในกระบวนวิชาทฤษฎีวิธีสอนคณิตศาสตร์.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2555.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. “STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21”, **วารสารนักบริหาร.** 33(2): 49-56: เมษายน–มิถุนายน, 2558.

พรทิพย์ ศิริสมบูรณ์เวช. **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวรรณคดีไทยตามทฤษฎีการตอบสนองของผู้อ่านเพื่อเสริมสร้างความสามารถด้านการตอบสนองต่อวรรณคดีการอ่านเพื่อความเข้าใจและการคิดไตร่ตรองของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

พลศักดิ์ แสงพรมศรี. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558.

ไพลิน สว่างมฆารัตน์. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2552.

ไพศาล สุวรรณน้อย. “การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน”, **เอกสารประกอบการบรรยายโครงการพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. http://ph.kku.ac.th/thai/images/file/km/pbl-he-58-1.pdf. เมษายน, 2559.

ภัทฐิกรณ์ พรมเมือง. **ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานตามแบบ ACTOR Model เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดไตร่ตรอง เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2557.

ภัสสร ติดมา. **การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่องระบบร่างกายมนุษย์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2558.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

รัชนีวรรณ สุขเสนา. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง บทประยุกต์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการเรียนรู้ตามคู่มือครู.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2550.

ราชบัณฑิตยสถาน. **พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน.** กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์, 2555.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษาเทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: ประสานมิตรสุวีริยาสาส์น, 2538.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. **วิธีวิทยาการวิจัย.** สกลนคร: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 2550.

_____. **การวิจัยในชั้นเรียน**. กรุงเทพมหานคร: สุรีริยาสาสน์, 2546.

วาสนา ภูมี. **ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem–based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2555.

วิจารณ์ พานิช. **การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสยามกัมมาจล, 2556.

_____. **วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์, 2555.

วิเศษ วชิรวัตถานนท์. **การปฏิบัติการส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยการจัดการสอนแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวาปีปทุม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2559.

ศรีวิไล พลมณี. **รายงานการวิจัย เรื่องการพัฒนาทักษะการคิดไตร่ตรองในการจัดทำโครงร่างวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาวิชาสัมมนาการวิจัยไทยศึกษา.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ศิริชัย พงษ์วิชัย. **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์.** พิมพ์ครั้งที่ 19 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด. **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงประมวลผลด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา วิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุกูลนารี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2559.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. “รู้จักสะเต็ม”, **สะเต็มศึกษาประเทศไทย.** http://www.stemedthailand.org/?page_id=23. กันยายน, 2559.

สมใจ พรมสารี. **การศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการคิดไตร่ตรองของครูผู้สอนวิชาภาษาอังกฤษโดยใช้การอบรมการเขียนบันทึกไตร่ตรองหลังการสอน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2553.

สัจธรรม พรทวีกุล. **รูปแบบการเรียนการสอนการคิดไตร่ตรองเพื่อพัฒนาการปฏิบัติการสอนของนักศึกษาครู.** วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2556.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. **การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.** กรุงเทพมหานคร: สำนักมาตรฐานและพัฒนาการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550.

สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน. (2555). **“ทักษะแห่งอนาคตใหม่: การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21”, ชุมชนการเรียนรู้**. http://www.qlf.or.th/home/Contents/417. มีนาคม, 2560.

สำลี ทองธิว. “ความคิดวิเคราะห์แบบตอบโต้ (Reflective thinking)” และ “สรุปสาระจากการใช้กรณีศึกษาในการสร้างกระบวนการความคิดวิเคราะห์แบบตอบโต้”**. เทคนิคและวิธีการสอนในระดับประถมศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. “สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21”, **นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท).** 42(188): 3-5: มกราคม–กุมภาพันธ์, 2557.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สุรสีห์ จันทร์แสงศรี. **การพัฒนารูปแบบการสอนเขียนภาษาอังกฤษโดยใช้กลวิธีการคิดไตร่ตรองและยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2557.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. “สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา”, **วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**. 19(1): 15-18; มกราคม–ธันวาคม, 2556.

อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ. **ความพึงพอใจของสมาชิกที่มีต่อบทบาทของสหกรณ์การเกษตรสารภี จำกัด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาเทคโนโลยีการเกษตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2535.

อานุภาพ เลขะกุล. “การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem–based Learning)”, **แหล่งข้อมูลด้านแพทย์ศาสตรศึกษา.** http:// teachingresources.psu.ac.th/document/2548/Le_Kha_Kun/PBL.pdf. กันยายน, 2559.

อุไร คำมณีจันทร์. (2552). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.

Crowe, A.R. (2001). **Reflective Thinking and Learning to Teach: A Study with Tree Prospective Teachers.** http://thailis-db car.chula.ac.th/dao/detail.nsp September, 2016.

Elshafei, Donna L. (1998). “A Comparison of Problem–Based and Traditional Learning Algebra II.”, **Dissertation Abstracts**. http://www.thailis.uni.net.th/dao/ detail.nsp.html. September, 2016.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Jonathan Baron. “Reflective Thinking as a Goal of Education”, **Intelligence.** 1981(5): 291-309; October–December, 1981

Melek Demirel et al. “A study on the relationship between reflective thinking skills towards problem solving and attitudes towards mathematics”, **Procedia Social and Behavioral Sciences.** 2015(197): 2086-2096; 5 February, 2015.

Nancy Cerezo. (2004). “Problem-Based Learning in the Middle School: A Research Case Study of the Perceptions of At-Risk Females”, **RMLE Online Research in Middle Level Education.** 2004(27): 1-13; December, 2004.

Norma Olivarez. **The Impact of a STEM Program on Academic Achievement of Eighth Grade Students in a South Texas Middle School.** Doctor’s Thesis: The University of Texas A & M Corpus Christi , 2012

Sevil Ceylan and Zehra Ozdilek. (2015). **Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM Education**. www.sciencediect.com. September, 2016.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. นางศรีสุดา ธรรมา	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย
2. นายกิติศักดิ์ โสตาภา	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 22
3. นางสาวพรปวีณ์ ตาลจรุง	ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร

ผู้เชี่ยวชาญทั้งสามท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับข้อสอบด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence: IOC) พร้อมทั้งให้คำแนะนำเกี่ยวกับข้อสอบที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

ภาคผนวก ข

การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง

การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง

ตารางที่ ข.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าข้อสอบจากแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในในการวัดการคิดไตร่ตรองของนักเรียนได้ทั้ง 5 ข้อ

ตารางที่ ข.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าข้อสอบจากแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในในการวัดการคิดไตร่ตรองของนักเรียนได้ทั้ง 5 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนานกัน

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มทดลอง

ตัวอย่างใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มทดลอง

ใบกิจกรรมที่ 2.1 ข้อมูลที่ต้องศึกษา

ชั้น ม. ..... กลุ่มที่ .....

สมาชิกในกลุ่ม

1.....เลขที่..... 2. .....เลขที่.....

3.....เลขที่..... 4. .....เลขที่.....

5.....เลขที่.....

จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

ข้อมูลที่กำหนดให้	
ข้อมูลที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม	**แนวทางการศึกษาค้นคว้า**

ตัวอย่างใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มทดลอง (ต่อ)

ใบกิจกรรมที่ 2.2 รายละเอียดของข้อมูลที่ศึกษา

ชั้น ม. ..... กลุ่มที่ .....

สมาชิกในกลุ่ม

1.....เลขที่..... 2. .....เลขที่.....

3.....เลขที่..... 4. .....เลขที่.....

5.....เลขที่.....

รายละเอียดข้อมูล	การนำไปใช้	แหล่งที่มา

ตัวอย่างใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มทดลอง (ต่อ)

ใบกิจกรรมที่ 2.3 แนวทางที่เป็นไปได้ในการหาคำตอบ

ชั้น ม. ..... กลุ่มที่ .....

สมาชิกในกลุ่ม

1.....เลขที่..... 2. .....เลขที่.....

3.....เลขที่..... 4. .....เลขที่.....

5.....เลขที่.....

ให้นักเรียนอธิบายแนวทางที่เป็นไปได้ในการหาคำตอบ พร้อมทั้งสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่ใช้ในการหาคำตอบดังกล่าว (สามารถตอบได้มากกว่า 1 วิธี)

ตัวอย่างใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มทดลอง (ต่อ)

ใบกิจกรรมที่ 2.4 แนวทางการหาคำตอบ

ชั้น ม. ..... กลุ่มที่ .....

สมาชิกในกลุ่ม

1.....เลขที่..... 2. .....เลขที่.....

3.....เลขที่..... 4. .....เลขที่.....

5.....เลขที่.....

ให้นักเรียนเลือกแนวทางการคำตอบที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งให้เหตุผลว่าทำไมถึงเลือกวิธีดังกล่าว

แนวทางการหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เพราะเหตุใดถึงเลือกวิธีดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง
แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง

แบบทดสอบก่อนเรียน โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค23102) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

สอบวันที่..... เดือน.....พ.ศ. ..... เวลา ..... น.

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

<u>คำชี้แจง</u> แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง ให้นักเรียนตอบคำถามตามประเด็นคำถามที่กำหนดให้อย่างละเอียด

---

1. กิ่งและแก้มไปเที่ยวสวนสัตว์แห่งหนึ่งซึ่งเลี้ยงกวางและนกยูงไว้ด้วยกัน ทั้งสองคนอยากทราบว่าจะมีกวางและนกยูงอย่างละกี่ตัว แต่สัตว์ทั้งสองชนิดไม่ยอมอยู่นิ่งให้นับ ทั้งสองคนจึงถามเจ้าหน้าที่ที่ดูแลสวนสัตว์ แต่เจ้าหน้าที่ตอบว่า "มีสัตว์ทั้งสองชนิดรวมกันได้ 45 ตัว และนับขารวมกันได้ 134 ขา" กิ่งและแก้มจะทราบได้อย่างไรว่าสวนสัตว์แห่งนี้มีกวางและนกยูงอย่างละกี่ตัว และมีวิธีในการคำนวณหาจำนวนสัตว์ทั้งสองได้อย่างไร

1.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

1.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

<u>วิธีที่ 1</u> .....

.....

.....

<u>วิธีที่ 2</u> .....

.....

.....

ภาพที่ ง.1 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน

วิธีที่ 3 .....
.....
.....

วิธีที่ 4 .....
.....
.....

วิธีที่ 5 .....
.....
.....

1.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 1.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

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

1.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

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

ภาพที่ ง.1 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

2. เจมส์วางบันไดยาว 5 เมตร พาดกับกำแพงซึ่งปลายบันไดจรดกับขอบกำแพงพอดี โดยเชิงบันไดห่างจากกำแพง 3 เมตร จงหาว่าบันไดทำมุมเท่าใดกับพื้นดิน

2.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

2.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 .....

.....

.....

วิธีที่ 2 .....

.....

.....

วิธีที่ 3 .....

.....

.....

วิธีที่ 4 .....

.....

.....

วิธีที่ 5 .....

.....

.....

ภาพที่ ง.1 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

2.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 2.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

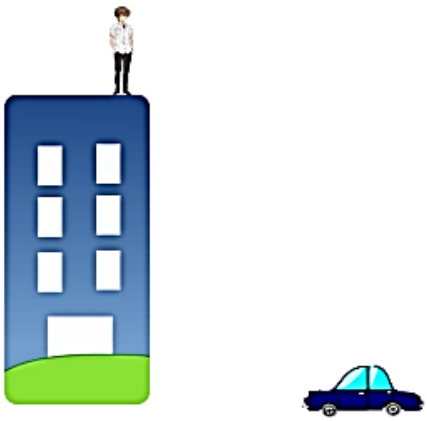
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

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

ภาพที่ ง.1 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

3. ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนตึกหลังหนึ่ง มองลงมาเห็นรถคันหนึ่งจอดนิ่งอยู่ โดยทำมุมก้มประมาณ 50 องศากับแนวระดับสายตา ถ้าความสูงจากเท้าถึงระดับสายตาของเขาเท่ากับ 180 เซนติเมตร และตึกสูง 50 เมตร แล้วจงหาว่ารถจอดห่างจากตึกประมาณเท่าใด



3.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

3.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 .....

.....

.....

วิธีที่ 2 .....

.....

.....

วิธีที่ 3 .....

.....

.....

ภาพที่ ง.1 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

3.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 3.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

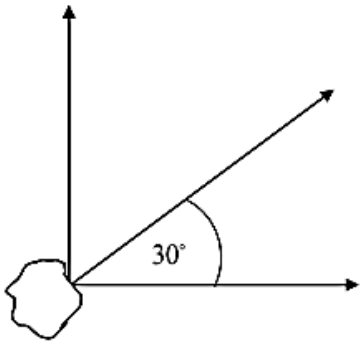
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

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

ภาพที่ ง.1 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

4. ชายคนหนึ่งดึงวัตถุก้อนหนึ่งด้วยแรงขนาด 6 นิวตัน ทำมุม 30 องศา ดังรูป จงหาแรงย่อยในแนวดิ่งและแนวระดับ



4.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

4.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 .....

.....

.....

วิธีที่ 2 .....

.....

.....

วิธีที่ 3 .....

.....

.....

วิธีที่ 4 .....

.....

.....

.....

ภาพที่ ง.1 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

4.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 4.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพที่ ง.1 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

5.

ที่มา : http://guru.sanook.com/

ทำไมนกจึงเกาะบนสายไฟได้โดยที่ไม่ถูกไฟฟ้าดูดตาย เนื่องจากกระแสไฟฟ้าจะต้องเดินทางอยู่ในวงจรที่ปิด ยกตัวอย่างง่ายๆ เช่นถ่านไฟฉายจะต้องมีขั้วอยู่ 2 ขั้ว เมื่อต่อสายไฟจากขั้วทั้งสองไปยังหลอดไฟฟ้าก็จะทำให้เกิดวงจรปิดขึ้น อิเล็กตรอนสามารถเดินทางจากขั้วลบของถ่านไฟฉายนั้นไปตามเส้นลวดผ่านไส้ของหลอดไฟฟ้าแล้วจึงกลับไปยังขั้วบวกของถ่ายไฟฉายนั้นทางสายไฟที่ต่อไว้ ถ้าหากเราตัดเส้นลวดตรงส่วนใดก็ตามให้ขาดออกจากกัน กระแสไฟฟ้าจะหยุดไหลทำให้หลอดไฟฟ้านั้นดับทันที

จากความจริงดังกล่าวนั้นเอง ทำให้นกสามารถเกาะอยู่บนสายไฟฟ้าได้โดยไม่ถูกดูดตาย กระแสไฟฟ้าเดินทางจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ามายังบ้านของเราโดยการอาศัยสายไฟฟ้า 2 สาย สายหนึ่งใช้สำหรับอิเล็กตรอนออกจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเดินทางมายังเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆภายในบ้านเรือนและต่อจากนั้นจะเดินทางกลับสู่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกสายหนึ่ง โรงงานไฟฟ้าส่วนมากมักนิยมต่อสายไฟฟ้าสายหนึ่งลงสู่ดิน

ฉะนั้นถ้านกตัวใดสามารถเกาะสายไฟฟ้าทั้งสองสายได้ในขณะเดียวกัน หรือเกาะสายไฟฟ้าสายหนึ่งพร้อมกับเกาะดินด้วยแล้วก็จะถูกไฟฟ้าดูดตาย แต่เนื่องจากตัวนกมีขนาดเล็กมากจึงไม่อาจทำได้ทั้งสองอย่างด้วยเหตุนี้นกจึงสามารถกระโดดโลดเต้นไปมาบนสายไฟฟ้าโดยไม่ถูกไฟฟ้าดูดตาย เด็กคนหนึ่งสังเกตเห็นนกเกาะอยู่สายไฟโดยทำมุมเงย 30 องศากับระดับสายตา จากนั้นเขาเดินเข้าไปใกล้นกอีก 8 เมตร แล้วมองไปที่นกอีกครั้งซึ่งทำมุมเงย 60 องศา จงหาว่านกอยู่สูงจากพื้นดินประมาณเท่าใด เมื่อความสูงถึงระดับสายตาเท่ากับ 1.5 เมตร

5.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพที่ ง.1 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

5.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 .....
.....
.....

วิธีที่ 2 .....
.....
.....

วิธีที่ 3 .....
.....
.....

5.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 5.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

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

5.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

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

ภาพที่ ง.1 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค23102) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

สอบวันที่..... เดือน.....พ.ศ. ..... เวลา ..... น.

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

คำชี้แจง แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง ให้นักเรียนตอบคำถามตามประเด็นคำถามที่กำหนดให้อย่างละเอียด

1. กิ่งและแก้มไปเที่ยวสวนสัตว์แห่งหนึ่งซึ่งเลี้ยงกวางและนกยูงไว้ด้วยกัน ทั้งสองคนอยากทราบว่าจะมีกวางและนกยูงอย่างละกี่ตัว แต่สัตว์ทั้งสองชนิดไม่ยอมอยู่นิ่งให้นับ ทั้งสองคนจึงถามเจ้าหน้าที่ที่ดูแลสวนสัตว์ แต่เจ้าหน้าที่ตอบว่า "มีสัตว์ทั้งสองชนิดรวมกันได้ 45 ตัว และนับขารวมกันได้ 134 ขา" กิ่งและแก้มจะทราบได้อย่างไรว่าสวนสัตว์แห่งนี้มีกวางและนกยูงอย่างละกี่ตัว และมีวิธีในการคำนวณหาจำนวนสัตว์ทั้งสองได้อย่างไร

1.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

1. จำนวนสัตว์ทั้งสองชนิดรวมกันได้ 45 ตัว

2. จำนวนขาของสัตว์ทั้งสองรวมกันได้ 134 ขา

สิ่งที่โจทย์ต้องการ มีจำนวนกวางและนกยูงอย่างละกี่ตัว

1.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 สุ่มจำนวนสัตว์แต่ละชนิด เพราะสามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง โดยการลองผิดลองถูก แต่จะใช้เวลานานในการหาคำตอบ

วิธีที่ 2 สร้างตาราง สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วขึ้น ถ้าใช้โปรแกรม Microsoft Excel แต่ถ้าไม่ใช้โปรแกรมช่วยคำนวณจะทำให้เสียเวลาในการคำนวณ

วิธีที่ 3 เขียนรูป ทำให้สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่อาจจะเสียเวลาวาดรูปและนับจำนวนขาสัตว์

วิธีที่ 4 ใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปร สามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็ว และนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาแบบอื่นได้

ภาพที่ ง.2 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน

วิธีที่ 5 ใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.. สามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็ว และนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาแบบอื่นได้

1.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 1.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

วิธีที่ 1 สุ่มจำนวนสัตว์แต่ละชนิด

นักเรียนจะสุ่มจำนวนสัตว์ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้จำนวนสัตว์ที่ถูกต้อง และแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง เช่น ถ้ามีนกยูง 23 ตัว จะมีขา 46 ขา และกวาง 22 ตัว จะมี 88 ขา ซึ่งเมื่อนับจำนวนสัตว์จะได้ว่ามีสัตว์ทั้งหมด 23+22 = 45 ตัว และจำนวนขาทั้งหมด 46+88 = 134 ขา

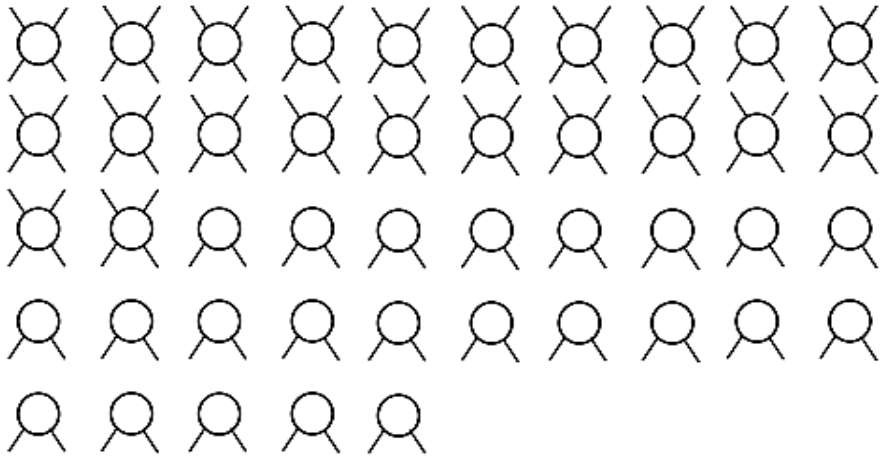
วิธีที่ 2 สร้างตาราง

นกยูง (ตัว)	กวาง (ตัว)	นกยูง (ขา)	กวาง (ขา)	รวม (ขา)
1	44	2	176	178
2	43	4	172	176
3	42	6	168	174
4	41	8	164	172
5	40	10	160	170
6	39	12	156	168
7	38	14	152	166
8	37	16	148	164
9	36	18	144	162
10	35	20	140	160
11	34	22	136	158
12	33	24	132	156
13	32	26	128	154
14	31	28	124	152
15	30	30	120	150
16	29	32	116	148
17	28	34	112	146
18	27	36	108	144
19	26	38	104	142
20	25	40	100	140
21	24	42	96	138
22	23	44	92	136
23	22	46	88	134

ดังนั้นจะมีนกยูง 23 ตัว และกวาง 22 ตัว

ภาพที่ ง.2 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

วิธีที่ 3 เขียนรูป โดยการเขียนรูปหัวสัตว์และขาของสัตว์ไว้ก่อน 2 ขา แล้วค่อยเติมเป็น 4 ขา จนครบทั้ง 134 ขา



ดังนั้นจะมีนกยูง 23 ตัว และกวาง 22 ตัว

วิธีที่ 4 ใช้สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ให้นกยูงมี x ตัว

และมีกวาง y ตัว

จะได้สมการ $x+y=45$.....(1)

เนื่องจากนกยูงมี 2 ขา และกวางมี 4 ขา จะได้สมการ $2x+4y=134$.....(2)

$(2)\div 2;\quad x+2y=67$.....(3)

$(3)-(1);\quad y=22$

จากนั้น แทนค่า $y=22$ ลงใน (1) จะได้ $x=23$

ดังนั้นจะมีนกยูง 23 ตัว และกวาง 22 ตัว

วิธีที่ 5 ใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ให้นกยูงมี x ตัว

ดังนั้นจะมีกวาง $45-x$ ตัว

เนื่องจากนกยูงมี 2 ขา และกวางมี 4 ขา จะได้สมการ $2x+4(45-x)=134$

$2x+180-4x=134$

$-2x=-46$

$x=23$

ดังนั้นจะมีนกยูง 23 ตัว และกวาง 45-23 = 22 ตัว

1.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

นำความรู้ไปใช้ในเรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หรือหาจำนวนสัตว์แต่ละชนิด เมื่อกำหนดจำนวนสัตว์ทั้งหมดและจำนวนขาของสัตว์ทั้งหมดให้

ภาพที่ ง.2 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

2. เจมส์วางบันไดยาว 5 เมตร พาดกับกำแพงซึ่งปลายบันไดจรดกับขอบกำแพงพอดี โดยเชิงบันไดห่างจากกำแพง 3 เมตร จงหาว่าบันไดทำมุมเท่าใดกับพื้นดิน

2.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

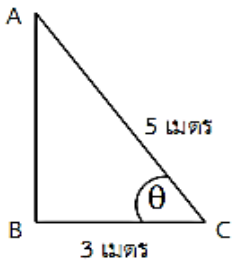
1. บันไดยาว 5 เมตร
2. เชิงบันไดห่างจากกำแพง 3 เมตร
สิ่งที่ต้องการทราบ ขนาดของมุมที่บันไดทำกับพื้นดิน

2.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 วาดภาพจำลองสถานการณ์แล้ววัดมุมที่ต้องการ สามารถหาคำตอบได้ด้วยวิธีการที่ง่าย แต่อาจทำให้เกิดคลาดเคลื่อนในการวัดมุม

วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว และนำไปประยุกต์ใช้ในปัญหาอื่นๆ ได้ แต่เป็นเนื้อหาที่ยังไม่ได้เรียน

2.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 2.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด
วิธีที่ 1 วาดภาพจำลองสถานการณ์แล้ววัดมุมที่ต้องการ



เมื่อวาดรูปจำลองสถานการณ์แล้วก็วัดขนาดของมุมที่ต้องการ
จะได้ว่ามุมที่บันไดทำกับพื้นดินประมาณ 53 องศา
วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ
- วาดรูปจำลองสถานการณ์
- ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ จากรูปจะได้ว่า $\cos\theta = \frac{BC}{AC}$
แทนค่า BC และ AC ลงในสมการ จะได้ $\cos\theta = \frac{3}{5}$
$\cos\theta = 0.6$
- เปิดตารางแสดงค่าของไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่างๆ จะได้ $\theta \approx 53^\circ$
ดังนั้นบันไดทำมุมประมาณ 53 องศากับพื้นดิน

2.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง
นำความรู้ไปใช้ในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติและการประยุกต์ใช้ เช่น หาความสูงของเสาธง หรือสิ่งต่างๆ ที่สนใจ หาขนาดของมุมของต้นไม้ (หรือสิ่งที่สนใจ) ที่ทำกับพื้นดิน

ภาพที่ ง.2 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

3. ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนตึกหลังหนึ่ง มองลงมาเห็นรถคันหนึ่งจอดนิ่งอยู่ โดยทำมุมก้มประมาณ 50 องศากับแนวระดับสายตา ถ้าความสูงจากเท้าถึงระดับสายตาของเขาเท่ากับ 180 เซนติเมตร และตึกสูง 50 เมตร แล้วจงหาว่ารถจอดห่างจากตึกประมาณเท่าใด

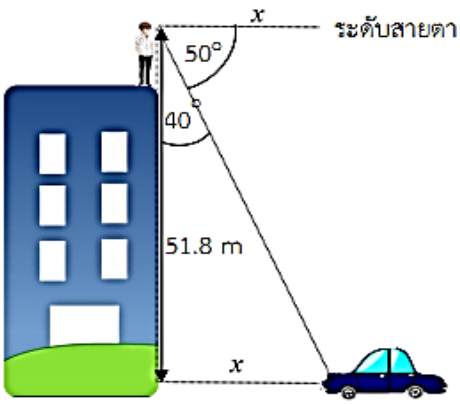
3.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

1. ขนาดของมุมก้ม 50 องศา กับแนวระดับสายตา
2. ความสูงจากเท้าถึงระดับสายตา 180 เซนติเมตร
3. ตึกสูง 50 เมตร

สิ่งที่ต้องการทราบ รถจอดห่างจากตึกประมาณเท่าใด

วิธีที่ 1 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว และนำไปประยุกต์ใช้ในปัญหาอื่นๆ ได้

3.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 3.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด



จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ สามารถวาดภาพจำลองสถานการณ์ได้ดังรูป ซึ่งสามารถหาคำตอบได้ 2 วิธี ดังนี้

ภาพที่ ง.2 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

วิธีที่ 1 $\tan 50^\circ = \frac{51.8}{x}$

$1.1918 = \frac{51.8}{x}$

$1.1918x = 51.8$

$x = \frac{51.8}{1.1918}$

$x \approx 43.46$

ดังนั้น รถจอดห่างจากตึกประมาณ 43.46 เมตร

วิธีที่ 2 $\tan 40^\circ = \frac{x}{51.8}$

$0.8391 = \frac{x}{51.8}$

$(0.8391)(51.8) = x$

$x \approx 43.47$

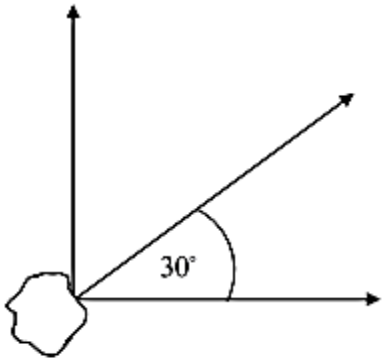
ดังนั้น รถจอดห่างจากตึกประมาณ 43.47 เมตร

3.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

นำความรู้ไปใช้ในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติและการประยุกต์ใช้ เช่น หาความสูงของเสาธง หรือสิ่งต่างๆ ที่สนใจ หาขนาดของมุมของต้นไม้ (หรือสิ่งที่สนใจ) ที่ทำกับพื้นดิน

ภาพที่ ง.2 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

4. ชายคนหนึ่งดึงวัตถุก้อนหนึ่งด้วยแรงขนาด 6 นิวตัน ทำมุม 30 องศา ดังรูป จงหาแรงย่อยในแนวดิ่งและแนวระดับ



4.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

1. ขนาดของมุม 60 องศา

2. ขนาดของแรงเท่ากับ 6 นิวตัน

สิ่งที่ต้องการทราบ แรงย่อยในแนวดิ่งและแนวระดับ

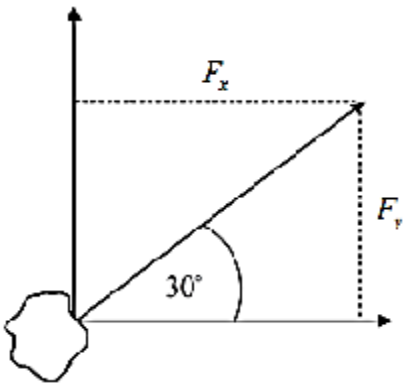
4.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว และนำไปประยุกต์ใช้ในปัญหาอื่นๆ ได้

วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องการแตกแรงในแนวแกนย่อย สามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว และนำไปประยุกต์ใช้ในปัญหาอื่นๆ ได้

4.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 4.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

วิธีที่ 1 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ



ภาพที่ ง.2 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

จากรูปจะได้ว่า $\sin 30^\circ = \frac{F_y}{F}$ จะได้ $F_y = F\sin 30^\circ$

นั่นคือ $F_y = 6\left(\frac{1}{2}\right) = 3$ นิวตัน

และ $\cos 30^\circ = \frac{F_x}{F}$ จะได้ $F_x = F\cos 30^\circ$

นั่นคือ $F_x = 6\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 3\sqrt{3}$ นิวตัน

ดังนั้นแรงย่อยในแกน X เท่ากับ $3\sqrt{3}$ นิวตัน และแรงย่อยในแกน Y เท่ากับ 3 นิวตัน

วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องการแตกแรงในแนวแกนย่อย

จากรูปจะได้ว่า $F_y = F\sin 30^\circ$ จะได้ $F_y = 6\left(\frac{1}{2}\right) = 3$ นิวตัน

และ $F_x = F\cos 30^\circ$ จะได้ $F_x = 6\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 3\sqrt{3}$ นิวตัน

ดังนั้นแรงย่อยในแกน X เท่ากับ $3\sqrt{3}$ นิวตัน และแรงย่อยในแกน Y เท่ากับ 3 นิวตัน

4.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

นำความรู้ไปใช้ในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติและการประยุกต์ใช้ เช่น หาความสูงของเสาธง หรือสิ่งต่างๆ ที่สนใจ หาขนาดของมุมของต้นไม้ (หรือสิ่งที่สนใจ) ที่ทำกับพื้นดิน หรือใช้หาแรงที่กระทำกับวัตถุ ทิศทางที่วัตถุจะเคลื่อนที่เมื่อกระทำด้วยแรงขนาดต่างๆ

ภาพที่ ง.2 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

5.

ที่มา : http://guru.sanook.com/

ทำไมนกจึงเกาะบนสายไฟได้โดยที่ไม่ถูกไฟฟ้าดูดตาย เนื่องจากกระแสไฟฟ้าจะต้องเดินทางอยู่ในวงจรที่ปิด ยกตัวอย่างง่ายๆ เช่นถ่านไฟฉายจะต้องมีขั้วอยู่ 2 ขั้ว เมื่อต่อสายไฟจากขั้วทั้งสองไปยังหลอดไฟฟ้าก็จะทำให้เกิดวงจรปิดขึ้น อิเล็กตรอนสามารถเดินทางจากขั้วลบของถ่านไฟฉายนั้นไปตามเส้นลวดผ่านไส้ของหลอดไฟฟ้าแล้วจึงกลับไปยังขั้วบวกของถ่ายไฟฉายนั้นทางสายไฟที่ต่อไว้ ถ้าหากเราตัดเส้นลวดตรงส่วนใดก็ตามให้ขาดออกจากกัน กระแสไฟฟ้าจะหยุดไหลทำให้หลอดไฟฟ้านั้นดับทันที

จากความจริงดังกล่าวนั้นเอง ทำให้นกสามารถเกาะอยู่บนสายไฟฟ้าได้โดยไม่ถูกดูดตาย กระแสไฟฟ้าเดินทางจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ามายังบ้านของเราโดยการอาศัยสายไฟฟ้า 2 สาย สายหนึ่งใช้สำหรับอิเล็กตรอนออกจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเดินทางมายังเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆภายในบ้านเรือนและต่อจากนั้นจะเดินทางกลับสู่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกสายหนึ่ง โรงงานไฟฟ้าส่วนมากมักนิยมต่อสายไฟฟ้าสายหนึ่งลงสู่ดิน

ฉะนั้นถ้านกตัวใดสามารถเกาะสายไฟฟ้าทั้งสองสายได้ในขณะเดียวกัน หรือเกาะสายไฟฟ้าสายหนึ่งพร้อมกับเกาะดินด้วยแล้วก็จะถูกไฟฟ้าดูดตาย แต่เนื่องจากตัวนกมีขนาดเล็กมากจึงไม่อาจทำได้ทั้งสองอย่างด้วยเหตุนี้นกจึงสามารถกระโดดโลดเต้นไปมาบนสายไฟฟ้าโดยไม่ถูกไฟฟ้าดูดตาย เด็กคนหนึ่งสังเกตเห็นนกเกาะอยู่สายไฟโดยทำมุมเงย 30 องศากับระดับสายตา จากนั้นเขาเดินเข้าไปใกล้นกอีก 8 เมตร แล้วมองไปที่นกอีกครั้งซึ่งทำมุมเงย 60 องศา จงหาว่านกอยู่สูงจากพื้นดินประมาณเท่าใด เมื่อความสูงถึงระดับสายตาเท่ากับ 1.5 เมตร

5.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

1. เด็กคนหนึ่งสังเกตเห็นนกเกาะอยู่สายไฟโดยทำมุมเงย 30 องศากับระดับสายตา จากนั้นเขาเดินเข้าไปใกล้นกอีก 8 เมตร แล้วมองไปที่นกอีกครั้งซึ่งทำมุมเงย 60 องศา
2. ความสูงถึงระดับสายตาเท่ากับ 1.5 เมตร

สิ่งที่ต้องการทราบ นกอยู่สูงจากพื้นดินประมาณเท่าใด

ภาพที่ ง.2 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

5.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 วาดภาพจำลองสถานการณ์ โดยใช้อัตราส่วนที่ถูกต้องแล้ววัดมุมที่ต้องการ เป็นวิธีการที่ง่าย แต่คำตอบอาจจะมีความคลาดเคลื่อนถ้าวาดภาพไม่ได้มาตราส่วนที่ถูกต้อง.....

.....

วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง และนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นได้.....

.....

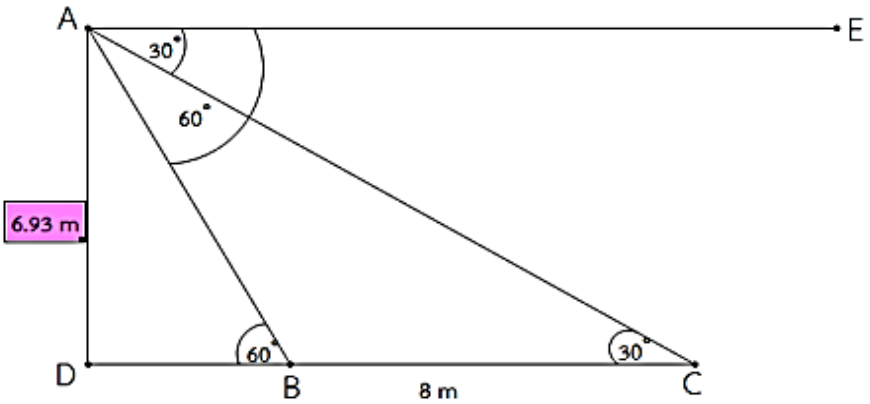
วิธีที่ 3.....

.....

.....

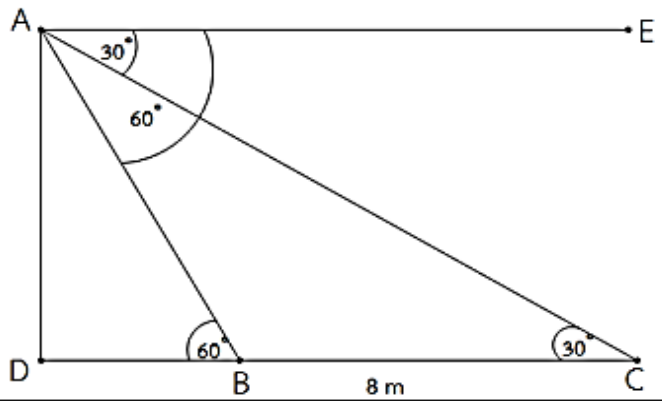
5.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 5.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

วิธีที่ 1 วาดภาพจำลองสถานการณ์



จากรูปจะได้ว่า นกอยู่สูงจากพื้นดินประมาณ $6.93+1.5 \approx 8.43$ เมตร

วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ



ภาพที่ ง.2 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

จากรูป $A\hat{B}D = E\hat{A}B = 60^\circ$ เพราะว่าเป็นมุมแย้ง

และ $A\hat{C}D = E\hat{A}C = 30^\circ$ เพราะว่าเป็นมุมแย้ง

พิจารณา $\tan 30^\circ = \dfrac{AD}{BD+8}$

$\dfrac{1}{\sqrt{3}} = \dfrac{AD}{BD+8}$

$BD+8 = AD\sqrt{3}$ .....(1)

$\tan 60^\circ = \dfrac{AD}{BD}$

$\sqrt{3} = \dfrac{AD}{BD}$

$BD\sqrt{3} = AD$

$BD = \dfrac{AD}{\sqrt{3}}$ .....(2)

แทนค่า (2) ลงใน (1) จะได้ $\dfrac{AD}{\sqrt{3}} + 8 = AD\sqrt{3}$

$AD + 8\sqrt{3} = 3AD$

$2AD = 8\sqrt{3}$

$AD = 4\sqrt{3} \approx 6.93$

ดังนั้น นกอยู่สูงจากพื้นดินประมาณ $6.93 + 1.5 \approx 8.43$ เมตร

5.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

นำความรู้ไปใช้ในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติและการประยุกต์ใช้ เช่น หาระยะห่างระหว่างสิ่งต่างๆ เมื่อเรายืนอยู่ในจุดที่สูงกว่าสิ่งของเหล่านั้น โดยไม่ต้องวัดระยะห่างโดยตรง

ภาพที่ ง.2 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียน (ต่อ)

แบบทดสอบหลังเรียน โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค23102) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

สอบวันที่..... เดือน.....พ.ศ. ..... เวลา ..... น.

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

<u>คำชี้แจง</u> แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง ให้นักเรียนตอบคำถามตามประเด็นคำถามที่กำหนดให้อย่างละเอียด

1. ในกระปุกออมสินของแอนมีเงินอยู่จำนวนหนึ่ง เป็นเงินเหรียญสองบาทและเหรียญห้าบาท นับรวมทั้งหมดได้ 52 เหรียญ เป็นเงิน 158 บาท นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าแอนมีเงินเหรียญสองบาทและเหรียญห้าบาทอย่างละกี่เหรียญ และมีวิธีในการคำนวณหาจำนวนเหรียญทั้งสองได้อย่างไร

1.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

1.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

<u>วิธีที่ 1</u> .....

.....

.....

<u>วิธีที่ 2</u> .....

.....

.....

ภาพที่ ง.3 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน

วิธีที่ 3 .....

.....

.....

วิธีที่ 4 .....

.....

.....

วิธีที่ 5 .....

.....

.....

1.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 1.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

ภาพที่ ง.3 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

2. ในประเทศไทย ลิงกังใต้ เป็นลิงที่คนไทยรู้จักและคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี เพราะมักจะถูกจับมาเลี้ยงและฝึกให้แสดงต่าง ๆ ตามคำสั่ง เช่น ละครลิง หรือปีนต้นมะพร้าวเก็บลูกมะพร้าว ที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จนกลายเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่เป็นรู้จักกันอย่างดีทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ เป็นต้น

สำหรับการฝึกให้เก็บมะพร้าว จะใช้ลิงตัวผู้เนื่องจากมีตัวใหญ่ เรี่ยวแรงมากกว่าลิงตัวเมีย ลิงที่จะใช้ฝึกเป็นอย่างดีอยู่ในช่วงอายุไม่เกิน 3-5 เดือน และต้องเป็นลิงนิสัยดี เชื่อฟังต่อผู้เลี้ยง มีขนเป็นมัน สุขภาพแข็งแรง ฟันไม่มีความผิดปกติ เพราะจะมีผลต่อการกัดขั้วมะพร้าว ซึ่งลิงบางตัวใช้เวลาฝึกเพียง 3 เดือนก็ใช้เก็บมะพร้าวได้แล้ว โดยการฝึกจะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไปทีละขั้นตอน

ลิงไข่นุ้ยปีนต้นมะพร้าวต้นหนึ่งซึ่งมีลักษณะเอียงดังรูป เมื่อลิงไข่นุ้ยปีนไปจนถึงมะพร้าวพบว่าเชือกที่ผูกกับลิงเมื่อวัดจากโคนต้นมะพร้าวยาวประมาณ 12 เมตร และมะพร้าวที่ตกลงมาในแนวดิ่งอยู่ห่างจากโคนต้นมะพร้าว 3.7 เมตร จงหาว่าต้นมะพร้าวทำมุมประมาณกี่องศากับพื้นดิน

ที่มา :
https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B9%83%E0%B8%95%E0%B9%89

2.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

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

ภาพที่ ง.3 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

2.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 .....

.....

.....

วิธีที่ 2 .....

.....

.....

วิธีที่ 3 .....

.....

.....

วิธีที่ 4 .....

.....

.....

วิธีที่ 5 .....

.....

.....

2.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 2.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

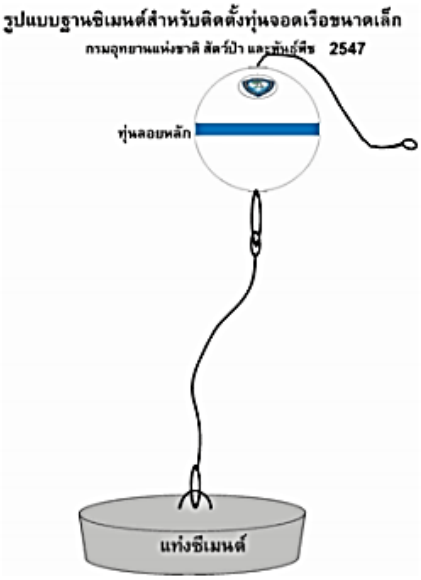
.....

.....

.....

ภาพที่ ง.3 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

3.



ทุ่นผูกเรือเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้เพื่อให้เรือท่องเที่ยวขนาดเล็ก และเรือที่ใช้เป็นฐานสำหรับนักดำน้ำผูกเรือแทนการทิ้งสมอ ชานนท์ซึ่งยืนอยู่บนหน้าผาสูงชันแห่งหนึ่งมองเห็นทุ่นอันหนึ่งลอยอยู่กลางทะเล เขาจึงทอดสายตาไปยังทุ่นนั้น โดยทำมุมก้มประมาณ 25 องศากับแนวระดับ โดยจุดที่เขายืนอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 15 เมตร ชานนท์สูง 168 เซนติเมตร และความยาวจากศีรษะถึงระดับสายตาประมาณ 8 เซนติเมตร อยากทราบว่าทุ่นอยู่ห่างจากหน้าผาที่เขายืนประมาณกี่เมตร

3.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

3.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 .....

.....

.....

วิธีที่ 2 .....

.....

.....

ภาพที่ ง.3 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

วิธีที่ 3.....

.....

.....

วิธีที่ 4.....

.....

.....

วิธีที่ 5.....

.....

.....

3.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 3.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

ภาพที่ ง.3 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

4. ในชีวิตประจำวันทุกคนเคยออกแรงกระทำต่อวัตถุอยู่เสมอ เช่น ยกกระเป๋า ผลักประตู เลื่อนเก้าอี้ หรือผลักรถเด็กเล่นที่วางนิ่งบนพื้น เป็นต้น จะเห็นว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ แล้ววัตถุมีการเคลื่อนที่จะทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไป ซึ่งอาจเปลี่ยนเฉพาะขนาดของความเร็ว หรือเปลี่ยนเฉพาะทิศทางของความเร็ว หรือเปลี่ยนทั้งขนาดและทิศทางของความเร็วก็ได้ เราเรียกการเปลี่ยนความเร็วของวัตถุว่า การเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ จึงกล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงสามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แรง (Force) เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง สำหรับหน่วยของแรงตามระบบเอสไอ คือ นิวตัน (N) เมื่อมีแรง 2 แรง หรือมากกว่ามากระทำต่อวัตถุเดียวกัน ผลที่เกิดขึ้นจะเสมือนกับว่ามีแรงเพียงแรงเดียวกระทำต่อวัตถุนั้น ซึ่งแรงดังกล่าวเรียกว่า แรงลัพธ์ (resultant force) การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การหาแรงลัพธ์การสร้างรูป การหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณ

ถ้ามีแรงมากระทำกับวัตถุสองแรง การหาแรงลัพธ์สามารถคำนวณได้ดังนี้

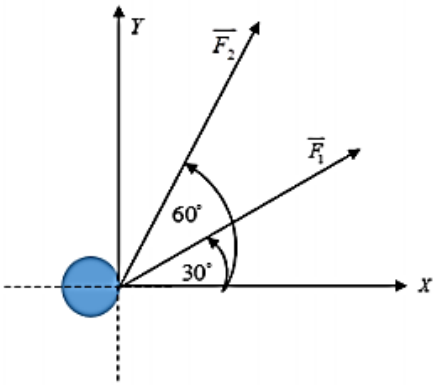
แรงลัพธ์ในแนวแกน X คือ $\overline{F_x} = \overline{F_{1x}} + \overline{F_{2x}}$

แรงลัพธ์ในแนวแกน Y คือ $\overline{F_y} = \overline{F_{1y}} + \overline{F_{2y}}$

สามารถคำนวณหาขนาดของแรงลัพธ์ $\overline{F}$ หาได้จาก $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

ส่วนทิศทางของแรงลัพธ์ $\overline{F}$ ที่ทำมุม θ กับแกน X หาได้จาก $\tan\theta = \frac{F_y}{F_x}$

จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของ $\overline{F_1}$ และ $\overline{F_2}$ ที่กระทำต่อวัตถุ กำหนดให้ F_1 มีขนาด 5.0 นิวตัน ทำมุม 30 องศากับแกน X และ F_2 มีขนาด 4.0 นิวตัน ทำมุม 60 องศา กับแกน X ดังรูป



4.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

ภาพที่ ง.3 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

4.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 .....

.....

.....

วิธีที่ 2 .....

.....

.....

วิธีที่ 3 .....

.....

.....

วิธีที่ 4 .....

.....

.....

วิธีที่ 5 .....

.....

.....

4.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 4.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

ภาพที่ ง.3 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

5.

ที่มา : http://www.navy.mi.th/navalmuseum/002_history/html/his_b21_prapakarn_thai.htm

ประภาคาร คือ หอคอยหรือสิ่งก่อสร้างที่สูงเด่นมองเห็นได้ไกลมีไฟสัญญาณที่มีความสว่างมากติดตั้งอยู่บนยอด เพื่อเป็นที่หมายนำทางให้กับชาวเรือไปสู่จุดหมายที่ถูกต้อง ตรงกับภาษาอังกฤษที่ว่า Lighthouse โดยทั่วไปจะก่อสร้างขึ้นที่ปากทางเข้าท่าเรือ อ่าว หรือ แม่น้ำที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเดินเรือ หรือก่อสร้างตามตำบลที่ที่จะเป็นอันตรายต่อการเดินเรือ เช่นที่ตื้น หินใต้น้ำ ร่องน้ำ ในปัจจุบันประภาคารนอกจากจะเป็นที่ส่งสัญญาณไฟ เพื่อเป็นที่หมายให้ชาวเรือแล้ว ยังมีสัญญาณอย่างอื่นอีก เช่น "สัญญาณหมอก" ซึ่งจะส่งเป็นเสียงหวูด ไซเรน หรือ ระฆัง ในเวลาที่มีหมอกโดยอัตโนมัติและมี "สัญญาณวิทยุ" เพื่อให้ชาวเรือหาทิศทางที่ตั้งของประภาคารจากสัญญาณที่ส่งออกไปนั้น เพื่อนำไปกำหนดตำบลที่ของเรือในทะเลได้ ประภาคารบางแห่งยังมีสัญญาณแสดงให้ทราบความลึกของน้ำในเวลาที่เรือผ่านบริเวณนั้นด้วย นักท่องเที่ยวคนหนึ่งยืนอยู่บนประภาคาร สังเกตเห็นเรืองสองลำจอดอยู่ในทะเลทางทิศตะวันออกของประภาคารในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยทำมุมก้มขนาด 30 องศาและ 60 องศากับแนวระดับ แล้วมองเห็นเรือลำใหญ่และเรือลำเล็กตามลำดับ ประภาคารแห่งนี้อยู่ห่างจากเรือลำใหญ่ประมาณเท่าใด ถ้าเรือทั้งสองลำอยู่ห่างกัน 200 เมตร

5.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

.....

.....

.....

.....

ภาพที่ ง.3 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

5.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 .....

.....

.....

วิธีที่ 2 .....

.....

.....

วิธีที่ 3 .....

.....

.....

วิธีที่ 4 .....

.....

.....

วิธีที่ 5 .....

.....

.....

5.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 5.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

ภาพที่ ง.3 แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค23102) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

สอบวันที่..... เดือน.....พ.ศ. ..... เวลา ..... น.

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

คำชี้แจง แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรอง ให้นักเรียนตอบคำถามตามประเด็นคำถามที่กำหนดให้อย่างละเอียด

1. ในกระปุกออมสินของแอนมีเงินอยู่จำนวนหนึ่ง เป็นเงินเหรียญสองบาทและเหรียญห้าบาท นับรวมกันทั้งหมดได้ 52 เหรียญ เป็นเงิน 158 บาท นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าแอนมีเงินเหรียญสองบาทและเหรียญห้าบาทอย่างละกี่เหรียญ และมีวิธีในการคำนวณหาจำนวนเหรียญทั้งสองได้อย่างไร

1.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

1. ในกระปุกออมสินมีเงินอยู่จำนวนหนึ่ง เป็นเงินเหรียญสองบาทและเหรียญห้าบาท นับรวมกันทั้งหมดได้ 52 เหรียญ เป็นเงิน 158 บาท

สิ่งที่ต้องการทราบ แอนมีเงินเหรียญสองบาทและเหรียญห้าบาทอย่างละกี่เหรียญ.....

1.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 ใช้การสุ่มจำนวนเหรียญ เพราะสามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่จะเสียเวลาในการสุ่ม.....

.....

.....

วิธีที่ 2 ใช้การสร้างตาราง สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่จะเสียเวลาในการคำนวณมากเกินไป.....

.....

.....

วิธีที่ 3 ใช้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็ว และนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องอื่นได้.....

.....

ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน

วิธีที่ 4 ใช้เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็ว และนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องอื่นได้.....

.....

1.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 1.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

วิธีที่ 1 ใช้การสุ่มจำนวนเหรียญ นักเรียนจะต้องสุ่มจำนวนเหรียญไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้จำนวนที่ถูกต้อง จะได้ว่า ถ้ามีเหรียญสองบาทจำนวน 34 เหรียญ และจะมีเหรียญห้าบาทจำนวน 18 เหรียญ รวมทั้งหมด 52 เหรียญ ซึ่งเป็นเงินทั้งสิ้น $(2\times34)+(5\times18)=68+90=158$ บาท.....

วิธีที่ 2 ใช้การสร้างตาราง จากตารางที่แสดงจะได้ว่ามีเงินเหรียญสองบาทอยู่ 34 เหรียญและเหรียญห้าบาท 18 เหรียญ

จำนวนเหรียญห้าบาท	จำนวนเหรียญสองบาท	รวม (บาท)
1	51	107
2	50	110
3	49	113
4	48	116
5	47	119
6	46	122
7	45	125
8	44	128
9	43	131
10	42	134
11	41	137
12	40	140
13	39	143
14	38	146
15	37	149
16	36	152
17	35	155
18	34	158

ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

วิธีที่ 3 ใช้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ให้ x แทนจำนวนเหรียญสองบาท

ดังนั้นจะมีเหรียญห้าบาท $52-x$ เหรียญ

จะได้สมการ $2x+5(52-x)=158$

$2x+260-5x=158$

$-3x=-102$

$x=34$

ดังนั้น จะมีเหรียญสองบาทอยู่ 34 เหรียญ และเหรียญห้าบาทอยู่ 52-34=18 เหรียญ

วิธีที่ 4 ใช้เรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ให้ x แทนจำนวนเหรียญสองบาท

y แทนจำนวนเหรียญห้าบาท

จะได้ $x+y=52$.....(1)

$2x+5y=158$.....(2)

$(1)\times 2; 2x+2y=104$.....(3)

$(2)-(3); 3y=54$

$y=18$ แทนค่า $y=18$ ใน (1) จะได้ $x=52-18=34$

ดังนั้น จะมีเหรียญสองบาทอยู่ 34 เหรียญ และเหรียญห้าบาทอยู่ 18 เหรียญ

1.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

ใช้ในหาจำนวนเหรียญหรือจำนวนสัตว์เมื่อทราบจำนวนทั้งหมด หรือใช้ในการหาคำตอบของสำหรับโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหรือสองตัวแปร.....

ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

2. ในประเทศไทย ลิงกังใต้ เป็นลิงที่คนไทยรู้จักและคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี เพราะมักจะถูกจับมาเลี้ยงและฝึกให้แสดงต่าง ๆ ตามคำสั่ง เช่น ละครลิง หรือปีนต้นมะพร้าวเก็บลูกมะพร้าว ที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี จนกลายเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่เป็นรู้จักกันอย่างดีทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ เป็นต้น

สำหรับการฝึกให้เก็บมะพร้าว จะใช้ลิงตัวผู้เนื่องจากมีตัวใหญ่ เรี่ยวแรงมากกว่าลิงตัวเมีย ลิงที่จะใช้ฝึกเป็นอย่างดีอยู่ในช่วงอายุไม่เกิน 3-5 เดือน และต้องเป็นลิงนิสัยดี เชื่อฟังต่อผู้เลี้ยง มีขนเป็นมัน สุขภาพแข็งแรง ฟันไม่มีความผิดปกติ เพราะจะมีผลต่อการกัดขั้วมะพร้าว ซึ่งลิงบางตัวใช้เวลาฝึกเพียง 3 เดือนก็ใช้เก็บมะพร้าวได้แล้ว โดยการฝึกจะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไปทีละขั้นตอน

ลิงไข่นุ้ยปีนต้นมะพร้าวต้นหนึ่งซึ่งมีลักษณะเอียงดังรูป เมื่อลิงไข่นุ้ยปีนไปจนถึงมะพร้าวพบว่าเชือกที่ผูกกับลิงเมื่อวัดจากโคนต้นมะพร้าวยาวประมาณ 12 เมตร และมะพร้าวที่ตกลงมาในแนวดิ่งอยู่ห่างจากโคนต้นมะพร้าว 3.7 เมตร จงหาว่าต้นมะพร้าวทำมุมประมาณกี่องศากับพื้นดิน

ที่มา :

https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B9%83%E0%B8%95%E0%B9%89

2.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

1. ลิงไข่นุ้ยปีนต้นมะพร้าวต้นหนึ่งซึ่งมีลักษณะเอียงดังรูป เมื่อลิงไข่นุ้ยปีนไปจนถึงมะพร้าวพบว่าเชือกที่ผูกกับลิงเมื่อวัดจากโคนต้นมะพร้าวยาวประมาณ 12 เมตร
2. มะพร้าวที่ตกลงมาในแนวดิ่งอยู่ห่างจากโคนต้นมะพร้าว 3.7 เมตร

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ต้นมะพร้าวทำมุมประมาณกี่องศากับพื้นดิน

ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

2.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 วาดภาพจำลองสถานการณ์ โดยใช้อัตราส่วนที่ถูกต้องแล้ววัดมุมที่ต้องการ เป็นวิธีการที่ง่าย แต่คำตอบอาจจะมีความคลาดเคลื่อนถ้าวาดภาพไม่ได้มาตราส่วนที่ถูกต้อง .....

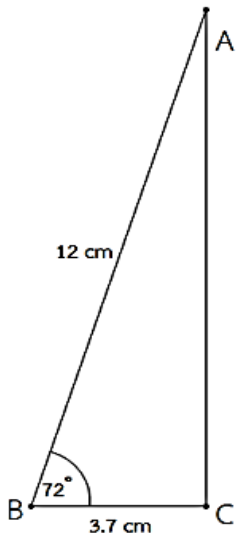
.....

วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง และนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นได้ .....

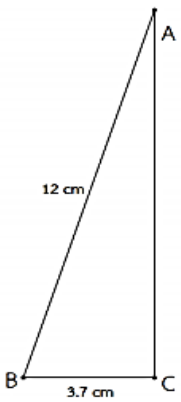
.....

2.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 2.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

วิธีที่ 1 วาดภาพจำลองสถานการณ์ โดยใช้อัตราส่วนที่ถูกต้องแล้ววัดมุมที่ต้องการ



วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ



จากรูป จะได้ว่า $\cos B = \frac{BC}{AC}$

$\cos B = \frac{3.7}{12}$

$\cos B = 0.308$

เมื่อเปิดตารางแสดงค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติจะได้ว่า $\hat{B} \approx 72^\circ$

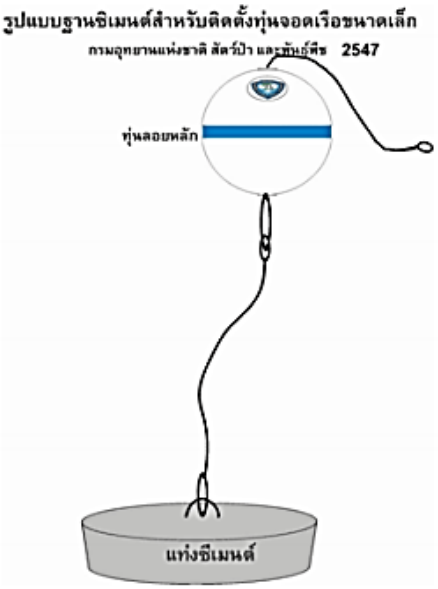
ดังนั้น ต้นมะพร้าวทำมุมประมาณ 72 องศากับพื้นดิน

2.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

นำความรู้ไปใช้ในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติและการประยุกต์ใช้ เช่น หาความสูงของเสาธง หรือสิ่งต่างๆ ที่สนใจ ,หาขนาดของมุมของต้นไม้ (หรือสิ่งที่สนใจ) ที่ทำกับพื้นดิน .....

ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

3.



ทุ่นผูกเรือเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้เพื่อให้เรือท่องเที่ยวขนาดเล็ก และเรือที่ใช้เป็นฐานสำหรับนักดำน้ำผูกเรือแทนการทิ้งสมอ ชานนท์ซึ่งยืนอยู่บนหน้าผาสูงชันแห่งหนึ่งมองเห็นทุ่นอันหนึ่งลอยอยู่กลางทะเล เขาจึงทอดสายตาไปยังทุ่นนั้น โดยทำมุมก้มประมาณ 25 องศากับแนวระดับ โดยจุดที่เขายืนอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 15 เมตร ชานนท์สูง 168 เซนติเมตร และความยาวจากศีรษะถึงระดับสายตาประมาณ 8 เซนติเมตร อยากทราบว่าทุ่นอยู่ห่างจากหน้าผาที่เขายืนประมาณกี่เมตร

3.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

1. ชานนท์ซึ่งยืนอยู่บนหน้าผาสูงชันแห่งหนึ่งมองเห็นทุ่นอันหนึ่งลอยอยู่กลางทะเล เขาจึงทอดสายตาไปยังทุ่นนั้น โดยทำมุมก้มประมาณ 25 องศากับแนวระดับ
2. จุดที่เขายืนอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 15 เมตร
3. ชานนท์สูง 168 เซนติเมตร ความยาวจากศีรษะถึงระดับสายตาประมาณ 8 เซนติเมตร

สิ่งที่ต้องการทราบ ทุ่นอยู่ห่างจากหน้าผาที่เขายืนประมาณกี่เมตร

ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

3.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 วาดภาพจำลองสถานการณ์ โดยใช้อัตราส่วนที่ถูกต้องแล้ววัดมุมที่ต้องการ เป็นวิธีการที่ง่าย แต่คำตอบอาจจะมีความคลาดเคลื่อนถ้าวาดภาพไม่ได้มาตราส่วนที่ถูกต้อง .....

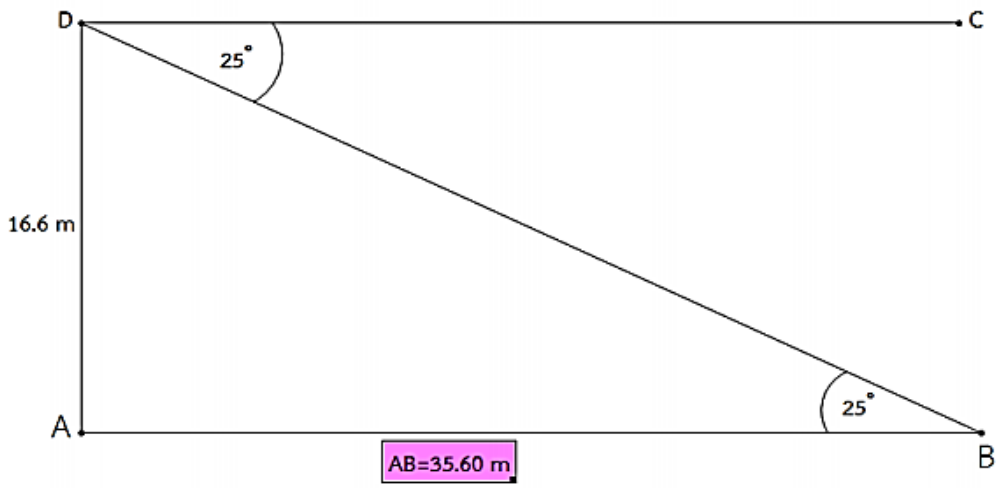
.....

วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง และนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นได้ .....

.....

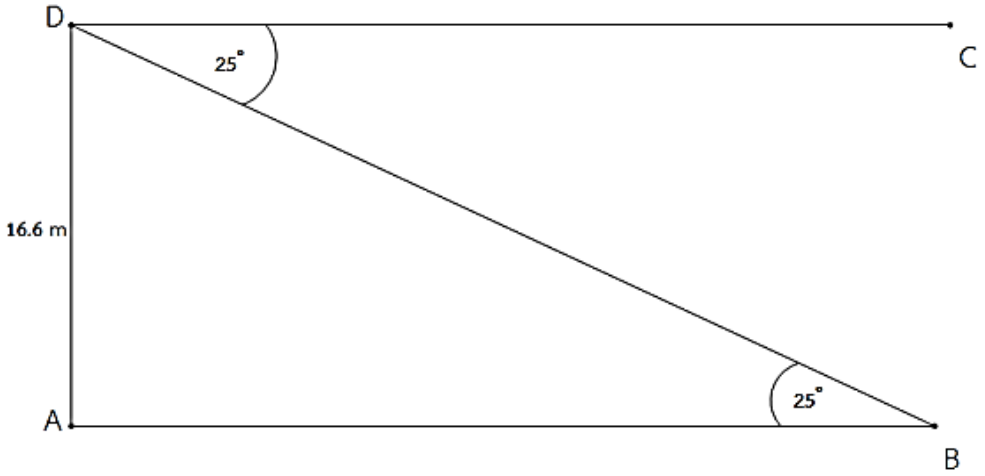
3.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 3.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

วิธีที่ 1 วาดภาพจำลองสถานการณ์ โดยใช้อัตราส่วน เมื่อเทียบอัตราส่วนแล้วพบว่าหุ่นอยู่ห่างจากหน้าผาที่เขายืนประมาณ 35.60 เมตร



ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ



จากรูปจะได้ว่า $A\hat{B}D = 25^\circ$ เพราะว่า $CD // BA$ และ $A\hat{B}D$ เป็นมุมแย้ง

พิจารณา $\tan 25^\circ = \dfrac{AD}{AB}$

$0.466 = \dfrac{16.6}{AB}$

$AB = \dfrac{16.6}{0.466}$

$AB = 35.62$

ดังนั้น ทุ่นอยู่ห่างจากหน้าผาที่ชานนท์ยืนประมาณ 35.62 เมตร

3.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

นำความรู้ไปใช้ในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติและการประยุกต์ใช้ เช่น หาความสูงของเสาธง หรือสิ่งต่างๆ ที่สนใจ ,หาขนาดของมุมของต้นไม้ (หรือสิ่งที่สนใจ) ที่ทำกับพื้นดิน

ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

4. ในชีวิตประจำวันทุกคนเคยออกแรงกระทำต่อวัตถุอยู่เสมอ เช่น ยกกระเป๋า ผลักประตู เลื่อนเก้าอี้ หรือผลักรถเด็กเล่นที่วางนิ่งบนพื้น เป็นต้น จะเห็นว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ แล้ววัตถุมีการเคลื่อนที่จะทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไป ซึ่งอาจเปลี่ยนเฉพาะขนาดของความเร็ว หรือเปลี่ยนเฉพาะทิศทางของความเร็ว หรือเปลี่ยนทั้งขนาดและทิศทางของความเร็วก็ได้ เราเรียกการเปลี่ยนความเร็วของวัตถุว่า การเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ จึงกล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงสามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แรง (Force) เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง สำหรับหน่วยของแรงตามระบบเอสไอ คือ นิวตัน (N) เมื่อมีแรง 2 แรง หรือมากกว่ามากระทำต่อวัตถุเดียวกัน ผลที่เกิดขึ้นจะเสมือนกับว่ามีแรงเพียงแรงเดียวกระทำต่อวัตถุนั้น ซึ่งแรงดังกล่าวเรียกว่า แรงลัพธ์ (resultant force) การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การหาแรงลัพธ์การสร้างรูป การหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณ

ถ้ามีแรงมากระทำกับวัตถุสองแรง การหาแรงลัพธ์สามารถคำนวณได้ดังนี้

แรงลัพธ์ในแนวแกน X คือ $\overline{F_x} = \overline{F_{1x}} + \overline{F_{2x}}$

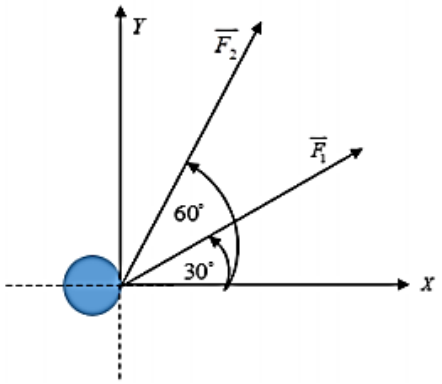
แรงลัพธ์ในแนวแกน Y คือ $\overline{F_y} = \overline{F_{1y}} + \overline{F_{2y}}$

และ แรงลัพธ์ $\overline{F}$ คือ $\overline{F} = \overline{F_x} + \overline{F_y}$

สามารถคำนวณหาขนาดของแรงลัพธ์ $\overline{F}$ หาได้จาก $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

ส่วนทิศทางของแรงลัพธ์ $\overline{F}$ ที่ทำมุม θ กับแกน X หาได้จาก $\tan\theta = \frac{F_y}{F_x}$

จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของ $\overline{F_1}$ และ $\overline{F_2}$ ที่กระทำต่อวัตถุ กำหนดให้ F_1 มีขนาด 5.0 นิวตัน ทำมุม 30 องศากับแกน X และ F_2 มีขนาด 4.0 นิวตัน ทำมุม 60 องศา กับแกน X ดังรูป



4.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

1. F_1 มีขนาด 5.0 นิวตัน ทำมุม 30 องศากับแกน X

2. F_2 มีขนาด 4.0 นิวตัน ทำมุม 60 องศา กับแกน X

สิ่งที่ต้องการทราบ ขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของ $\overline{F_1}$ และ $\overline{F_2}$ ที่กระทำต่อวัตถุ

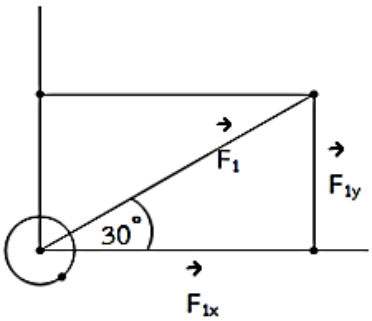
ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

4.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สามารถคำนวณได้ถูกต้อง แต่จะเสียเวลา

วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องการแตกแรง สามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็ว และใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติช่วยในการคำนวณ

4.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 4.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด



วิธีที่ 1 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

จากรูป หาแรงลัพธ์ในแนวแกน X

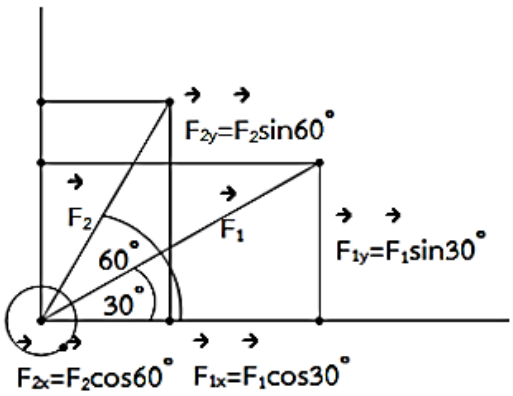
พิจารณา $\sin 30^\circ = \dfrac{\overrightarrow{F_{1y}}}{\overrightarrow{F_1}}$

จะได้ $\overrightarrow{F_1} = \overrightarrow{F_{1y}} \sin 30^\circ$

และ $\cos 30^\circ = \dfrac{\overrightarrow{F_{1x}}}{\overrightarrow{F_1}}$

จะได้ $\overrightarrow{F_1} = \overrightarrow{F_{1x}} \cos 30^\circ$

จะได้ว่า



ดังนั้น $\overrightarrow{F_x} = \overrightarrow{F_1}\cos 30^\circ + \overrightarrow{F_2}\cos 60^\circ$

$\overrightarrow{F_x} = 5\left(\dfrac{\sqrt{3}}{2}\right) + 4\left(\dfrac{1}{2}\right)$

$\overrightarrow{F_x} = \dfrac{5\sqrt{3}+4}{2}$

$\overrightarrow{F_x} \approx 6.33N$

และ $\overrightarrow{F_y} = \overrightarrow{F_1}\sin 30^\circ + \overrightarrow{F_2}\sin 60^\circ$

$\overrightarrow{F_y} = 5\left(\dfrac{1}{2}\right) + 4\left(\dfrac{\sqrt{3}}{2}\right)$

$\overrightarrow{F_y} = \dfrac{5+4\sqrt{3}}{2}$

$\overrightarrow{F_y} \approx 5.96N$

ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

ขนาดของแรงลัพธ์ $\vec{F}$ สามารถคำนวณได้จากสมการ $\vec{F} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

$\vec{F} = \sqrt{6.33^2 + 5.96^2}$

$\vec{F} = \sqrt{75.59}$

$\vec{F} = 8.69\,\text{N}$

ทิศทางของแรงลัพธ์ของ $\vec{F}$ ที่กระทำต่อวัตถุสามารถคำนวณได้จากสมการ $\tan\theta = \frac{F_y}{F_x}$

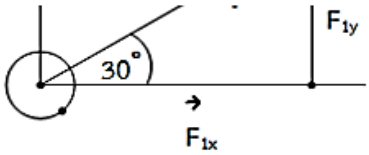
$\tan\theta = \frac{F_y}{F_x}$

$\tan\theta = \frac{5.96}{6.33}$

$\tan\theta \approx 0.942$

$\theta \approx 43^\circ$

ดังนั้น ขนาดของแรงลัพธ์ $\vec{F} = 8.69\,\text{N}$ และแรงลัพธ์ของ $\vec{F}$ ทำมุมประมาณ 43° ต่อวัตถุ



จะได้ $\vec{F}_1 = \vec{F}_{1y} \sin 30^\circ$

และ $\cos 30^\circ = \frac{\vec{F}_{1x}}{\vec{F}_1}$

จะได้ $\vec{F}_1 = \vec{F}_{1x} \cos 30^\circ$

4.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

นำความรู้ไปใช้ในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติและการประยุกต์ใช้ เช่น หาความสูงของเสาธง หรือสิ่งต่างๆ ที่สนใจ หาขนาดของมุมของต้นไม้ (หรือสิ่งที่สนใจ) ที่ทำกับพื้นดิน หรือใช้หาแรงที่กระทำกับวัตถุ ทิศทางที่วัตถุจะเคลื่อนที่เมื่อกระทำด้วยแรงขนาดต่างๆ

ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

5.

ที่มา : http://www.navy.mi.th/navalmuseum/002_history/html/his_b21_prapakarn_thai.htm

ประภาคาร คือ หอคอยหรือสิ่งก่อสร้างที่สูงเด่นมองเห็นได้ไกลมีไฟสัญญาณที่มีความสว่างมากติดตั้งอยู่บนยอด เพื่อเป็นที่หมายนำทางให้กับชาวเรือไปสู่จุดหมายที่ถูกต้อง ตรงกับภาษาอังกฤษที่ว่า Lighthouse โดยทั่วไปจะก่อสร้างขึ้นที่ปากทางเข้าท่าเรือ อ่าว หรือ แม่น้ำที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเดินเรือ หรือก่อสร้างตามตำบลที่ที่จะเป็นอันตรายต่อการเดินเรือ เช่นที่ตื้น หินใต้น้ำ ร่องน้ำ ในปัจจุบันประภาคารนอกจากจะเป็นที่ส่งสัญญาณไฟ เพื่อเป็นที่หมายให้ชาวเรือแล้ว ยังมีสัญญาณอย่างอื่นอีก เช่น "สัญญาณหมอก" ซึ่งจะส่งเป็นเสียงหวูด ไซเรน หรือ ระฆัง ในเวลาที่มีหมอกโดยอัตโนมัติและมี "สัญญาณวิทยุ" เพื่อให้ชาวเรือหาทิศทางที่ตั้งของประภาคารจากสัญญาณที่ส่งออกไปนั้น เพื่อนำไปกำหนดตำบลที่ของเรือในทะเลได้ ประภาคารบางแห่งยังมีสัญญาณแสดงให้ทราบความลึกของน้ำในเวลาที่เรือผ่านบริเวณนั้นด้วย นักท่องเที่ยวคนหนึ่งยืนอยู่บนประภาคาร สังเกตเห็นเรืองสองลำจอดอยู่ในทะเลทางทิศตะวันออกของประภาคารในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยทำมุมก้มขนาด 30 องศาและ 60 องศากับแนวระดับ แล้วมองเห็นเรือลำใหญ่และเรือลำเล็กตามลำดับ ประภาคารแห่งนี้อยู่ห่างจากเรือลำใหญ่ประมาณเท่าใด ถ้าเรือทั้งสองลำอยู่ห่างกัน 200 เมตร

5.1 ข้อมูลที่กำหนดให้มีอะไรบ้าง และต้องการทราบอะไร

1. นักท่องเที่ยวคนหนึ่งยืนอยู่บนประภาคาร สังเกตเห็นเรืองสองลำจอดอยู่ในทะเลทางทิศตะวันออกของประภาคารในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยทำมุมก้มขนาด 30 องศาและ 60 องศากับแนวระดับ แล้วมองเห็นเรือลำใหญ่และเรือลำเล็กตามลำดับ
2. เรือทั้งสองลำอยู่ห่างกัน 200 เมตร

สิ่งที่ต้องการทราบ ประภาคารแห่งนี้อยู่ห่างจากเรือลำใหญ่ประมาณเท่าใด

5.2 นักเรียนจะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี) พร้อมทั้งระบุข้อดีข้อเสียของวิธีดังกล่าว

วิธีที่ 1 วาดภาพจำลองสถานการณ์ โดยใช้อัตราส่วนที่ถูกต้องแล้ววัดมุมที่ต้องการ เป็นวิธีการที่ง่าย แต่คำตอบอาจจะมีความคลาดเคลื่อนถ้าวาดภาพไม่ได้มาตราส่วนที่ถูกต้อง .....

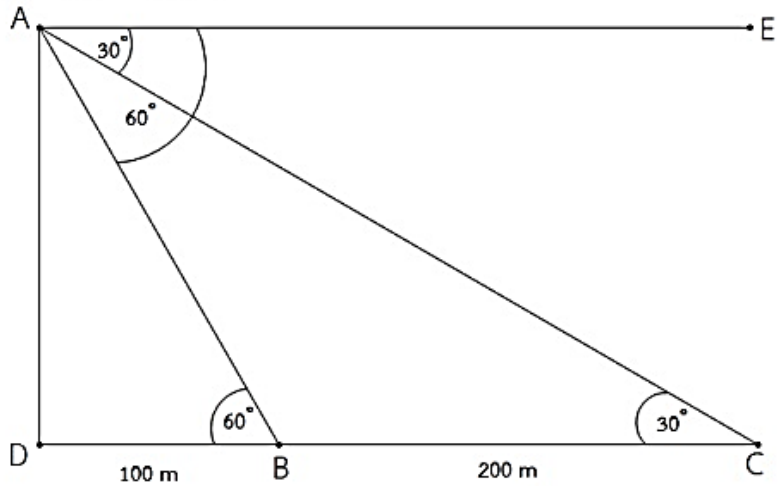
.....

วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง และนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นได้ .....

ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

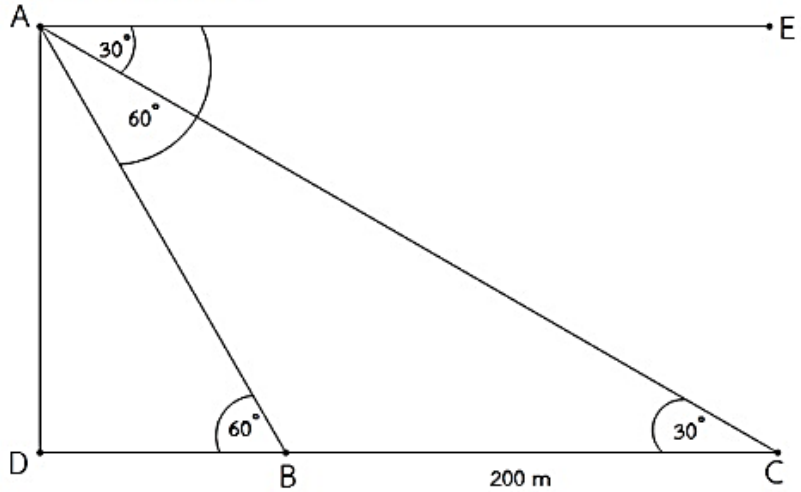
5.3 จากแนวทางการแก้ปัญหาในข้อ 5.2 ให้นักเรียนเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างละเอียด

วิธีที่ 1 วาดภาพจำลองสถานการณ์



จากรูปจะเห็นว่าเมื่อเทียบอัตราส่วนแล้วจะได้ DB = 100 เมตร ดังนั้นเรือลำใหญ่อยู่ห่างจากหน้าผาประมาณ 300 เมตร

วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ



จากรูป $A\hat{B}D = E\hat{A}B = 60^\circ$ เพราะว่าเป็นมุมแย้ง

และ $A\hat{C}D = E\hat{A}C = 30^\circ$ เพราะว่าเป็นมุมแย้ง

พิจารณา $\tan 30^\circ = \dfrac{AD}{BD+200}$

$\dfrac{1}{\sqrt{3}} = \dfrac{AD}{BD+200}$

ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

$BD + 200 = AD\sqrt{3}$.....(1)

$\tan 60^\circ = \frac{AD}{BD}$

$\sqrt{3} = \frac{AD}{BD}$

$BD\sqrt{3} = AD$.....(2)

แทนค่า (2) ลงใน (1) จะได้ $BD + 200 = \left(BD\sqrt{3}\right)\sqrt{3}$

$200 = 2BD$

$BD = 100$

ดังนั้น เรือลำใหญ่จอดห่างจากประภาคาร 300 เมตร

5.4 จากการดำเนินการแก้ปัญหาข้างต้น นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาอื่นๆ หรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปการประยุกต์ใช้ เช่น การหาความสูงของเสาธง หรือสิ่งต่าง ๆ ที่สนใจ หาขนาดของมุมของต้นไม้ที่ทำกับพื้นดิน หรือหาแรงที่กระทำกับวัตถุ ทิศทางที่วัตถุจะเคลื่อนที่เมื่อกระทำด้วยแรงขนาดต่าง ๆ หาระยะห่างระหว่างสิ่งของหรือความสูงของสิ่งของที่สนใจ เมื่อทราบมุมก้ม มุมเงย.....

ภาพที่ ง.4 เฉลยแบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองหลังเรียน (ต่อ)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวปรียานุช มานุจำ
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2550–พ.ศ. 2554 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
	พ.ศ. 2555 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	ประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2555 – ปัจจุบัน
	โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย
	อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม
ตำแหน่ง	ครู
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย
	สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 22
	อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม