



ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



โดย
นางสาวสุนารี ศรีบุญ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนา
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE LEARNING OUTCOME OF STEAM EDUCATION BASED ON
PROBLEM BASED LEARNING TO DEVELOPING MATHEMATICAL SKILLS AND
PROCESS FOR SEVENTH GRADE STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Education (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

Department of Curriculum and Instruction

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2018

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โดย สุนารี ศรีบุญ

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสูตร โพธิ์เงิน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มาเรียม นิลพันธุ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสูตร โพธิ์เงิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนสิทธิ์ สิทธิสุนเนิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อิศเรศ พิพัฒน์มงคลพร)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. แสงเดือน เจริญฉิม)

58263311 : หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบัณฑิต

คำสำคัญ : STEAM Education, การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน, ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นางสาว สุนารี ศรีบุญ: ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสูตร โพธิ์เงิน

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) เพื่อศึกษาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ของโรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุบลมภ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 30 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 3) แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4)แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent

ผลการวิจัยพบว่า

1) ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับสูง

3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับมาก

58263311 : Major (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

Keyword : STEAM EDUCATION, PROBLEM BASED LEARNING, MATHEMATICAL SKILLS AND PROCESSES

MISS SUNAREE SRIBOON : THE LEARNING OUTCOME OF STEAM EDUCATION BASED ON PROBLEM BASED LEARNING TO DEVELOPING MATHEMATICAL SKILLS AND PROCESS FOR SEVENTH GRADE STUDENTS THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR WISUD PO NEGRN

The research purpose were 1) To compare student's mathematical skills before and after learning through Conceptual STEAM Education Integrated Problem - Based Learning (PBL), 2) To study mathematical skills and processes of students after learning Conceptual STEAM Education Integrated Problem - Based Learning (PBL), and. 3) To study the satisfaction of the students after learning through Conceptual STEAM Education Integrated Problem - Based Learning (PBL) The sample group in this research comprised 30 Mathayom 1/1 students in the Danthaptakoratuppatham School who were studying in the 2nd semester of B. E. 2560. The research tools including 1) learning management plans, 2) achievement test, 3) a behavior observation form and 4) a questionnaire surveyed of student's opinions toward the Conceptual STEAM Education Integrated Problem - Based Learning (PBL). The mean, standard deviation (S.D.) and test (t-test) were applied for data analysis. The research summary as follows.

1) The student's mathematical skills after learning through Conceptual STEAM Education Integrated Problem - Based Learning (PBL) were significantly higher than those before studying at the .05 level.

2) The student's behaviors about mathematical skills and processes were positive at a high level.

3) The student's opinions toward the learning through Conceptual STEAM Education Integrated Problem - Based Learning (PBL) were positive at a high level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอนุเคราะห์และให้คำปรึกษาแนะนำอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสูตร โปธิ์เงิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิศเรศ พิพัฒน์มงคลพร ซึ่งเป็นผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อย รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาเรียม นิลพันธุ์ ประธานกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญฉิม ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขข้อบกพร่อง ให้ความกระจ่างและข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องและความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งถึงความกรุณา จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สร้อยญา จันทร์ชูสกุล อาจารย์มหาวิทยาลัยศิลปากร อาจารย์ ดร.พรพิมล รอดเคราะห์ อาจารย์มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จตุรภาพร รามศิริ อาจารย์โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อาจารย์ ดร.เชาวฤทธิ์ พันธุ์ทอง อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง และนางสาวทัศนีย์ เรืองพยัคฆ์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดอุดมรังสี (ป.ปิตุวัตรอุปถัมภ์) ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือทุกฉบับ ซึ่งส่งผลให้การวิจัยมีความครอบคลุมและมีประสิทธิภาพ และขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูและนักเรียนโรงเรียนदानทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ อำเภोजอมบึง จังหวัดราชบุรี ที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน ขอขอบคุณพี่ เพื่อนและน้อง นักศึกษาสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ แนะนำและเป็นกำลังใจตลอดมา

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ผู้ให้กำเนิดชีวิต อบรมเลี้ยงดูอย่างดีเสมอมา ขอขอบคุณ นายอนุวัฒน์ แสงเครือ ที่คอยให้กำลังใจ คอยดูแล เป็นเพื่อนทั้งในยามทุกข์และยามสุขจนสามารถทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สุนารี ศรีบุญญ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	6
คำถามของการวิจัย.....	9
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	9
สมมติฐานของการวิจัย.....	10
ขอบเขตของการวิจัย.....	10
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	11
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนดำน ทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	15
แนวคิด STEAM Education	38
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	47
ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	57

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	69
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	82
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	92
ระเบียบวิธีวิจัย	92
แบบแผนการวิจัย.....	94
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	94
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	95
การเก็บรวบรวมข้อมูล	110
การวิเคราะห์ข้อมูล	111
สรุปวิธีดำเนินการวิจัย.....	114
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	116
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	117
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	117
ตอนที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	119
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	121
สรุปผลการวิจัย.....	122
อภิปรายผล.....	122
ข้อเสนอแนะ	128
รายการอ้างอิง	130
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ	138

ภาคผนวก ข หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หนังสือขอทดลอง
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และหนังสือขออนุญาตระงับการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย140

ภาคผนวก ค การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและคะแนนผลการทดสอบ148

ภาคผนวก ง การตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย161

ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย169

ภาคผนวก ฉ รูปภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้240

ประวัติผู้เขียน250

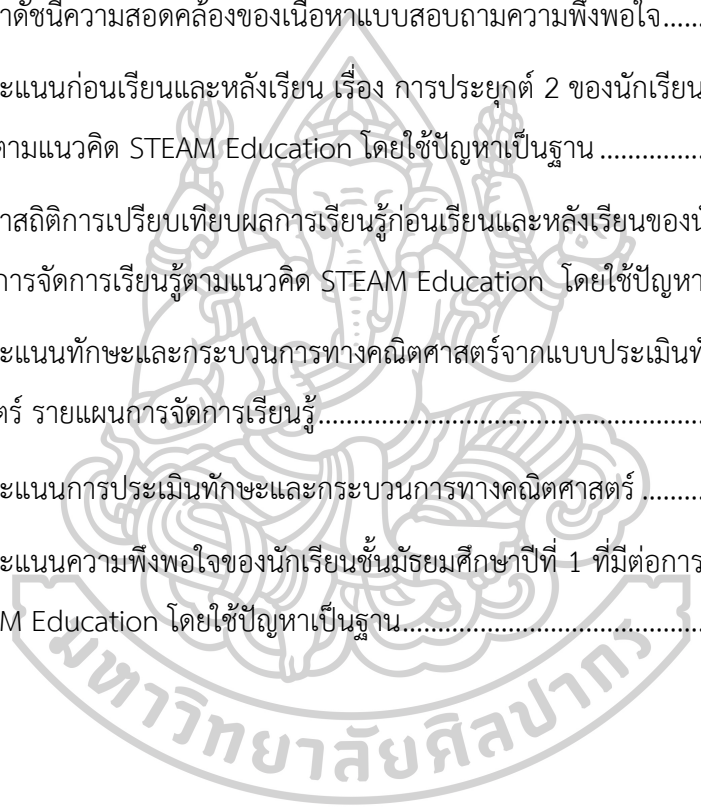


สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงหน่วยการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ 3 หน่วยการเรียนรู้ เวลา 40 ชั่วโมง.....	21
ตารางที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ 2	21
ตารางที่ 3 แสดงศาสตร์การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM.....	42
ตารางที่ 4 สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	53
ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกรมวิชาการ	75
ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	77
ตารางที่ 7 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	79
ตารางที่ 8 แบบแผนในการวิจัย.....	94
ตารางที่ 9 การแบ่งเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้.....	96
ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ.....	100
ตารางที่ 11 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	103
ตารางที่ 12 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	105
ตารางที่ 13 วิธีดำเนินการวิจัย.....	115
ตารางที่ 14 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	117
ตารางที่ 15 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	118
ตารางที่ 16 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	119

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	149
ตารางที่ 18 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์.....	151
ตารางที่ 19 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้.....	152
ตารางที่ 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	156
ตารางที่ 21 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	159
ตารางที่ 22 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	162
ตารางที่ 23 ค่าสถิติการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	163
ตารางที่ 24 คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รายแผนการจัดการเรียนรู้.....	164
ตารางที่ 25 คะแนนการประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	165
ตารางที่ 26 คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	166



สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	9
แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน.....	99
แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2.....	102
แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1	107
แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน	109
แผนภูมิที่ 6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	118



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระแสโลกาภิวัตน์และความเปลี่ยนแปลงของโลกที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วทั้งด้านวิชาการ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้ประเทศไม่สามารถปิดตัวอยู่โดยลำพังต้องมีการร่วมมือ และพึ่งพาอาศัยกัน สังคมโลกในยุคปัจจุบันเต็มไปด้วยข้อมูลข่าวสารทำให้ต้องคิด วิเคราะห์ แยกแยะ และมีการตัดสินใจที่รวดเร็ว เพื่อให้ทันต่อสถานการณ์ในสังคมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งเป็นแรงผลักดันสำคัญที่ทำให้ต้องมีการปฏิรูปการศึกษา คุณภาพของการจัดการศึกษาจึงเป็นตัวบ่งชี้สำคัญประการหนึ่ง สำหรับความพร้อมในการเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 และศักยภาพในการแข่งขันในเวทีโลก (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555) ได้ตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นเร่งด่วนในการขับเคลื่อนการปฏิรูปการศึกษา ในทศวรรษที่ 2 (พ.ศ.2552-2561) จึงมีนโยบายในการปฏิรูปการศึกษาที่เด่นชัด โดยมีวิสัยทัศน์ "คนไทยได้เรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ" มีเป้าหมายภายในปี 2561 จะต้องมีการพัฒนาคุณภาพมาตรฐานการศึกษาและการเรียนรู้ของคนไทย เพิ่มโอกาสทางการศึกษาและการเรียนรู้อย่างทั่วถึงและมีคุณภาพซึ่งมีกรอบแนวทางในการปฏิรูปการศึกษาและการเรียนอย่างมีระบบ โดยต้องพัฒนาคุณภาพคนไทยยุคใหม่ พัฒนาคุณภาพครูยุคใหม่ และพัฒนาคุณภาพสถานศึกษาและแหล่งเรียนรู้ใหม่ (สุคนธ์ สินธพานนท์, 2554) ในการพัฒนาคุณภาพคนไทยยุคใหม่นั้นต้องมีการจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยสถานศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องจะต้องจัดเนื้อหาสาระ และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลกยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ

และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (วิมลรัตน์ ศรีสุข, 2553) สอดคล้องกับ ภัทรา สุวรรณบัตร (2552) ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้น ช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกายจิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไว้ 5 ด้าน ดังนี้ ด้านที่ 1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านที่ 2 มีความสามารถในการใช้เหตุผล ด้านที่ 3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ด้านที่ 4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ด้านที่ 5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัดการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นความสามารถของบุคคลในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงเป็นเครื่องมือของผู้เรียนในการทำให้ความรู้คณิตศาสตร์มีความหมายและมีคุณค่ามากกว่าเป็นเพียงวิชาที่ประกอบไปด้วยสัญลักษณ์และขั้นตอนการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (อัมพร ม้าคนอง, 2554) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องให้ความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) ดังนั้นผู้สอนจึงต้องจัดกิจกรรมโยงกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 5 ด้าน ซึ่งประกอบด้วย 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) ทักษะการใช้เหตุผล 3) ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 4) ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 5) ทักษะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สภาพปัจจุบันการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังเป็นปัญหาสำหรับครูและนักเรียนมาโดยตลอด เป็นปัญหาสำคัญระดับชาติที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจะต้องช่วยกันแก้ไข นักเรียนต้องมีความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ ต้องมีการศึกษาเป็นพิเศษต้องได้รับการสนับสนุนและครูต้องมีสิ่งสนับสนุนในการทำความเข้าใจซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสิ่งสะท้อนปัญหาดังกล่าว คือ ผลการทดสอบ Programme for International Student Assessment 2012 หรือ PISA ซึ่งมีการประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวัยจบการศึกษาภาคบังคับ ผลการประเมินพบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 427 คะแนน และประเทศไทยอยู่ในลำดับที่ 50 จากทั้งหมด 65 ประเทศที่เข้าทดสอบ และจากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2559 ในระดับประเทศพบว่ามีคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 32.40 เมื่อเทียบคะแนนอยู่ในระดับ 7 จาก 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2559)

จากรายงาน ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ ปีการศึกษา 2559 พบว่าคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 25.27 ซึ่งต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศ คือ 32.46 จำแนกคะแนนตามมาตรฐานการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ พบว่าคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของนักเรียนเทียบกับคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ และสาระที่มีคะแนนต่ำที่สุด คือ สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการเรียนรู้สาระคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 พบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับดีถึงดีเยี่ยม (เกรด 3-4) คิดเป็นร้อยละ 32.35 นักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างดี (เกรด 1-2.5) คิดเป็นร้อยละ 67.65 และจากการวิเคราะห์ผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสถานศึกษาปัญหาที่พบคือ คะแนนของนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดคือร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มในแต่ละตัวชี้วัด

จากการศึกษาสาเหตุที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ พบว่ามีสาเหตุมาจากหลายด้าน คือ ผู้เรียน หลักสูตร ผู้สอนและสาเหตุอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ด้านตัวผู้เรียนพบว่าผู้สอนมีความเห็นว่าคุณเรียนไม่เข้าใจโจทย์ปัญหา ตีความโจทย์ไม่ได้ ขาดทักษะในการคำนวณและขาดความรู้พื้นฐานในการเรียนรู้เรื่องใหม่ การเรียนการสอนมุ่งเน้นเนื้อหาเป็นหลัก ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและคิดว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก ทำให้การสอนไม่บรรลุจุดประสงค์ในการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญ เพราะสามารถทำให้ผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่อาจมองข้ามได้

การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง เน้นการบูรณาการให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตของนักเรียน และเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เกิดการบูรณาการเพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ไขปัญหา การค้นคว้าและพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน นั่นคือการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education เป็นการให้ผู้เรียนเรียนรู้แบบบูรณาการ เชื่อมโยงความรู้และเข้าใจเนื้อหาในระดับลึกอย่างครอบคลุม และต้องการให้นักเรียนถ่ายทอดจินตนาการออกมา นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมการรับรู้ความสามารถความเชื่อมั่น และความสนใจของนักเรียน สร้างแรงบันดาลใจ และแรงจูงใจให้นักเรียนอยากจะเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น Kim and Park (2012) กล่าวว่า การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงวิชาการกับศิลปศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงสร้างสรรค์รวมกันอย่างลงตัวนั้น ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผล และนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้ สอดคล้องกับแนวคิดของ พรทิพย์ ศิริภักตราชัย (2556) ได้กล่าวว่า STEM Education เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาล - มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพของผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้นเท่านั้น Kwon

(2011) ได้วิจัยผลการใช้ STEAM พบว่าการเพิ่มศิลปศาสตร์เข้าไปใน STEM ทำให้เกิดการเรียนรู้เป็นรูปธรรมเป็นแรงจูงใจในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้

การส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพนั้นต้องอาศัยหลักการหรือวิธีการที่เหมาะสม ในทศวรรษของการศึกษาที่ผ่านมา มีทฤษฎีกลุ่มสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้สร้างความรู้ที่เป็นตนเองขึ้นมาจากความรู้ที่มีอยู่เดิมหรือจากความรู้ที่ได้รับมาใหม่ แนวคิดนี้เป็นแนวคิดหลักของการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดหลายรูปแบบ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) การเรียนรู้แบบช่วยเหลือกัน (Collaborative Learning) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) หรือเรียกย่อว่า PBL

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning: PBL) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหาเป็นหลัก สุวิทย์ มูลคำ (2547) เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญา ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นยังมีทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐาน เมื่อผู้เรียนเผชิญปัญหาที่ไม่รู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา และผลักดันให้ผู้เรียนไปแสวงหาความรู้ และนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหา (Hmelo & Evensen, 2000) และ วัชรวิภา เกล้าเรียนดี (2553) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นยุทธวิธีในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะการแก้ปัญหา

จากผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผู้นำวิธีการจัดการเรียนรู้มาใช้ในการเรียนการสอนและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน เช่น งานวิจัยของ เบญจมาศ เทพบุตรดี (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการวิเคราะห์ และความสามารถในการฟังเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่องการบวก ลบ คูณ หารทศนิยม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการ

เรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ที่ไม่แตกต่างกัน และงานวิจัยของ นวลละออง ปิริยะ (2551) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านช่องไทร จังหวัดสตูล ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพ 78.77/75.22 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างหลังเรียน พบว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียน พร้อมทั้งส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ทั้งนี้เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้มาเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครูในวิชาคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎี ผลการวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งพบว่าสามารถพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ เพราะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะส่งเสริมและฝึกฝนให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และได้นำทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างครบถ้วน ทำให้เกิดความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ ในการประดิษฐ์คิดค้นและพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ซึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ศึกษา ได้แก่ 1) การแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4) การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยเลือกเนื้อหาในหน่วยที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ 2 เนื่องจากเนื้อหามีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด

STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎี และงานการวิจัยต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้ Yakman (2014: 321) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM พัฒนามาจากโมเดล STEM เดิม ซึ่งเป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ประกอบด้วยศาสตร์การเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (S: Science) , เทคโนโลยี (T: Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering), ศิลปะศาสตร์ (A: Arts), และคณิตศาสตร์ (M: Mathematics) ให้มีความสัมพันธ์เป็นหนึ่งเดียวทางการสอน โดยการเพิ่มศิลปะศาสตร์เข้ามาเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ในทำนองเดียวกัน Kim and Park (2012) กล่าวว่า การเพิ่มศิลปะศาสตร์เข้าไปใน STEM สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และฝึกให้นักเรียนใช้เหตุผลในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างศิลปะศาสตร์ (เน้นการคิดเชิงสร้างสรรค์) และคณิตศาสตร์ (เน้นการคิดเชิงวิชาการ) ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงได้รับการฝึกฝนทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการจัดการกับความรู้และทักษะการทำงานเป็นกลุ่มซึ่งเป็นวิธีการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning หรือ PBL) ซึ่งจะพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา ตลอดจนสามารถจัดกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2545) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ และไวทสกี ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญา ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นยังมีทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ วัชรรา เล่าเรียนดี (2553) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง และฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิด

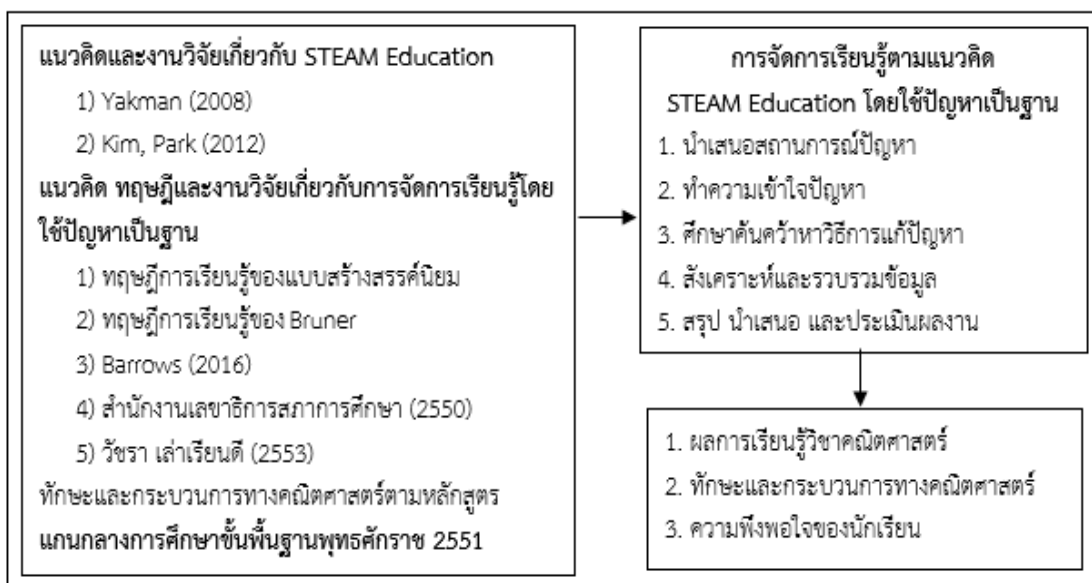
ทักษะการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สำหรับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน Barrows (2016) ได้เสนอขั้นตอนไว้ 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าสู่ปัญหา ขั้นตอนที่ 2 วางแผนการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 3 ทดลอง ค้นหาคำอธิบาย และการหาคำตอบ ขั้นตอนที่ 4 พัฒนาและนำเสนอผลงาน ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์ และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา

วัชรา เล่าเรียนตี (2553) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหาที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน ขั้นตอนที่ 2 เชื่อมโยงปัญหากับบริบทของผู้เรียน ขั้นตอนที่ 3 มอบหมายความรับผิดชอบให้กับผู้เรียนเรียนรู้ประสบการณ์ของตนเองให้วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 4 กระตุ้นความร่วมมือโดยการจัดกลุ่มให้ร่วมกันเรียนรู้และปฏิบัติงาน และขั้นตอนที่ 5 ตั้งความคาดหวังหรือกำหนดเป้าหมายว่า ผู้เรียนจะต้องนำเสนอผลงาน หรือปฏิบัติงานให้ดู และ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

- 1) ขั้นกำหนดปัญหา
- 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา
- 3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า
- 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้
- 5) สรุป นำเสนอและประเมินผลงาน

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้สังเคราะห์เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา ขั้นตอนที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาค้นคว้าหาวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 4 สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน

จากหลักการแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ซึ่งผู้วิจัยได้มาสังเคราะห์ขั้นตอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยกำหนดเป็นกรอบในการวิจัยดังนี้



แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

คำถามของการวิจัย

1. ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
2. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับใด
3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับใด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เพื่อศึกษาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับสูงขึ้นไป

3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ อำเภोजอมบึง จังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 120 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 1 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ อำเภोजอมบึง จังหวัดราชบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่มจำนวน 1 ห้องเรียน

2. ตัวแปรในการวิจัย

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

2.2.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค21202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การประยุกต์ 2 ซึ่งเป็นเนื้อหาหลักในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และวิชาที่ใช้ในการบูรณาการร่วมด้วย คือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ ศิลปศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ย่อย ดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จำนวนเต็ม (มหัศจรรย์พลังยาง)	จำนวน 4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 รูปเรขาคณิต (สวนสนุกจำลอง)	จำนวน 4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การแปลงทางเรขาคณิต (กังหันมินิ)	จำนวน 4 ชั่วโมง
รวมจำนวน	12 ชั่วโมง

4. ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในระหว่าง วันที่ 29 มกราคม – วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ. 2561 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยทำการทดสอบก่อนทดลอง 1 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังทดลอง 1 ชั่วโมง รวมใช้ระยะเวลาทั้งหมด 14 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้คำศัพท์ในการศึกษาครั้งนี้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงขอกำหนดความหมายของคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. **แนวคิด STEAM Education** หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ซึ่งประกอบไปด้วยวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์

2. **การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning หรือ PBL)** หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ฝึกความสามารถ โดยใช้ประเด็นปัญหาเหตุการณ์กระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์และค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหา เพื่อนำไปสู่การอภิปรายและสรุปองค์ความรู้ที่เป็นคำตอบของปัญหานั้นร่วมกัน ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ 1) กำหนดปัญหา 2) ทำความเข้าใจปัญหา 3) ศึกษาค้นหาวิธีการแก้ปัญหา 4) สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล 5) สรุปนำเสนอ และประเมินผลงาน

3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ครอบคลุมความสามารถ โดยใช้ประเด็นปัญหา เหตุการณ์กระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ และหาแนวทางแก้ไขปัญหาโดยนำสาระ/ทักษะกระบวนการ ของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการ เพื่อนำไปสู่การสรุปองค์ความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นคำตอบนั้นร่วมกัน ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งอาศัยความรู้ พื้นฐานทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาค้นหาวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้า ในสาระ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อหาวิธีการ แก้ไขปัญหาด้วยตนเอง วิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาที่กำหนดให้รวมทั้งอธิบายความเชื่อมโยง ข้อมูล หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องทุกส่วน

ขั้นตอนที่ 4 สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล หมายถึง ขั้นที่ ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มา

ขั้นตอนที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนสรุปผลงานของตนเอง และนำเสนอผลงานที่เกิดจากการบูร ณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในรูปแบบที่ หลากหลาย

4. ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ วัดผลการเรียนรู้ ในด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ซึ่งเป็น แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการ ปฏิบัติงานและกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง และสามารถ วัดออกมาเป็นคะแนนได้ ซึ่งคะแนนนั้นได้จากการสังเกต การนำเสนอ การตรวจใบกิจกรรมและ ชิ้นงาน โดยแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มี 5 ด้าน ดังนี้

5.1 การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้กระบวนการต่าง ๆ หาคำตอบของปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างคล่องแคล่วถูกต้อง ซึ่งสามารถวัดออกมาเป็นคะแนนได้ โดยคะแนนนั้นมาจากการสังเกตการตอบคำถามและการตรวจใบกิจกรรม

5.2 การให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การอ้างอิง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งสามารถวัดออกมาเป็นคะแนนได้ โดยคะแนนนั้นมาจากการนำเสนองาน และการตรวจใบกิจกรรม

5.3 การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ภาษาถ่ายทอดเรื่องราวต่าง ๆ อาจเป็นการพูด หรือการเขียนเพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน คล่องแคล่ว และถูกต้อง ซึ่งสามารถวัดออกมาเป็นคะแนนได้ โดยคะแนนนั้นมาจากการสังเกต การนำเสนองาน และการตรวจใบกิจกรรม

5.4 การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการผสมผสานแนวความคิด หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และยังสามารถผสมผสานแนวความคิดวิธีการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์ในสาขาวิชาอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้องชัดเจน ซึ่งสามารถวัดออกมาเป็นคะแนนได้ โดยคะแนนนั้นมาจากการตรวจใบกิจกรรม

5.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ มีแนวคิดหรือวิธีการที่แตกต่างไปจากเดิม อันจะนำไปสู่การค้นพบและการประดิษฐ์สิ่งที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ ซึ่งสามารถวัดออกมาเป็นคะแนนได้ โดยคะแนนนั้นมาจากการตรวจชิ้นงาน

6. ความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง ความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้

7. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนได้รับการพัฒนาทางด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น
2. ครูคณิตศาสตร์ได้แรงจูงใจในการแสวงหาวิธีการสอนและผลิตเครื่องมือ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิด STEAM Education ที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้ 1) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนด้านทัตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 2) การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา 3) แนวคิด STEAM Education 4) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 5) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดในแต่ละตอนดังนี้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนด้านทัตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระสำคัญกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลกยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

ความสำคัญคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้

1. จำนวนและการดำเนินการ ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2. การวัด ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3. เรขาคณิต รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)

4. พีชคณิต แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต และการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น การกำหนดประเด็น การเขียนข้อความ การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

6. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพผู้เรียน

จบมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้
3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้
4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)
5. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
6. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้
7. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละสาระการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึ่งภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความริเริ่มสร้างสรรค์

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์

คำอธิบายรายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 40 ชั่วโมง

ศึกษา อธิบาย สืบค้น วิเคราะห์ และการปฏิบัติการ เกี่ยวกับ

การเตรียมความพร้อมในการให้เหตุผล การสร้างข้อความคาดการณ์ ประโยคเงื่อนไข บทกลับของประโยคเงื่อนไข การให้เหตุผล

การประยุกต์ 2 การประยุกต์เกี่ยวกับจำนวนเต็ม การหาพื้นที่รูปเรขาคณิต และการแปลงทางเรขาคณิต โดยเน้นการคิดคำนวณเพื่อเสริมความรู้ และการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันโดยใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

พหุนาม เอกนาม การบวกและการลบเอกนาม พหุนาม การบวกและการลบพหุนามการคูณ และการหารพหุนาม

โดยใช้กระบวนการฝึกทักษะการคิดคำนวณ และฝึกการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม รู้จักใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ ใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน สามารถเชื่อมโยงและนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์

ผลการเรียนรู้

1. สังเกตให้ข้อความคาดการณ์และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายได้
2. หาผลบวก ผลลบ ของเอกนาม และพหุนามได้
3. หาผลคูณ ผลหารของเอกนามและพหุนามได้
4. ใช้วิธีการหลากหลายในการแก้ปัญหา
5. ใช้ความรู้เกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
6. ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต และการหาพื้นที่รูปเรขาคณิตแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
7. เข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตในเรื่อง การเลื่อนขนาน การสะท้อนและการหมุน และการนำไปใช้ในการสร้างสรรค์งานศิลปะหรือออกแบบ

8. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม และตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

รวมทั้งหมด 8 ผลการเรียนรู้

ตารางที่ 1 แสดงหน่วยการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ 3 หน่วยการเรียนรู้ เวลา 40 ชั่วโมง

หน่วยที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	การเตรียมความพร้อมในการให้เหตุผล	12
2	การประยุกต์ 2	12
3	พหุนาม	16
	รวม	40

ตารางที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ 2

หน่วยที่	หน่วยย่อย	จำนวนชั่วโมง
2	จำนวนเต็ม (มหัศจรรย์พลังยาง)	4
	รูปเรขาคณิต (สวนสนุกจำลอง)	4
	การแปลงทางเรขาคณิต (กังหันมินิ)	4
	รวม	12

จากคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ผู้วิจัยได้นำมากำหนดเป็นหน่วยการสอน โดยแบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ซึ่งหน่วยที่ผู้วิจัยนำมาทดลองคือ หน่วยที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ 2 จำนวนเวลา 12 ชั่วโมง

การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

จิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้นั้น นอกจากครูผู้สอน ต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์แล้วครูผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจิตวิทยาการสอน คณิตศาสตร์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2545) ได้กล่าวว่า การสอนนั้นครูผู้สอนจะต้องรู้จิตวิทยาในการสอนจึงจะทำให้ การสอนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จิตวิทยาบางประการที่ครูผู้สอนควรทราบ ดังนี้

1. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) นักเรียนย่อมมีความแตกต่างกัน ทางด้านสติปัญญา อารมณ์ จิตใจ และลักษณะนิสัย ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนครูจึงต้อง คำนึงถึงเรื่องนี้ โดยทั่วไปครูมักจะจัดชั้นเรียนคละกันไปโดยมิได้คำนึงถึงว่านักเรียนนั้นมีความแตกต่าง กัน ซึ่งจะทำให้ผลการสอนไม่ดีเท่าที่ควร ในการจัดชั้นเรียนครูควรจะคำนึงถึงสิ่งดังต่อไปนี้

1.1 ความแตกต่างกันของนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน เพราะ นักเรียนมีความแตกต่างกันทางด้านร่างกาย ความสามารถ บุคลิกภาพ ครูจะสอนให้เหมือนกันนั้นเป็นไปได้ ครูต้องศึกษาดูว่านักเรียนแต่ละคนนั้นมีปัญหาอย่างไร

1.2 ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของนักเรียน เช่น ครูอาจจะแบ่งนักเรียนออกตาม ความสามารถ ว่านักเรียนมีความเก่ง อ่อน ต่างอย่างไรเมื่อครูทราบแล้วก็จะได้อสอนให้นักเรียน สอดคล้องกับความสนใจของนักเรียนเหล่านั้น

2. จิตวิทยาในการเรียนรู้ (Psychology of Learning)

การสอนนักเรียนนั้นก็เพื่อจะให้เกิดการพัฒนาขึ้น ครูจะต้องเลือกอยู่เสมอจะต้องทำให้นักเรียนพัฒนา ไปสู่จุดประสงค์ที่ต้องการอย่างไร นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ก็ต่อเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ดังนี้

2.1 การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เมื่อนักเรียนได้รับประสบการณ์นั้นเป็นครั้งแรกเขาก็ มีความอยากรู้อยากเห็น และอยากจะทำให้ได้ วิธีการคิดนั้นอาจจะเป็นการลองผิดลองถูกแต่ เมื่อเขาได้รับประสบการณ์นั้นอีกครั้งหนึ่ง เขาจะสามารถตอบโต้แสดงว่าเขาเกิดการเรียนรู้

2.2 การถ่ายทอดการเรียนรู้

2.2.1 นักเรียนจะได้รับการถ่ายทอดการเรียนรู้ ก็ต่อเมื่อเห็นสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันหลายๆ แบบ

2.2.2 ครูควรจะฝึกนักเรียนให้รู้จักสังเกตรูปแบบของสิ่งที่คล้ายคลึงกันแล้ว เขาก็สามารถสรุปว่าแบบนั้นเป็นอย่างไร

2.2.3 รู้จักนำเรื่องที่เคยเรียนแล้วในอดีตมาเปรียบเทียบหรือใช้กับเรื่องที่จะต้องเรียนใหม่

2.2.4 ควรให้นักเรียนได้เรียนอย่างประสบความสำเร็จเป็นเรื่องๆ เพราะถ้าเขาทำเรื่องใดเสร็จ เขาก็จะสามารถถ่ายทอดไปยังเรื่องอื่นได้ ดังนั้นครูควรพยายามให้นักเรียนสามารถสรุปได้ด้วยตนเองจะทำให้เขาเข้าใจและจำได้นาน เมื่อเขาจำได้เขาก็จะนำไปใช้กับเรื่องอย่างอื่น ๆ ได้

2.2.5 การถ่ายทอดการเรียนรู้จะสำเร็จผลมากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการเรียนรู้ของครู ดังนั้น ครูจะต้องตระหนักอยู่เสมอว่าจะสอนอะไรและสอนอย่างไร การสอนเพื่อให้เกิดการถ่ายทอดการเรียนรู้นั้น ครูจะยึดหลักการให้นักเรียนเกิด มโนมติด้วยตนเองและนำไปสู่ข้อสรุปได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อสรุปนั้นไปใช้ ครูควรจะเน้นในขนาดที่สอนและแยกแยะให้เรียนถึงองค์ประกอบในเรื่องที่กำลังเรียน ครูควรฝึก นักเรียนให้รู้จักใช้หลักการจากเรื่องที่เรียนจบไปแล้วในสถานการณ์ที่มีองค์ประกอบคล้ายคลึงกันแต่ซับซ้อนยิ่งขึ้น ครูจะต้องใช้กลวิธีหลายๆ อย่างในการดำเนินการสอน

2.3 ธรรมชาติของการเกิดการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้นั้นนักเรียนจะต้องรู้เรื่องดังต่อไปนี้

2.3.1 จะต้องรู้จักจุดประสงค์ในการเรียนในบทเรียนแต่ละบทนั้นนักเรียนกำลังต้องการเรียนอะไร นักเรียนสามารถปฏิบัติหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างไร

2.3.2 นักเรียนจะต้องรู้จักวิเคราะห์ข้อความในแต่ละลักษณะที่เป็นแบบเดียวกันหรือเปรียบเทียบการเพื่อนำไปสู่การค้นพบ

2.3.3 นักเรียนจะต้องรู้จักสัมพันธ์ความคิด ครูผู้สอนจะต้องพยายามสอนให้นักเรียนรู้จักสัมพันธ์ความคิด เมื่อสอนเรื่องหนึ่งทีควรพูดถึงเรื่องที่เกี่ยวข้องกันเช่นจากทบทวนเรื่องเส้นขนาน ครูต้องทบทวนครบทุกเรื่องที่เกี่ยวข้องและจะต้องดูให้เหมาะสมกับเวลา

2.3.4 นักเรียนจะต้องเรียนด้วยความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้ นักเรียนบางคนจำสูตรได้แต่แก้ปัญหาไม่ได้ เรื่องนี้ครูควรจะต้องแก้ไข

2.3.5 ครูต้องมีปฏิภาณ สมองไว รู้จักวิธีการที่จะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปในการสอนแต่ละเรื่องนั้น ครูจะได้สรุปทบทวนทุกครั้ง

2.3.6 นักเรียนควรจะเรียนรู้วิธีการว่าเรียนอย่างไร โดยเฉพาะการเรียนคณิตศาสตร์จะมาท่องจำเหมือนนกแก้วนกขุนทองไม่ได้

2.3.7 ครูไม่ควรทำโทษนักเรียน จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายยิ่งขึ้นครูจะเสริมกำลังใจให้นักเรียน

3. จิตวิทยาในการฝึก (Psychology of Drill) การฝึกนั้นเป็นเรื่องที่จำเป็น สำหรับนักเรียน แต่ถ้าให้ฝึกซ้ำ ๆ นักเรียนก็จะเกิดการเบื่อหน่าย ครูบางคนคิดว่าการให้นักเรียนได้ฝึกทำโจทย์มาก ๆ จะทำให้นักเรียนทำได้คล่องและจำสูตรได้ แต่ในบางครั้งโจทย์แบบเดียวกันถ้าให้ทำหลายๆ ครั้ง นักเรียนก็เบื่อหน่ายซึ่งครูจะต้องดูให้เหมาะสม การฝึกที่มีผลอาจจะพิจารณาดังนี้

3.1 การฝึกจะให้ได้ดีผลดีต้องเป็นรายบุคคล เพราะคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

3.2 ควรจะฝึกไปที่ละเรื่อง เมื่อจบบทเรื่องหนึ่ง และเมื่อเรียนได้หลายบทก็ควรจะฝึกรวมยอดอีกครั้งหนึ่ง

3.3 ควรจะมีการตรวจแบบฝึกหัดแต่ละครั้งที่ให้นักเรียนทำเพื่อประเมินผลนักเรียนตลอดจนประเมินผลการสอนของครูด้วย เมื่อนักเรียนทำโจทย์ปัญหาไม่ได้ครูควรจะได้ถามตนเองอยู่เสมอว่าเพราะอะไร อาจจะเป็นเพราะครูใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ไม่ดีก็ได้อย่าไปโทษนักเรียนฝ่ายเดียวจะต้องพิจารณาให้รอบครอบ

3.4 เลือกแบบฝึกหัดที่สอดคล้องกับบทเรียน และให้แบบฝึกหัดพอเหมาะไม่มากเกินไป

3.5 แบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำนั้นจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

3.6 แบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนควรจะฝึกหลายๆ ด้าน คำนึงถึงความยากง่ายเรื่องใดควรจะเน้นก็อาจจะให้ทำหลายๆ ข้อ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและทำได้

3.7 พึงตระหนักอยู่เสมอว่าก่อนที่จะให้นักเรียนทำโจทย์นั้น นักเรียนเข้าใจในวิธีการทำโจทย์นั้นโดยถ่องแท้ อย่าปล่อยให้ให้นักเรียนทำโจทย์ตามตัวอย่างที่ครูสอนโดยไม่เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แต่ประการใด

3.8 พึงตระหนักอยู่เสมอว่าฝึกอย่างไรนักเรียนจึงจะคิดเป็น โดยการกระทำ (Learning by Doing) ทฤษฎีนี้กล่าวมานานแล้ว โดย จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ในการสอนคณิตศาสตร์นั้น ปัจจุบันก็มีสื่อการเรียนการสอนรูปธรรมมาช่วยมากมาย ครูจะต้องให้นักเรียนได้ลองกระทำ หรือปฏิบัติจริงแล้วจึงให้สรุปโน้มนำ ครูไม่ควรเป็นผู้บอกเพราะถ้านักเรียนได้ค้นพบด้วยตัวของเขาเองแล้วเขาก็จะจดจำไปได้นานอย่างไรก็ตามเนื้อหาบางอย่างก็ไม่มีสื่อการเรียนการสอนรูปธรรม ครูก็ต้องให้นักเรียน ฝึกทำโจทย์ปัญหาด้วยตัวเองจนเขาเข้าใจและทำได้

4. การเรียนเพื่อรู้ (Mastery Learning) เป็นการเรียนแบบจริงจัง ทำได้จริง นักเรียนนั้นเมื่อมาเรียนคณิตศาสตร์ บางคนก็ทำได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ครูกำหนดไว้ แต่บางคนก็ไม่สามารถทำได้ นักเรียนประเภทหลังนี้ควรจะได้รับการสอนซ่อมเสริมให้เขาเกิดการเรียนรู้เหมือนคนอื่น ๆ แต่อาจจะต้องเสียเวลา ใช้เวลามากกว่าคนอื่นในการที่จะเรียนเนื้อหาเดียวกันครูผู้สอนจะต้องพิจารณาเรื่องนี้ ทำอย่างไรจึงสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ ให้ทุกคนได้เรียนรู้จนครบจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ เมื่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้และสำเร็จตามความประสงค์เขาก็จะเกิดความพอใจมีกำลังใจและเกิดแรงจูงใจที่อยากจะเรียนต่อไป

5. ความพร้อม (Readiness) เรื่องนี้เป็นเรื่องที่สำคัญเพราะถ้านักเรียนไม่มีความพร้อมเขาก็ไม่สามารถที่จะเรียนต่อไปได้ ครูต้องสำรวจความพร้อมของนักเรียนก่อน นักเรียนที่มีวัยแตกต่างกัน ความพร้อมย่อมต่างกัน ในการสอนคณิตศาสตร์ครูถึงต้องตรวจสอบความพร้อมของนักเรียนอยู่เสมอ ครูจึงต้องดูความรู้พื้นฐานของนักเรียนว่าพร้อมที่จะเรียนบทต่อไปหรือไม่ ถ้านักเรียนยังไม่พร้อมครูจะต้องทบทวนความรู้พื้นฐานเสียก่อนเพื่อให้ใช้ความรู้พื้นฐานนั้นอ้างอิงต่อไปได้ทันที การที่นักเรียนมีความพร้อมก็จะทำให้นักเรียนเรียนได้ดี

6. การเสริมกำลังใจ (Reinforcement) เป็นเรื่องที่สำคัญในการสอนเพราะคนเหล่านั้นเมื่อทราบว่าพฤติกรรมที่แสดงออกเป็นที่ยอมรับยอมทำให้เกิดกำลังใจการที่ครูชมนักเรียนในโอกาสอันเหมาะสม เช่น กล่าวชมว่า ดีมาก ดีและเก่ง หรือการยิ้ม พยักหน้า เป็นการสร้างกำลังใจให้นักเรียนเป็นอย่างมาก ข้อสำคัญอย่าพรั้งหรือ จนหมดความหมายไป ในเรื่องการเสริมกำลังใจนั้นก็มี

ทั้งทางบวกและลบ การเสริมกำลังใจทางบวก ได้แก่ การชมเชยการให้รางวัล ซึ่งครูจะต้องดูแลให้เหมาะสมให้นักเรียนรู้สึกภาคภูมิใจในการชมเชยนั้น แต่การเสริมกำลังใจทางลบ เช่น การทำโทษนั้น ควรจะพิจารณาให้ดี ถ้าไม่จำเป็นก็อย่าทำครูควรหาวิธีการที่ปลูกเร้าปลอบใจด้วยการให้กำลังใจ วิธีการต่าง ๆ เพราะธรรมชาติของนักเรียนก็ต้องการยกย่องอยู่แล้ว ครูควรหาอะไรให้เขาทำเมื่อเขาประสบความสำเร็จแล้วเขาก็จะทำได้ต่อไป การลงโทษเขียนตีควรหลีกเลี่ยง เพราะผิดธรรมชาติในความเป็นครูที่ครูจะต้องมีความเมตตา ครูจะต้องหาวิธีการที่จะช่วยนักเรียนด้วยความจริงใจและเสียสละพยายาม ใกล้ชิดเขาเข้าใจปัญหาเขาแล้วทุกสิ่งก็จะประสบความสำเร็จได้

สุรพล พยอมแย้ม (2544) ได้กล่าวถึงวิธีการเรียนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1) การถ่ายทอดการเรียนรู้มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้อย่างมาก การถ่ายทอดโดยแบ่งงานที่เรียนรู้เป็นส่วนๆ จะทำให้เกิดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการถ่ายทอดรายละเอียดทั้งหมดทันที

2) การฝึกฝนทบทวน การเรียนรู้ทุกชนิดจะต้องมีการทบทวนและฝึกฝนเป็นระยะ ๆ เพราะนอกจากจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพแล้ว ยังทำให้เกิดการเรียนรู้ที่คงทนด้วย

3) การได้รับรู้ผลการเรียน การเรียนรู้ทุกประเภทมีโอกาสที่จะได้ผลสำเร็จหรือประสบความสำเร็จหรือประสบความสำเร็จหรือประสบความสำเร็จหรือประสบความสำเร็จหรือประสบความสำเร็จหรือประสบความสำเร็จหรือประสบความสำเร็จหรือประสบความสำเร็จหรือประสบความสำเร็จหรือประสบความสำเร็จหรือประสบความสำเร็จหรือสำเร็จล้มเหลวได้เท่าๆ กันการได้รับรู้ผลจะมีส่วนช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ดีขึ้น การรู้ผลของข้อผิดพลาดจะช่วยให้ผู้เรียนแก้ไขข้อบกพร่องได้ถูกต้อง และถ้ารับรู้ผลสำเร็จก็สามารถนำความสำเร็จหรือสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ครั้งก่อนไปใช้ในการเรียนรู้ครั้งต่อไป

4) การได้รับการเสริมแรง เช่นรางวัล คำชมเชย จะมีผลต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนรู้ที่ไม่ได้รับการเสริมแรง ผู้ถ่ายทอดจำเป็นต้องหาสิ่งเสริมแรงแก่ผู้เรียนให้มากที่สุด

จากการศึกษาไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า จิตวิทยาในการสอนคณิตศาสตร์นั้นครูผู้สอนจำเป็นต้องจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความแตกต่างของการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนี้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยอาศัยประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาประยุกต์เชื่อมโยงกับเนื้อหาสาระรวมทั้งมีการเสริมแรงแก่ผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งมีการรายงานผลการเรียนต่อผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ

ทฤษฎีและหลักการสอนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้พยายามที่จะศึกษาทฤษฎีทางจิตวิทยาที่จะนำมาใช้ในการสอนคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะครูต้องมีความเข้าใจตัวผู้เรียน เข้าใจระบบพัฒนาการด้านสติปัญญาของเด็ก เพื่อนำไปใช้ให้เหมาะสมกับวัย และความสามารถของเด็กการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ จึงจะได้ผล แนวทางจิตวิทยาที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันมีหลายแนวคิด ดังนี้

ไพเรินทร์ ฉัตรบรรยงศ์ (2543) ได้กล่าวถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะบูรณาการที่ดีและเป็นไปตามปรัชญาองค์รวม (Holism) นำเอาทฤษฎีการเรียนรู้มาประยุกต์สำหรับการสอนคณิตศาสตร์ 10 ทฤษฎี คือ

1. ทฤษฎีฝึกสมอง (Mental Discipline Theory) ของพลาโตและจอห์นล๊อค การพัฒนาสมองโดยให้ผู้เรียนเข้าใจและฝึกฝนมาก ๆ จนเกิดทักษะความคงทนในการเรียนรู้และถ่ายโยงไปใช้ได้โดยอัตโนมัติ

2. ทฤษฎีเชื่อมโยงต่อสถานการณ์จากสิ่งเร้าและสิ่งตอบสนอง (Connectionism Theory) ของธอร์นไดค์ เป็นการเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการตอบสนองของผู้เรียนแต่ละขั้นอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยกฎการเรียนรู้ 3 กฎดังนี้

2.1 กฎการฝึกหัดหรือการกระทำซ้ำ (The Law of Exercise or Repetition) การตอบสนองต่อสิ่งเร้าบ่อยครั้งเท่าไร สิ่งนั้นย่อมอยู่คงนานเท่านั้น และหากไม่ได้ปฏิบัติตัวเชื่อมโยงกันจะต้องอ่อนกำลังลง

2.2 กฎแห่งผล (The Law of Effect) หรือกฎแห่งความพึงพอใจและความเจ็บปวด การตอบสนองจะมีกำลังมากขึ้นหากเกิดความพอใจตามมา และจะอ่อนกำลังลงเมื่อเกิดความไม่พอใจ

2.3 กฎแห่งความพร้อม (The Law of Readiness) กระแสประสาทมีความพร้อมที่จะกระทำและได้กระทำเช่นนั้นจะทำให้เกิดความพอใจ แต่ถ้ายังไม่พร้อมที่จะกระทำ ย่อมทำให้เกิดความรำคาญ

3. ทฤษฎีการเชื่อมโยงจิตสำนึก (Apperception Theory) ของแฮร์บาร์ต เป็นทฤษฎีเชื่อมโยงสิ่งเร้ากับการเรียนรู้ที่เร้าความสนใจ และสร้างความเข้าใจแก่ผู้เรียนก่อนด้วยกิจกรรมที่ใช้

รูปธรรมเป็นสื่อการเรียนการสอนหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นกระบวนการเชื่อมโยงความคิดให้เข้าไปในความคิดที่เก็บสะสมไว้

4. ทฤษฎีการเสริมแรง (Operant Conditioning Theory) ของสกินเนอร์ เป็นทฤษฎีการเสริมแรงที่เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำเองและการกระทำใด ๆ ถ้าได้รับการเสริมแรงย่อมมีแนวโน้มที่จะทำให้มีพฤติกรรมที่ดีขึ้นทฤษฎีนี้ได้เน้นการแบ่งจุดประสงค์การเรียนรู้ออกเป็นส่วนย่อย ๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละส่วนจะได้รับการเสริมแรงด้วยวิธีการต่าง ๆ เป็นส่วนๆ ไป มีเงื่อนไขว่าการกำหนดจังหวะหรือระยะเวลาในการเสริมแรงให้เหมาะสม

5. ทฤษฎีการสรุป (Generalization Theory) ของจัดด์ เน้นความสำคัญของการสรุปเรื่องต่าง ๆ จากประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับทั้งทางตรงและทางอ้อม

6. ทฤษฎีการหยั่งรู้ เป็นกลุ่มหนึ่งของทฤษฎีเกสตัลท์ ที่เชื่อว่าการเรียนรู้ส่วนรวมหรือภาพรวมทั้งหมดมีความสำคัญมากกว่าส่วนย่อยรวมกัน โดยเน้นเรื่องการรับรู้และการเชื่อมโยงประสบการณ์เก่าเข้ากับประสบการณ์ใหม่ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ดี

7. ทฤษฎีการผ่อนคลาย (Suggestopedia theory) มุ่งใช้การเร่งระดมคำแนะนำสั่งสอนเพื่อเพิ่มระดับสติปัญญา และความทรงจำของเด็ก ด้วยการประยุกต์เทคนิคการผ่อนคลายความเครียดและความสนุกสนานเพลิดเพลินมาใช้ประกอบการเรียนการสอนเน้นภายในห้องเรียนที่มีบรรยากาศและสิ่งอำนวยความสะดวกสบายทำให้สดชื่นแจ่มใส และมีเสียงเพลงหรือเสียงดนตรีประกอบ พร้อมทั้งให้นักเรียนได้รับการฝึกหัดเป็นพิเศษในเรื่องโยคะ และทำสมาธิเพื่อช่วยส่งเสริมความทรงจำและช่วยพัฒนาร่างกายจิตใจสังคมและอารมณ์แห่งการเรียนรู้

8. ทฤษฎีการสอนแบบธรรมชาติ (The Natural Approach Theory) คือ การนำเรื่องราวของชีวิตจริงในชีวิตประจำวันมาเป็นสถานการณ์ประกอบการเรียนการสอนในห้องเรียนเน้นการเรียนรู้ที่เกิดจากความพร้อมของสภาพการณ์ หรือสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ และธรรมชาติของการรับรู้ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถช่วยให้นักเรียนทำการสรุปทำความเข้าใจหรือหยั่งรู้ให้เกิดสติปัญญาขึ้นมาได้เอง และนำสิ่งที่เป็นธรรมชาติมาใช้ให้เกิดการเรียนรู้ และประยุกต์ความรู้ใช้แก้ปัญหาธรรมชาติด้วย

9. ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences) ของการ์ดเนอร์ คือ การตระหนักถึงสติปัญญาด้านต่าง ๆ ในภาพรวมจำนวน 8 ด้านด้วยกัน สติปัญญาเหล่านี้มักมีการเชื่อมโยงและพึ่งพา

อาศัยซึ่งกันและกันอยู่เสมอ ทฤษฎีปัญหาเชื่อว่าสติปัญญาทั้งหลายจะช่วยให้บุคคลประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิตทั้งทางด้านส่วนตัวและส่วนรวม ซึ่งจะมีผลให้เห็นได้ทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพราะธรรมชาติคนเราย่อมใช้สติปัญญาหลายๆ ด้านหรือทุกด้านในการคิดศึกษาค้นคว้า และแก้ปัญหาต่าง ๆ อยู่เสมอ สติปัญญา 8 ด้าน ได้แก่ ด้านดนตรี ด้านการเคลื่อนไหวร่างกาย ด้านคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ ด้านภาษา ด้านมิติสัมพันธ์ด้านมนุษยสัมพันธ์ ด้านการรู้จักตนเอง และด้านการรู้จักธรรมชาติ ดังนั้นตามแนวคิดและความมุ่งหมายของทฤษฎีนี้จึงเห็นว่าผู้สอนจะต้องตามหาวิธีการเรียนการสอนต่าง ๆ ที่เหมาะสมและกระทำอย่างต่อเนื่องผสมผสานหรือบูรณาการ สติปัญญาทุกด้านให้เกิดเป็นภาพรวมขึ้นเต็มตามศักยภาพของผู้เรียน

10. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism Theory) หรือการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ ความรู้โดยเน้นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ และสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเองว่าความรู้คือโครงสร้างใหม่ทางปัญญาที่สร้างจากประสบการณ์ และโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ โครงสร้างทางสติปัญญาที่สร้างใหม่นี้จะเป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่ๆ ต่อไปอีก การเรียนรู้แบบนี้จึงเป็นกระบวนการสร้างสรรค์ความรู้ที่เน้นความรู้เดิมให้เป็นพื้นฐานความรู้ใหม่ตามปรัชญาคอนสตรัคติวิซึมที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวเองของผู้เรียนและ ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นเอง

จะเห็นได้ว่าการศึกษาทฤษฎีของการสอนคณิตศาสตร์นั้นครูผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจตัวผู้เรียน ความแตกต่างของบุคคลและจะต้องศึกษาทฤษฎีทางด้านการฝึกสมอง ทฤษฎีเชื่อมโยงต่อสถานการณ์ การตอบสนอง ทฤษฎีเชื่อมโยงจิตสำนึก ทฤษฎีเสริมแรงทฤษฎีการสอนตามธรรมชาติ ทฤษฎีปัญหา และทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนตลอดจนประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน

ยุพิน พิพิธกุล (2545) จึงได้อธิบายหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่ครูควรคำนึงถึงไว้ดังนี้

1. ควรสอนจากเรื่องง่ายไปสู่ยาก เช่น การยกตัวอย่าง จะยกเป็นเลขง่ายๆก่อนแล้วไปสู่สัญลักษณ์
2. เปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรมในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการเรียนการสอนจากรูปประกอบได้ เช่น การแยกตัวประกอบ

3. สอนให้สัมพันธ์ความคิด เมื่อครูจะทบทวนเรื่องใดก็ควรทบทวนให้หมดรวบรวมนเรื่อง ที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่ เช่น เส้นสัมผัส เส้นขนาน สมบัติของสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและจดจำได้แม่นยำ
4. เปลี่ยนวิธีสอน ไม่ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย ผู้สอนควรจะสอนให้สนุกสนานและน่าสนใจซึ่ง อาจจะมี กลอน เพลง เกม การเล่าเรื่อง การทำภาพประกอบ และการ์ตูน ต้องรู้จักสอดแทรก สิ่งละอันพันละน้อยให้เป็นบทเรียนน่าสนใจ
5. ใช้ความสนใจของผู้เรียนเป็นจุดเริ่มต้น เป็นแรงจูงใจที่จะเรียน ด้วยเหตุนี้ในการสอนจึงมี การนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อเร้าใจเสียก่อน
6. ควรจะคำนึงถึงประสบการณ์เดิม และทักษะเดิมที่ผู้เรียนมีอยู่กิจกรรมใหม่ควรต่อเนื่อง จากกิจกรรมเดิม
7. เรื่องที่สัมพันธ์กันก็ควรสอนไปพร้อม ๆ กัน เช่น เซตที่เท่ากันกับเซตที่เทียบเท่ากัน ยูเนียนของเซตกับอินเตอร์เซกชันของเซต
8. ให้ผู้เรียนมองเห็นโครงสร้างไม่ใช่เน้นเนื้อหา
9. ไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไป ผู้สอนบางคนชอบใช้โจทย์ยากเกินหลักสูตร ซึ่งอาจจะทำให้ ผู้เรียนที่เรียนอ่อนท้อถอย แต่ถ้าผู้เรียนที่เก่งก็จะชอบเพราะจะส่งเสริมเป็นรายๆ ไปการสอนต้อง คำนึงถึงหลักสูตรและเลือกเนื้อหาเพิ่มเติมให้เหมาะสม
10. สอนให้ผู้เรียนสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง การยกตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่างจนผู้เรียน เห็นรูปแบบจะช่วยให้ผู้เรียนสรุปได้ ครูอย่ารีบบอกเกินไป ควรเลือกวิธีการต่าง ๆ ที่สอนที่สอดคล้อง กับเนื้อหา
11. ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้ ลงมือปฏิบัติจริงและประเมินการปฏิบัติจริง
12. ผู้สอนควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียน น่าเรียนยิ่งขึ้น สาระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้ที่เรียนหนัก ครูจึงไม่ควรเคร่งเครียด ให้ผู้เรียนเรียนด้วยความ สนุกสนาน
13. ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้นและตื่นตัวอยู่เสมอ
14. ผู้สอนควรหมั่นแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อที่จะนำสิ่งที่แปลกและใหม่มาถ่ายทอดให้ ผู้เรียนและผู้สอนควรจะเป็นผู้ที่มีศรัทธาในอาชีพของตนจึงจะทำให้สอนได้ดี

จากหลักการสอนดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า ผู้สอนคณิตศาสตร์ควรยึดหลักการสอนจากเรื่องง่ายไปยาก เน้นการลงมือปฏิบัติจริงให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนุกสนาน และสนใจอยากเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ อันจะส่งผลให้การสอนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

วิธีการสอนคณิตศาสตร์

นักวิชาการที่กล่าวถึงวิธีการสอนคณิตศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2535) กล่าวว่า วิธีการสอนคณิตศาสตร์มีอยู่หลายวิธีดังนี้

1. วิธีสอนโดยการค้นพบด้วยตนเอง หมายถึง การที่นักเรียนคิดค้นวิธีในการหาคำตอบในสิ่งที่ตนอยากทราบ หรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตนคิดไว้ด้วยตนเอง
2. วิธีสอนโดยการค้นพบด้วยตนเองภายใต้คำแนะนำ ครูตั้งปัญหา แล้วนักเรียนแสวงหาวิธีการเพื่อหาคำตอบของปัญหาภายใต้คำแนะนำของครู ซึ่งมีขั้นตอนการสอนดังนี้
 - 2.1 ขั้นรวบรวมข้อมูล หมายถึง การกำหนดขอบเขตของปัญหาว่าเรื่องที่ต้องการจะศึกษาคืออะไร
 - 2.2 ขั้นรวบรวมข้อมูล ในขั้นนี้ครูจัดประสบการณ์ให้แก่ นักเรียน จากประสบการณ์รูปรูปธรรมไปสู่กึ่งรูปธรรม และไปสู่นามธรรมในที่สุด
 - 2.3 ขั้นหาลักษณะร่วมของข้อมูล ในขั้นนี้ครูมีบทบาทเป็นผู้คอยช่วยเหลือแนะนำ เพื่อให้ นักเรียนหา ลักษณะร่วมของข้อมูล การค้นพบด้วยตนเองภายใต้คำแนะนำของครูเป็นวิธีสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วม วิธีสอนแบบนี้เหมาะสมมากในการสอนให้เกิดความคิดรวบยอด หรือเข้าใจในหลักการ
3. วิธีสอนโดยการสาธิต การสอนแบบนี้เป็นการสอนโดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและเป็นผู้ตอบปัญหาเอง โดยนักเรียนเป็นเพียงผู้ปฏิบัติตามวิธีการที่ครูบอกหรือแสดงให้ดู ประโยชน์ของการสอนแบบสาธิต คือ ประหยัดเวลา ใช้ได้ดีสำหรับบททวนเรื่องที่เรียนไปแล้ว และมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับเรื่องบางเรื่องที่ไม่สามารถค้นพบได้ง่าย ๆ หรือไม่สามารถค้นพบได้เลย เช่น สัญลักษณ์ชื่อเฉพาะต่าง ๆ

วิธีสอนที่กล่าวมาข้างต้น เป็นเพียงส่วนหนึ่งของวิธีสอนที่จะนำมาใช้กับวิชาคณิตศาสตร์ได้ แต่การใช้วิธีสอนเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่งนั้น อาจจะไม่เหมาะสมกับเนื้อหา และไม่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ผลดี ครูควรจัดกิจกรรมแบบผสมผสานวิธีสอนเข้าด้วยกัน โดยคำนึงถึงว่าไม่ควรจะใช้แบบ

บรรยายมากเกินไป ควรเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมให้มากที่สุดวิธีสอนเฉพาะวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยเฉพาะนั้นได้มีแนวทางเสนอแนะไว้แล้วในคู่มือวิชาคณิตศาสตร์ ครูควรจะศึกษาในคู่มือให้เข้าใจและนำไปปรับใช้โดยยึดหลักว่าครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์มีจัดลำดับกระบวนการดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาเนื้อหาที่จะสอนให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ เพื่อครูจะได้เกิดความมั่นใจ
- 2) จัดลำดับการเสนอขั้นตอนของการเสนอเนื้อหา
- 3) เสนอวิธีการจัดกิจกรรมตามเนื้อหา
- 4) หาสื่อการสอนที่จะใช้ประกอบการเรียนการสอน
- 5) ทำแผนการสอนอย่างละเอียด
- 6) ปฏิบัติการสอน

จากการศึกษาวิธีสอนคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า วิธีการสอนคณิตศาสตร์มีอยู่หลากหลายวิธี ผู้สอนจะต้องเลือกวิธีการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนหรือเลือกวิธีการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้มากที่สุด ในหนึ่งชั่วโมงผู้สอนอาจจะเลือกใช้วิธีการสอนได้มากกว่าหนึ่งวิธีก็สามารถทำได้เช่นกัน

การวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนไม่ควรมุ่งวัดแต่ด้านความรู้เพียงอย่างเดียว ควรจัดให้ครอบคลุมด้านทักษะ/กระบวนการ และด้านคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยมด้วย ทั้งนี้ต้องวัดให้ได้สัดส่วน และสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการวัดและประเมินผล ควรใช้วิธีการที่หลากหลายสอดคล้องและเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการวัด เช่น การวัดผลเพื่อปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียน การวัดผลเพื่อวินิจฉัยจุดบกพร่องของผู้เรียน การวัดผลเพื่อตัดสินการเรียนรู้ของผู้เรียน การวัดตามสภาพจริง การสังเกต แฟ้มสะสมผลงาน โครงการคณิตศาสตร์ การสัมภาษณ์ (กระทรวงศึกษาธิการ & สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 11-21)

การวัดและประเมินผลทางคณิตศาสตร์ควรมุ่งเน้นการวัดสมรรถภาพโดยรวมของผู้เรียนเป็นหลัก และผู้สอนต้องถือว่าการวัดผลและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นหัวใจของการวัดและประเมินผลไม่ใช่เป็นการวัดผล

เพื่อประเมินทัศนคติได้หรือตกของผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่อยู่ที่การวัดผลเพื่อวินิจฉัยจุดบกพร่องตลอดจนการวัดผล เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนได้สามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มศักยภาพ

การประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรมีหลักการสำคัญดังนี้

1) การประเมินผลต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอนครูควรใช้งานหรือกิจกรรมคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจูงใจให้ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วม ในการเรียนรู้และใช้การถามคำถาม นอกจากการถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาแล้วควรถามคำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วย

2) การประเมินผลต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ จุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ ในที่นี้เป็นจุดประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดไว้ในระดับชั้นเรียนระดับสถานศึกษา และระดับชาติ ในลักษณะของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ในหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐานที่ประกาศไว้ เป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องประเมินผลตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้เหล่านั้น เพื่อให้สามารถบอกได้ว่าผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ครูจะต้องแจ้งจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ในแต่ละเรื่องให้ผู้เรียนทราบ เพื่อให้ผู้เรียนเตรียมพร้อมและปฏิบัติตนให้บรรลุจุดประสงค์และเป้าหมายที่กำหนด

3) การประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญเท่าเทียมกับการวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การนำเสนอ การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องปลูกฝังให้เกิดกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเป็นพลเมือง ที่ดี มีคุณภาพ รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ปรับตัวและดำรงชีวิตอย่างมีความสุข

4) การประเมินผลการเรียนรู้ ต้องนำไปสู่ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนรอบด้าน การประเมินผลการเรียนรู้มิใช่เพียงการให้นักเรียนทำแบบทดสอบในช่วงเวลาที่กำหนดแต่ควรใช้เครื่องมือวัดและวิธีการที่หลากหลาย เช่น การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์ การมอบหมายงาน การทำโครงการ การเขียนบันทึกโดยผู้เรียน จัดทำแฟ้มสะสมงานของตนเองหรือให้ผู้เรียนประเมินตนเอง การใช้เครื่องมือวัดและวิธีการที่หลากหลาย จะทำให้ครูมีข้อมูลรอบด้านเกี่ยวกับผู้เรียน เพื่อนำไปตรวจสอบกับจุดประสงค์และเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดไว้เป็นหน้าที่ของครูจะต้องเลือก

และใช้เครื่องมือวัดและวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบการเรียนรู้ การเลือกใช้เครื่องมือขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การประเมิน เช่น การประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนการประเมินเพื่อให้ได้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการเรียนการสอน และการประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียน

5) การประเมินผลการเรียนรู้ต้องเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการพัฒนาและปรับปรุงความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนให้สูงขึ้น เป็นหน้าที่ของครูที่ต้องสร้างเครื่องมือวัด หรือวิธีการที่ทำทนายและส่งเสริมกำลังใจแก่ผู้เรียนให้ เรียนรู้เพิ่มซึ้น การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง ด้วยการสร้างงานกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมบรรยากาศให้นักเรียนไตร่ตรองถึงความสำเร็จ หรือความล้มเหลวในการทำงานของตนได้อย่างอิสระ เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นและพัฒนาปรับปรุงความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตน

การประเมินผลที่ดีนั้นต้องมาจากการวัดผลที่ดี กล่าวคือ จะต้องเป็นการวัดผลที่มีความถูกต้อง (Validity) และมีความเชื่อมั่น (Reliability) และการวัดผลนั้นต้องมีการวัดผลด้วยวิธีการที่หลากหลายตามสภาพ และผู้สอนจะต้องวัดให้ต่อเนื่อง ครอบคลุมทั่วถึง เมื่อนำผลการวัดทั้งหลายมาสรุปก็จะทำให้ผลการประเมินผลนั้นถูกต้องใกล้เคียงตามสภาพจริง

ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

โดยทั่วไปแล้วผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เปรียบเทียบเสมือนเป็นวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และบรรลุตามสิ่งที่คาดหวังไว้ ดังนี้

ความหมายของผลการเรียนรู้ มีนักศึกษาคิดได้ให้ความหมายผลการเรียนรู้ดังนี้

Wilson J.W. (1971) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์จากแนวคิดของ วิลสันพอจะกล่าว ได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก็คือ ผลสำเร็จของการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประเมินเป็นระดับความสามารถนั่นเอง และวิลสัน ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัย (Cognitive domain) โดยอ้างอิงลำดับชั้นของพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ตามกรอบแนวคิดของบลูม (Blooms taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) คำนวณที่วัดระดับความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะเป็นถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ที่ง่ายคล้ายคลึงกับตัวอย่างนักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principles rules and generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการกฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางการแก้ปัญหาถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามวัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบของปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem element from one mode to another) เป็นความสามารถใน

การแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงที่โดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลักจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน คือ แบบฝึกหัดที่นักเรียนจะต้องเลือกใช้กระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหา ได้โดยไม่ยากพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to solve routine problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหานี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่า อะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมีปัญหาคือใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสพอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกมาพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to recognize patterns isomorphism and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาที่พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียกการแก้ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve no routine problem) คำถามในชั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจตนเองดี นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to construct proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในชั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) เป็นความสามารถในชั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการพิจารณาเป็นพฤติกรรมที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในชั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจาก มโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to formulate and validate generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยใช้ความสัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือการถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

อัญชญา โปธิพลกร (2545) กล่าวว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผล การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ความคิด

สิกขา ทรงศักดิ์เกสร (2550) ได้กล่าวว่า ผลการเรียนรู้ทางวิชาคณิตศาสตร์ด้านพุทธิพิสัยประกอบด้วยความรู้ความเข้าใจในทศน์หลักการทางคณิตศาสตร์การมีทักษะในการคำนวณและมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

สายชล วนารัตน์ (2550) ได้กล่าวว่า ผลการเรียนรู้ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการเรียนรู้อันเป็นผลที่ได้จากการใช้ความพยายามในการเรียนรู้ของนักเรียนจนนักเรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ไปใช้ในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาค้นคว้า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ และความเข้าใจในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนจนนักเรียนสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์แก้ปัญหา ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

แนวคิด STEAM Education

ความหมายของ STEAM Education

วิชาการทางการศึกษา กล่าวถึง ความหมายของ STEAM Education ที่สอดคล้องกันดังนี้

Yakman (2014) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM พัฒนามาจากโมเดล STEM เดิม ซึ่งเป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ประกอบด้วยศาสตร์การเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (S: Science) , เทคโนโลยี (T: Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering), ศิลปศาสตร์ (A: Arts), และคณิตศาสตร์ (M: Mathematics) ให้มีความสัมพันธ์เป็นหนึ่งเดียวทางการสอน โดยการเพิ่มศิลปะศาสตร์เข้ามาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างศิลปศาสตร์ (เน้นการคิดเชิงสร้างสรรค์)

และวิทยาศาสตร์ (เน้นการคิดเชิงวิชาการ) เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และเกิดความมั่นคงในการเรียนวิทยาศาสตร์ (Kim & Park, 2012)

ยศวีร์ สายฟ้า (2555) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEM ประกอบไปด้วยศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ล้วนต่างมีความเป็นวิชาการสูง เน้นตรรกะการคำนวณทั้งวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เน้นการใช้สมองซีกซ้ายมาก และในความเป็นจริง คนเก่งๆ ที่ถนัดการใช้สมองซีกซ้าย ย่อมจะต้องใช้สมองซีกขวาในการคิดสร้างสรรค์หรือการประดิษฐ์ผลงานออกมาโดยการนำศิลปศาสตร์เข้าไปผสมผสาน เป็นการลดความเป็นวิชาการให้สมองซีกขวาได้ทำงานบ้าง เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างสมองซีกซ้ายและซีกขวา

วิสูตร โปธิ์เงิน (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เพิ่มเติมการนำศิลปะมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า STEAM Education หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ซึ่งประกอบไปด้วยวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ และคณิตศาสตร์ รวมกันอย่างลงตัว

จุดเริ่มต้นของแนวคิด STEAM Education

วิสูตร โปธิ์เงิน (2560) ได้กล่าวว่า แนวคิด STEAM พัฒนาจาก สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineer) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) โดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นผู้ริเริ่ม ใช้คำดังกล่าวซึ่งทั้ง 4 สาขาวิชาที่กล่าวมาข้างต้นนั้นแต่ก่อนจัดการเรียนการสอนแยกตามสาระวิชา ซึ่งต่างจากหลักการของสะเต็ม (STEM Education) นั้นจะนำสาระหรือสาขาวิชาทั้ง 4 สาขาวิชามารวมกันเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนโดยการใช้เทคโนโลยีหรือผสมผสานเทคโนโลยีในบางส่วนโดยส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และหาวิธีการใหม่ในการแก้ปัญหาและนำไปประยุกต์ต่อสิ่งที่เรียนรู้ต่อไปได้ การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา (STEM Education) มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีบูรณาการในระดับหลักสูตร หรือรายวิชา ซึ่งเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องไม่จำเป็นต้องมีส่วนที่เท่ากัน อาจเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่งและบูรณาการวิชาอื่น ๆ ไปพร้อมกัน จากแนวคิด STEAM ได้มีผู้ศึกษาและพัฒนาต่อยอด

แนวคิดดังกล่าวได้แก่ Yakman นักวิชาการชาวอเมริกา ได้ทำการพัฒนาแนวการจัดการศึกษาจาก STEM เป็นSTEAM โดยเพิ่มตัวอักษร “A” เข้ามาโดยที่ตัว“A” หมายถึง Arts หรือศิลปศาสตร์ ไม่ใช่เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้นยังรวมถึงเรื่องของภาษา วรรณกรรม ปรัชญา จิตวิทยา สังคมและมนุษย์

ประเภทศาสตร์การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM Education

Yakman (2014) ได้กล่าวถึงศาสตร์การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ดังนี้

Science คือ ชีววิทยา,เคมี-ชีววิทยา, เคมี, ฟิสิกส์, อวกาศ, เทคโนโลยีชีวภาพ, ชีวการแพทย์

Technology คือ การเกษตร, ก่อสร้าง, การสื่อสารข้อมูล, การขนส่ง

Engineer คือ การบินและอวกาศ, เกษตร, สถาปัตยกรรม, คอมพิวเตอร์, โยธา, ไฟฟ้า, สิ่งแวดล้อม, ระบบอุตสาหกรรม, วัสดุ, พูนยนต์

Arts คือ ภาษา, การเมือง, จิตวิทยา, สังคม, ศาสนา

Mathematic คือ พีชคณิต, แคลคูลัส, การวิเคราะห์ข้อมูล, ความน่าจะเป็น, รูปทรงเรขาคณิต, การแก้ไขปัญหา, หลักทฤษฎี, ตรรกศาสตร์

ยศวีร์ สายฟ้า (2555) ได้กล่าวถึงศาสตร์การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ไว้ดังนี้

Science คือ วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นการปลูกฝังความรู้สึก สงสัยใคร่รู้ (Curiosity) ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเป็นสำคัญ และส่งเสริมกระบวนการสืบสอบ (Investigation) ตลอดจนการทดลองสิ่งต่าง ๆ (Experiment) เป็นกระบวนการสำคัญสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ การกระตุ้นกระบวนการคิด (Thinking Skill) สามารถทำได้จากการตั้งคำถามกับนักเรียนบ่อย ๆ สิ่งสำคัญ คือ ครูต้องมองว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้จำกัดอยู่ในห้องเรียนหรือตำราเท่านั้น แต่วิทยาศาสตร์นั้นคือ ประสบการณ์เรียนรู้ในทุก ๆ วัน (Everyday Experiences) และนักเรียนจะมีวิธีการคิดในลักษณะของการตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) อยู่เสมอ

Technology คือ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ (Tool) แต่สำหรับนักเรียนแล้วเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือธรรมดาที่เป็นเครื่องใช้สอยทั่วไปที่อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำสิ่งต่าง ๆ ให้ลุล่วง เช่น ดินสอสี ไม้บรรทัด แวนชยาย กรรไกร

Engineer เป็นกระบวนการที่เริ่มต้นมาจากการระบุปัญหา (Problem) จากนั้นจึงมุ่งเน้นไปที่กระบวนการคิดแก้ปัญหา (Problem-Solving Thinking Skill) และทดลองวิธีการแก้ปัญหา (Trial) ทั้ง 3 กระบวนการ นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มดำเนินการด้วยตนเอง

Arts เป็นการเพิ่มศาสตร์ทางศิลปะศาสตร์เข้าไปใน STEAM จะช่วยทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการมากยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถสื่อสารความคิดของตนเองออกมาในรูปแบบของตนตรีและการเคลื่อนไหว การสื่อสารด้วยภาษาท่าทาง หรือการสื่อสารออกมาในรูปแบบของการวาดภาพ

Mathematic คือ คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน หมายถึงกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ภาษาคณิตศาสตร์มีความสำคัญเพราะเวลานักเรียนถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์นักเรียนจะใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง ไม่ได้เกิดขึ้นจากการฝึกฝนอย่างหนักจากการทำแบบฝึกหัดในห้องเรียน แต่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือการทำกิจกรรมการเล่นของนักเรียนได้เช่นกัน

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) ได้กล่าวถึงศาสตร์การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ดังนี้

Science คือ ประวัติศาสตร์ ธรรมชาติ แนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชีววิทยา ชีวเคมี เคมีธรณีวิทยา ฟิสิกส์และอวกาศ เทคโนโลยีชีวภาพ และชีวการแพทย์

Technology คือ ธรรมชาติของเทคโนโลยีเทคโนโลยีกับสังคม การออกแบบประโยชน์จากเทคโนโลยีในโลกรวมถึงเทคโนโลยีการเกษตรการก่อสร้าง การสื่อสารข้อมูล การแพทย์ ไฟฟ้าและพลังงาน และการขนส่ง

Engineer คือ การใช้เหตุผลหลักการ และการสร้างสรรค์ บนพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์ การบินและอวกาศ การเกษตร สถาปัตยกรรม เคมี โยธา คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า สิ่งแวดล้อม ของเหลวอุตสาหกรรมและระบบวัสดุเครื่องจักรกล สินแร่ นิวเคลียร์กองทัพเรือ และมหาสมุทรอาร์ต

Arts คือ การสื่อสารการสร้าง ความเข้าใจแนวคิดทัศนคติและขนบธรรมเนียม ประเพณีที่ส่งต่อมาจากอดีตสู่ปัจจุบันและอนาคต ทัศนศิลป์ ดนตรีการเคลื่อนไหวร่างกาย/นาฏศิลป์การแสดง ภาษาวรรณกรรมรวมทั้งการศึกษาประวัติศาสตร์ ปรัชญา การเมือง จิตวิทยา สังคมวิทยา เทววิทยา

Mathematic คือ ตัวเลขและการปฏิบัติ (คำนวณ): พีชคณิต แคลคูลัส เรขาคณิต ตรีโกณมิติ
การวิเคราะห์ข้อมูล ความน่าจะเป็น การดำเนินการแก้ปัญหา การมีเหตุผลและหลักฐานทฤษฎี

จากการศึกษาค้นคว้า ศาสตร์การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สามารถสรุปได้ดัง
ตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงศาสตร์การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM

ประเภทศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ บูรณาการแบบ STEAM	Yakman (2008)	ยศวีร์ สายฟ้า (2555: 1)	วิสูตร โพธิ์เงิน (2560)	ประเภทศาสตร์การจัดการ เรียนรู้บูรณาการ แบบ STEAM ที่สังเคราะห์ได้
Science	ชีววิทยา, เคมี-ชีววิทยา, เคมี, ฟิสิกส์, อวกาศ, เทคโนโลยีชีวภาพ, ชีวการแพทย์	วิทยาศาสตร์มุ่งเน้น การปลูกฝังความรู้รัก สงสัยใคร่รู้ และส่งเสริม กระบวนการสืบสอบ การทดลองสิ่งต่าง ๆ การคิดในลักษณะของ การตั้งสมมติฐาน	กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ชีววิทยา ชีวเคมี เคมี ธรณีวิทยา ฟิสิกส์และอวกาศ เทคโนโลยีชีวภาพและ ชีวการแพทย์	กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ชีวเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์และอวกาศ เทคโนโลยีชีวภาพและชีว การแพทย์
Technology	การเกษตร, ก่อสร้าง, การสื่อสารข้อมูล, การขนส่ง	เครื่องมือหรืออุปกรณ์ (Tool) แต่สำหรับ นักเรียนแล้วเทคโนโลยี เป็นเครื่องมือธรรมดาที่ เป็นเครื่องใช้สอยทั่วไปที่ อำนวยความสะดวกแก่ นักเรียนในการทำสิ่งต่าง ๆ ให้ลุล่วง เช่น ดินสอสี ไม้บรรทัด	ธรรมชาติของ เทคโนโลยีเทคโนโลยี กับสังคม การออกแบบ ประโยชน์จาก เทคโนโลยีในโลกรวมถึง เทคโนโลยีการเกษตร การก่อสร้าง การสื่อสาร ข้อมูล การผลิต การแพทย์ ไฟฟ้าและ พลังงานและการขนส่ง	เทคโนโลยีการเกษตร การก่อสร้าง การสื่อสารข้อมูลและ การขนส่ง

ตารางที่ 3 แสดงศาสตร์การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM (ต่อ)

ประเภทศาสตร์ การจัดการ เรียนรู้บูรณาการ แบบ STEAM	Yakman (2008)	ยศวีร์ สายฟ้า (2555: 1)	วิสูตร โพธิ์เงิน (2560)	ประเภทศาสตร์การจัดการ เรียนรู้บูรณาการ แบบ STEAM ที่สังเคราะห์ได้
Engineer	การบินและ อวกาศ, เกษตร, สถาปัตยกรรม, คอมพิวเตอร์, โยธา, ไฟฟ้า, สิ่งแวดล้อม, ระบบ อุตสาหกรรม วัสดุ, หุ่นยนต์	กระบวนการที่เริ่มต้น จากการระบุปัญหา จากนั้นจึงมุ่งเน้นไปที่ กระบวนการคิด แก้ปัญหา และทดลอง วิธีการแก้ปัญหา ทั้ง 3 กระบวนการ นักเรียน เป็นผู้ริเริ่มดำเนินการ ด้วยตนเอง	การใช้เหตุผลหลักการ และการ สร้างสรรค์ บนพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดย ใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์ การเกษตร สถาปัตยกรรม เคมี โยธา คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า สิ่งแวดล้อม ของเหลว อุตสาหกรรมและระบบวัสดุ เครื่องจักรกล สินแร่	กระบวนการริเริ่ม สร้างสรรค์บนพื้นฐาน วิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์โดยใช้ เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์ การบินและอวกาศ การเกษตร สถาปัตยกรรม โยธา คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า สิ่งแวดล้อม
Arts	ภาษา, การเมือง, จิตวิทยา, สังคม, ศาสนา	ดนตรีและการ เคลื่อนไหว การสื่อสาร ด้วยภาษาท่าทาง หรือ การสื่อสารออกมาใน รูปแบบของการวาดภาพ หรือการสร้างโมเดล จำลอง	การสื่อสาร การสร้างความเข้าใจ แนวคิดทัศนคติและ ขนบธรรมเนียมประเพณีที่ส่ง ต่อมาจากอดีตสู่ปัจจุบันและ อนาคต ทัศนศิลป์ ดนตรี การเคลื่อนไหวร่างกาย/นาฏศิลป์ การแสดง ภาษาวรรณกรรม รวมทั้งการศึกษาประวัติศาสตร์	การแสดง ภาษา ท่าทาง หรือการสื่อสารความคิด ออกมาในรูปแบบของ ดนตรีและ การเคลื่อนไหวร่างกาย/ นาฏศิลป์หรือการสื่อสาร ออกมาในรูปแบบของการ วาดภาพ
Mathematic	พีชคณิต, แคลคูลัส, การวิเคราะห์ ข้อมูล, รูปทรง เรขาคณิต, การแก้ไขปัญหา, หลักทฤษฎี, ตรีโกณมิติ	กระบวนการคิดทาง คณิตศาสตร์ ซึ่ง ประกอบด้วย การ เปรียบเทียบ การ จำแนก/จัดกลุ่ม และ การบอกรูปร่างและ คุณสมบัติ ภาษาที่ใช้ สื่อสารทางคณิตศาสตร์	ตัวเลขและการปฏิบัติ (คำนวณ): พีชคณิต แคลคูลัส เรขาคณิต ตรีโกณมิติ การสื่อสาร การวิเคราะห์ข้อมูล ความน่าจะเป็น การดำเนินการ แก้ปัญหา การมีเหตุผลและ หลักฐานทฤษฎี	พีชคณิต แคลคูลัส เรขาคณิต ตรีโกณมิติ การ สื่อสารทางภาษา คณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล การดำเนินการแก้ปัญหา และการมีเหตุผล

จากตารางที่ 3 สรุปได้ว่าศาสตร์การจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ประกอบด้วย Science คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชีวเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์และอวกาศ เทคโนโลยีชีวภาพและชีวการแพทย์

Technology คือ เทคโนโลยีการเกษตร การก่อสร้าง การสื่อสารข้อมูลและการขนส่ง

Engineer คือ กระบวนการริเริ่มสร้างสรรค์บนพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีใน การสร้างสรรค์ การบินและอวกาศ การเกษตร สถาปัตยกรรม โยธา คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า สิ่งแวดล้อม

Arts คือ การแสดง ภาษา ท่าทางหรือการสื่อสารความคิดออกมาในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหวร่างกาย/นาฏศิลป์หรือการสื่อสารออกมาในรูปแบบของการวาดภาพ

Mathematic คือ พีชคณิต แคลคูลัส เรขาคณิต ตรีโกณมิติ การสื่อสารทางภาษาคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล การดำเนินการแก้ปัญหาและการมีเหตุผล

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education

Yakman (2014) ยังได้นำเสนอกรอบแนวคิด STEAM หรือพีระมิต STEAM ซึ่งแบ่งระดับขั้นของเนื้อหาและรูปแบบการใช้ ได้ดังนี้คือ

ขั้นที่ 1 จะเป็นเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (content Specific) ต่อมาด้วยจะเป็นการศึกษาที่อยู่หลังมัธยมศึกษาที่จะเฉพาะทางมากกว่าทุกลำดับขั้นของปิรามิต

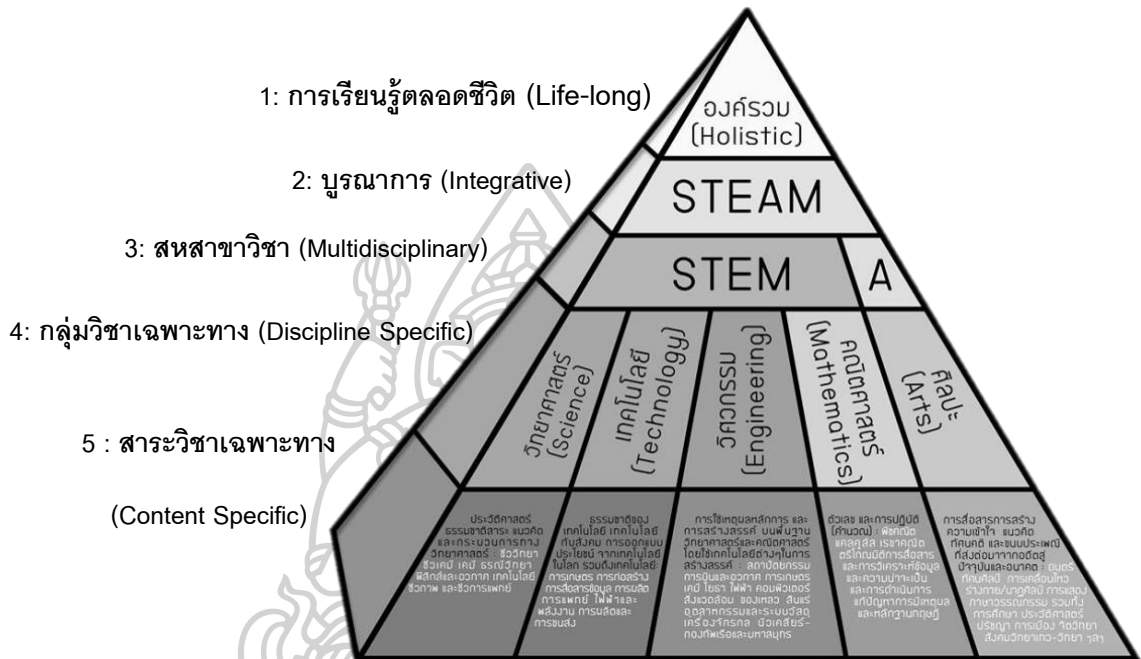
ขั้นที่ 2 เป็นกลุ่มองค์ความรู้ที่แบ่งตามศาสตร์ (Discipline Specific) เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานของศาสตร์ในแต่ละศาสตร์จะเป็นการศึกษาเน้นพื้นฐานของศาสตร์เหมาะสมสำหรับช่วงชั้นมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 3 เป็นการเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) เป็นการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ในเชิงการใช้แนวคิด STEM เพื่อสร้างผลงานโดยที่แยกศิลปศาสตร์ออกอย่างชัดเจนหรือเป็นตัวเสริมแนวคิดหลัก ที่มักจะจัดกิจกรรมโดยการผ่านการกำหนดหัวเรื่อง/หรือโปรเจ็ค ซึ่งทาง Yakman ได้นำเสนอว่าแนวทางในระดับขั้นเหมาะสมกับเด็กระดับชั้นมัธยมศึกษาในการปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 บูรณาการ (Integrative) เป็นการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้งแนวคิดของ STEM และ Arts เข้าด้วยกันโดยผ่านการลงมือทำเป็นผลงานหรือเป็นหัวเรื่องที่ได้รับมอบหมาย เป็นการบูรณาการ

เนื้อหาสาระและวิธีสอนที่ให้ Arts มีบทบาทไม่ยิ่งหย่อนไปกว่า STEM ซึ่งสามารถส่งเสริมให้เด็กมองเห็นภาพในเชิงองค์รวมของสิ่งที่มีอยู่ ซึ่งเหมาะสำหรับเด็กประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 5 การศึกษาแบบองค์รวมตลอดชีวิต เป็นขั้นที่มุ่งเน้นแนวทางการเรียนรู้ของคนทุกเพศทุกวัยที่สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง (Life-long Holistic)



ที่มา : วิสูตร โพธิ์เงิน, STEAM ศิลปะเพื่อส่งเสริมศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก (นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2560), 6.

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ในโรงเรียนทั่วโลกโดยได้มีการใช้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศสาธารณรัฐเกาหลี ซึ่งประสบความสำเร็จในการจัดการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แนว STEAM เป็นอย่างดี ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทำงานในบริบทและสภาพแวดล้อมของผู้เรียนเป็นการส่งเสริมการคิด ความสามารถที่หลากหลาย สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธีมุ่งสู่การมีวิชาการและทักษะการใช้ชีวิตควบคู่กันไปเป็นมาตรฐาน การเรียนรู้จากของจริง การค้นหาสืบค้นเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมและสิ่งใกล้ตัวในประเทศสาธารณรัฐเกาหลี “สติศึกษา” (STEAM Education) กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไว้ไม่เพียงแต่ เพียงแต่นำสาระวิชาวิทยาศาสตร์และศิลปะมาใช้สอนด้วยกันทั้งนั้นแต่กำหนดไว้เป็นวัตถุประสงค์ว่า เพื่อใช้ศิลปะมาส่งเสริมการรับรู้ความสามารถความเชื่อมั่นและความสนใจใน

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้นจึงสร้างแรงบันดาลใจและแรงจูงใจให้นักเรียนที่อยากจะประกอบอาชีพในด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้น

วิสูตร โปธิ์เงิน (2560) กล่าวว่า ปัจจัยพื้นฐานของสติมคือการออกแบบสร้างสรรค์และการสร้างความจับใจโดยที่จัดประสบการณ์ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองอยู่บนพื้นฐานความรู้กระบวนการธรรมชาติที่หลากหลายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมูลนิธิแห่งประเทศไทยสาธาณรัฐเกาหลีเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์ได้นำเสนอแนวทางการนำสตรึมศึกษานำไปประยุกต์ใช้โดยมีปัจจัยสำคัญหลักในการนำแนวคิด scream ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้แก่บริบทการออกแบบและการสร้างความจับใจดังแผนภาพการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวสติม มี 3 ชั้นหลักดังนี้ขั้นแรกการนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปัจจุบันมีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้เรียนหรือที่เกิดขึ้นบนโลกเพื่อให้มีข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคิดขั้นตอนเช่นเข้าใจหรือวิเคราะห์หามองเห็นประเด็นที่เป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะร่วมกันคิดหาทางพัฒนาหรือแก้ไขปัญหาหรือต้องการหาข้อค้นพบใหม่ในเชิงสร้างสรรค์ขั้นที่ 2 การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ไขปัญหตามสถานการณ์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างมีอิสระโดยมุ่ง จุดหมายสำคัญไม่เพียงแต่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์แต่อย่างมุ่งเน้นทักษะการสื่อสารการเรียนรู้ร่วมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกันและกันกระบวนการออกแบบสร้างสรรค์หรือแนวทางการแก้ไขปัญหาเริ่มจากผู้เรียนตัดสินใจในความเป็นจริงคุณค่าและความต้องการจำเป็นในสถานการณ์นั้น ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ ผู้เรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองขั้นสุดท้ายการสร้างความรู้สึกรักจับใจอันนับเป็นขั้นขยายสิ่งที่ค้นพบโดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ผ่านการลงมือทำ ที่ผ่านประสบการณ์ในการค้นหาจากการที่นักเรียนได้เรียนรู้ในขั้นนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการรับรู้ทางแสดงออกและการเห็นอกเห็นใจผู้อื่นซึ่งการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้การค้นหาได้ลงมือทำจริงซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในวิทยาศาสตร์อีกทางหนึ่งการนำสตรึมไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในหลากหลายประเทศจะขอยกตัวอย่างการใช้สตรึมที่ประเทศสหรัฐอเมริกาสังคมนิยมเกาหลีเป็นการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพราะเป็นฐานในการเริ่มต้นด้วยการนำเสนอประเด็นให้นักเรียนเห็นและทำความเข้าใจปัญหาในสังคมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดนำความเข้าใจปัญหา และการคิดการหาวิธีการแก้ปัญหารวมทั้งการมีส่วนร่วมให้เกิด การอยากค้นหำนำไปสู่การสร้างสรรค์และแนวทางในการแก้ไขปัญหโดยนำการบูรณาการเนื้อหาสาระครอบคลุม stem และศิลปะ ที่เน้นการสร้างแรงจูงใจด้วยการให้ลงมือปฏิบัติโดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

นักวิชาการได้กล่าวถึงความเป็นมาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

มันตรา ธรรมบุศย์ (2545) กล่าวว่าการศึกษาความเป็นมาของ PBL สามารถย้อนรอยอดีตไปถึงแนวคิดของนักการศึกษาในช่วงแรกของศตวรรษที่ 20 จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) นักการศึกษาชาวอเมริกัน ซึ่งเป็นผู้ค้นคิดวิธีสอนแบบแก้ปัญหา และเป็นผู้เสนอแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดจากการลงมือทำด้วยตัวเอง (Learning by Doing) แนวคิดของดิวอี้ได้นำไปสู่แนวคิดในการสอนรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แนวคิด PBL ก็มีรากฐานแนวคิดมาจากดิวอี้เช่นเดียวกันที่ว่า PBL มีการพัฒนาขึ้นครั้งแรก โดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Sciences) ของมหาวิทยาลัย McMaster ที่ประเทศแคนาดาได้นำมาใช้ในกระบวนการติว (Tutorial Process) ให้กับนักศึกษาแพทย์ฝึกหัด วิธีดังกล่าวนี้ได้กลายเป็นรูปแบบ (Model) ที่ทำให้มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกานำไปใช้เป็นแบบอย่างบ้าง โดยเริ่มจากปลาย ค.ศ. 1960 มหาวิทยาลัย Case Western Reserve ได้นำมาใช้เป็นแห่งแรก และได้จัดตั้งเป็นห้องทดลองพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Laboratory) เพื่อเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับรูปแบบการสอนใหม่ๆ รูปแบบการสอนที่มหาวิทยาลัย Case Western Reserve พัฒนาขึ้นมานั้น ได้กลายมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรของโรงเรียนหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา ทั้งในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัย ในช่วงปลายศตวรรษที่ 60 มหาวิทยาลัย McMaster ได้พัฒนาหลักสูตรแพทย์ (Medical Curriculum) ที่ใช้ PBL ในการสอนเป็นครั้งแรกทำให้มหาวิทยาลัยแห่งนี้เป็นที่ยอมรับและรู้จักกันทั่วโลกว่าเป็นผู้นำ PBL

แนวคิดและหลักการพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ 2 ประการ คือ การเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Centered) และการเรียนรู้แบบเอกัตภาพ (วิชนีย์ ทศตะ, 2547)

การเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางคือ

1. ทฤษฎีมนุษยนิยมของโรเจอร์ มีความเชื่อว่าเป้าหมายของการศึกษา คือ การอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเห็นการเปลี่ยนแปลงในโลกและการเรียนรู้ คนเราอยู่ในโลกที่สิ่งแวดล้อมที่มีการ

เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องได้อย่างมั่นคงนั้น คนต้องเรียนรู้ว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไร เนื่องจากความรู้นั้นไม่มั่นคง โรเจอร์เน้นกระบวนการเรียนรู้เป้าหมายการศึกษา คือการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้บุคคลมีพัฒนาการและเจริญเติบโตไปสู่การทำงานได้เต็มที่

2. หลักการพื้นฐานของการศึกษาแบบมนุษยนิยม ที่ทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ นั้น สรุปลได้จากแนวคิดของ Maslow, Roger and Coombs

2.1 ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีต่อเมื่อความจำเป็นพื้นฐาน 4 ประการแรก ตามหลักของมาสโลว์ของผู้เรียนได้รับการตอบสนอง

2.2 ความรู้สึกมีความสำคัญเท่ากับความจริง ฉะนั้น การเรียนรู้ควรจะรู้สึกอย่างไร มีความสำคัญเท่ากับการเรียนรู้ว่า ควรจะคิดอย่างไร

2.3 ผู้เรียนจะเรียนรู้ก็ต่อเมื่อบทเรียนที่ผู้เรียนสนใจ และต้องการจะเรียนรู้

2.4 การเรียนรู้เรื่องกระบวนการเรียนรู้ ว่าควรจะเรียนรู้อย่างไร มีความสำคัญมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหาความจริง ๆ

2.5 การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อผู้เรียนไม่รู้สึกว่าคุณครูหรือหวาดกลัว

2.6 การประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนมีความหมาย และมีประโยชน์มากกว่าการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยผู้อื่น

2.7 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน คือ ผู้เรียนมีการปรับตัว ริเริ่มด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบในตนเองมีการสร้างสรรค์งาน ซึ่งการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางนี้ มีการกระตุ้น สนับสนุนใช้ความคิดของผู้เรียน และเห็นความสำคัญการยอมรับผู้เรียน

การเรียนรู้แบบเอกัตภาพ (Individualized Learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่นำไปสู่วัตถุประสงค์ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือการจัดการเรียนการสอนที่คล้ายคลึงกันได้แก่นักเรียน เทคนิคการสอนอาจใช้อย่างเดียว หรือหลายอย่างร่วมกันโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนระบุเป้าหมาย เลือกสื่อ และอุปกรณ์การเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน (มนสภรณ์ วิฑูรเมธา, 2545)

จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ใช้หลักการเรียนรู้แบบยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการเรียนรู้แบบเอกัตภาพ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีผู้เรียนได้สัมผัสจริงกับปัญหาที่จะพบได้ในสถานการณ์จริงเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ผู้เรียนจะเป็นผู้

กำหนดเนื้อหาที่ต้องการเรียนรู้อย่างอิสระค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองและใช้กระบวนการแก้ปัญหาเป็นหลักใหญ่ในวิธีการค้นคว้าหาความรู้

ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ได้มีนักวิชาการได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังต่อไปนี้

Cunningham (2003) และ Barrows (2016) ได้กล่าวในทำนองเดียวกันว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียน โดยเริ่มต้นจากการแก้ปัญหาที่นักเรียนมักจะพบในชีวิตจริงปัญหาจะถูกเลือกมาใช้อธิบายความคิดรวบยอดหลัก นักเรียนจะเรียนรู้จากบริบทโดยรอบของปัญหานั้น ๆ มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มในการค้นหาคำตอบของปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะนำพาให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระ เป็นการฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดวิเคราะห์ ค้นหาและจัดการข้อมูล

นอกจากนี้ได้มีนักการศึกษาไทยหลายคนได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานการ ดังต่อไปนี้ สุปรียา วงษ์ตระหง่าน (2546) วัฒนา รัตนพรหม (2548) สุพล วังสินธ์ (2549) อรรถพร ชุ่มเพ็งพันธ์ (2550) และวิชรา เล่าเรียนดี (2553) ได้กล่าวในทำนองเดียวกันว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นสภาพแวดล้อมในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการทำความเข้าใจ และการแก้ปัญหาใช้กระบวนการหรือสถานการณ์ที่เป็นอยู่ตามสถานการณ์จริงมาเป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเลือกเนื้อหาที่ต้องการจะเรียนรู้ และแสวงหาความรู้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ผู้เรียนจะฝึกการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการกลุ่มอภิปรายสรุปผลแล้วนำเสนอ แลกเปลี่ยนความรู้โดยมีผู้สอนมีส่วนร่วมน้อยที่สุด

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหา เหตุการณ์กระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ และค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหา เพื่อนำไปสู่การอภิปรายและสรุปองค์ความรู้ที่เป็นคำตอบของปัญหานั้นร่วมกัน

Barrows (2016) ระบุว่าจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนพัฒนากระบวนการแสวงหาความรู้
2. เตรียมประสบการณ์ด้วยบทบาทของผู้ใหญ่

3. ทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในความสามารถและควบคุมตนเองและมีจุดประสงค์ดังนี้

3.1 เผชิญหน้ากับปัญหาในชีวิตด้วยความคิดริเริ่มและกระตือรือร้น

3.2 การแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องบูรณาการ ยืดหยุ่น และใช้พื้นฐานความรู้

3.3 ใช้ทักษะการกำกับตนเองอย่างมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้เช่นเดียวกับการใช้ชีวิตจริง

3.4 มีการประเมินและตรวจสอบการทำงานของตนเองอย่างต่อเนื่อง

3.5 การทำงานร่วมกับผู้อื่นในฐานะสมาชิกของกลุ่ม

วิชา เล่าเรียนดี (2553) ระบุว่าวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังนี้

1. เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
2. พัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. พัฒนาทักษะในการแสวงหาความรู้ที่เหมาะสม
4. พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
5. เพื่อใช้ความรู้พื้นฐานที่สามารถวัดได้
6. สร้างความพึงพอใจในตนเองและแรงจูงใจในตนเอง
7. มีทักษะในการแสวงหาความรู้ ใช้คอมพิวเตอร์เป็น
8. พัฒนาทักษะความเป็นผู้นำ
9. พัฒนาความสามารถในการทำงานเป็นทีม
10. พัฒนาทักษะการสื่อความหมาย
11. พัฒนาการใช้ความคิดเชิงรุก
12. พัฒนาทักษะในการทำงานในสถานที่ทำงานร่วมกันกับผู้อื่น

จากจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานข้างต้น สามารถวิเคราะห์โดยสรุปจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประกอบด้วย 1) พัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง 2) สร้างความพึงพอใจและแรงจูงใจในตนเองโดยให้นักเรียนมีบทบาทในการ

ตัดสินใจในกิจกรรมการเรียนรู้ 3) พัฒนาทักษะความสามารถในการทำงานเป็นทีมความเป็นผู้นำและ
4) พัฒนาระบวนการคิด การใช้เหตุผล และการสื่อความหมาย

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้มีหลายแนวคิดที่น่าสนใจและมีความสอดคล้องแตกต่างกัน ออกไปตามบริบทของการนำไปใช้ ดังต่อไปนี้

Barrows (2016) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. นำนักเรียนเข้าสู่ปัญหาครูตรวจสอบจุดประสงค์ของบทเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของ ลักษณะที่พึงประสงค์และจูงใจให้ผู้เรียนเลือกปัญหา
 2. วางแผนการเรียนรู้ ครูช่วยเหลือให้นักเรียนอธิบายและวางแผนภาระงานที่สอดคล้องกับ ปัญหา
 3. ส่งเสริมการเรียนรู้เป็นกลุ่มและรายบุคคล ครูกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาข้อมูลที่เหมาะสม นำไปสู่การทดลอง ค้นหาคำอธิบาย และการหาคำตอบ
 4. พัฒนาและนำเสนอผลงาน นักเรียนนำเสนอผลงานโดยอาจจัดทำเป็นโครงการหรือจัด นิทรรศการ
 5. วิเคราะห์ และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา ที่นักเรียนใช้กระบวนการเรียนรู้
- วัชรา เล่าเรียนดี (2553) กำหนดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังนี้
1. นักเรียนได้รับการเสนอปัญหา
 2. จัดกลุ่ม 4-5 คน ระดมความคิดจากความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและพยายามนิยาม ปัญหาให้ชัดเจน
 3. นักเรียนช่วยกันเสนอปัญหาต่าง ๆ จากประเด็นที่ต้องเรียนรู้ นักเรียนจะได้รับการกระตุ้น ให้ระบุเรื่องที่รู้และไม่รู้ต่าง ๆ
 4. นักเรียนช่วยกันจัดลำดับความสำคัญของประเด็นที่ต้องศึกษาและเรียนรู้
 5. นักเรียนร่วมประชุมกันใหม่เพื่อศึกษาเรื่องต่าง ๆ ที่กำหนด บูรณาการความรู้ใหม่ที่ได้นำ เข้ากับบริบทของปัญหา ร่วมสรุปความรู้เชื่อมโยงความคิดรวบยอดใหม่กับเดิม

ภัทราวดี มากมี (2553) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา
2. ขั้นการระดมสมอง
3. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา
4. ขั้นการวางแผนศึกษาค้นคว้า
5. ขั้นการสร้างประเด็นการเรียนรู้
6. ขั้นการสรุปผลและรายงานผล

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหาเป็นขั้นตอนที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหาสามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้อยากเรียนได้และเกิดความสนใจที่ค้นหาคำตอบ
 2. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้
 3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ผู้เรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ด้วยวิธีการหลากหลาย
 4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด
 5. สรุปและประเมินค่าของคำตอบผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง
 6. นำเสนอและประเมิน ผลงานผู้เรียนแนะนำข้อมูลที่ได้มาจากระดับองค์ความรู้และเสนอผลงานใหม่ในรูปแบบที่หลากหลายผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน
- อรรถพร ชุ่มเพ็งพันธ์ (2550) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้
1. ขั้นเสนอสถานการณ์ปัญหา
 2. ขั้นระบุและวิเคราะห์ปัญหา

3. ขึ้นตั้งสมมติฐานและการแก้ปัญหา
4. ขึ้นแสวงหาความรู้และรวบรวมข้อมูล
5. อภิปรายและสรุปในกลุ่มย่อย
6. ขึ้นแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่ม
7. ขึ้นประเมินผลการเรียนรู้

จากข้อมูลข้างต้นสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ตามตารางที่ 4 ดังนี้
 ตารางที่ 4 สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	Barrows	ภัทรวัตติ์ มากมี	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา	อรุณพ ชุมเพ็งพันธ์	อนุชา โสมาบุตร	วัชรา เล่าเรียนดี	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ได้
1. ขึ้นกำหนดปัญหา เสนอสถานการณ์ปัญหา หรือนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. ขึ้นทำความเข้าใจปัญหา ระบุและวิเคราะห์ปัญหา		✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. ขึ้นศึกษาค้นหาและหาวิธีแก้ปัญหา	✓	✓	✓		✓		✓
4. ขึ้นสังเคราะห์ความรู้และรวบรวมข้อมูล			✓	✓	✓	✓	✓
5. ขึ้นสรุป นำเสนอและประเมินผลงาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. วางแผนการเรียนรู้	✓						
7. ขึ้นการระดมสมอง		✓				✓	
8. ขึ้นตั้งสมมติฐานและการแก้ปัญหา				✓			
9. ขึ้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม				✓			
10. ขึ้นสร้างประเด็นการเรียนรู้		✓					

จากตารางที่ 4 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อนำมาพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยความรู้พื้นฐาน หรือการศึกษาจากเอกสารตำราหรือสื่ออื่น ๆ ที่น่าสนใจและใกล้ตัวนักเรียน

ขั้นตอนที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาและสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาค้นหาวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาที่กำหนดให้รวมทั้งอธิบายความเชื่อมโยงข้อมูลหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องทุกส่วน

ขั้นตอนที่ 4 สังเคราะห์ และรวบรวมข้อมูล หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มา

ขั้นตอนที่ 5 สรุป นำเสนอและประเมินผลงาน หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนสรุปผลงาน ของตนเอง ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระดับของความรู้ และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย

ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากข้อค้นพบจากการวิจัยและการตีพิมพ์เผยแพร่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประโยชน์ดังนี้

วัฒนา รัตนาพรหม (2548) เสนอว่าประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

- 1) เป็นการเตรียมผู้เรียนให้ไปเผชิญกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นในชีวิตจริงถ้าผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริงจะทำให้มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น
- 2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้มากกว่าเน้นบทบาทของครูเป็นสำคัญ การเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นผู้ริเริ่ม ดำเนินการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 3) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการตัดสินใจของผู้เรียนเองว่าจะเรียนรู้อะไร และเรียนรู้อย่างไร ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการวางแผนการเรียนรู้

4) เป็นการเรียนรู้แบบสหวิทยาการมีการบูรณาการทั้งวิธีการเรียนรู้แหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และมีคุณภาพ

5) ส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เน้นการทำงานร่วมกันเป็นทีม

อรรถณพ ชุ่มเพ็งพันธ์ (2550) กล่าวว่าประโยชน์ของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเรียนรู้ และพัฒนาการทำงานร่วมกัน พัฒนาด้านการใช้เหตุผล พัฒนาความเชื่อมั่นในตนเอง และความรับผิดชอบ สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีประโยชน์ต่อนักเรียน คือ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม รู้จักทำงานเป็นทีม โดยผู้เรียนมีทักษะในการคิด การให้เหตุผล การเชื่อมโยง ตลอดจนสามารถพัฒนาตนเองได้

แนวทางการวัดผลประเมินผลในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังนี้ (วัชรรา เล่าเรียนดี, 2553)

- 1) ให้เสนอรายงานการดำเนินการแก้ปัญหา ที่เป็นงานเดี่ยวและงานกลุ่ม
- 2) ตรวจสอบบันทึกผลการเรียนรู้ของตนเอง ของนักเรียนแต่ละคน
- 3) ใช้แบบประเมินโดยให้เพื่อนประเมินกัน ซึ่งต้องกำหนดเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจน
- 4) ใช้แบบสังเกตประเมินผลระหว่างเรียนรู้
- 5) ทดสอบด้วยการให้วิเคราะห์ปัญหา คิดหาแนวทางการแก้ปัญหา และการดำเนินการแก้ปัญหา เป็นรายบุคคลโดยกำหนดปัญหาให้ปฏิบัติตามขั้นตอน
- 6) สัมภาษณ์เป็นรายบุคคล
- 7) ใช้ข้อสอบแบบกำหนดสถานการณ์ หรือประเด็นปัญหา

ในการวิจัยครั้งนี้ มีวิธีการวัดและประเมินผล คือ ให้เสนอรายงานการดำเนินการแก้ปัญหา หน้าชั้นเรียน หรือเลือกตัวแทนออกมาในแต่ละกลุ่ม การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทดสอบด้วยการให้วิเคราะห์ปัญหาคิดหาแนวทางการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งประเมินผลระหว่างการเรียนรู้ และการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้หลังเรียนจบบทเรียน

จากการศึกษาค้นคว้า เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ว่า การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 5 ขั้นตอน แล้วนำเนื้อหาความรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้ามาบูรณาการเข้าด้วยกันในขั้นตอนการเรียนการสอน ซึ่งรายละเอียดขั้นตอนการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา ผู้สอนจัดสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และมองเห็นปัญหา ซึ่งอาศัยความรู้พื้นฐานทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาค้นหาวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าในสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง วิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาที่กำหนดให้รวมทั้งอธิบายความเชื่อมโยงข้อมูล หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องทุกส่วน

ขั้นตอนที่ 4 สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มา

ขั้นตอนที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน ผู้เรียนสรุปผลงานของตนเอง และนำเสนอผลงานที่เกิดจากการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในรูปแบบที่หลากหลาย

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มีผู้ให้ความหมาย ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ (2550) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง จำนวน (number) การวัด (measurement) เรขาคณิต (geometry) พีชคณิต (algebra) และการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น (data analysis and probability) และยังกล่าวอีกว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญมี 5 ด้าน คือ 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) ทักษะการให้เหตุผล 3) ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4) ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และ 5) ทักษะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการแก้ปัญหาหรือทำงานที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือชำนาญในการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง และแม่นยำ ในด้าน 1) การแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 4) การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ทักษะและกระบวนการที่จำเป็นทางคณิตศาสตร์

จากสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สรุปได้ว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นทางคณิตศาสตร์ที่มุ่งให้นักเรียนได้มี คือ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ความสามารถในการให้เหตุผล 3) ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งในแต่ละด้านมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สมวงษ์ แปลงประสพโชค (2545) กล่าวถึง ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เหตุผลหลักของการศึกษาคณิตศาสตร์ก็เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่พบนักเรียนต้องสามารถประยุกต์รูปแบบการคิดอย่างสมเหตุสมผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง สามารถอธิบายข้อมูลและสรุปผลจากข้อมูลที่ปรากฏ ในชีวิตจริงนักเรียนต้องพบกับปัญหาหลากหลายรูปแบบ ปัญหาข้อความ หรือปัญหาเรื่องราวเป็นเพียงรูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหา

อัมพร ม้าคอง (2554) กล่าวว่า การแก้ปัญหา เป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาเป็นทักษะ ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา และกระบวนการเป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้กระบวนการต่าง ๆ โดยนำความรู้ ความคิดจากประสบการณ์เดิมและส่วนประกอบของสถานการณ์ของปัญหา มากำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหา โดยดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

พฤติกรรมบ่งชี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2552) ได้กำหนดตัวชี้วัด ชั้นปี สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหาดังนี้

- 1) ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
- 2) ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาสถานการณ์

ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

อัมพร ม้าคอง (2554) กล่าวว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหานั้น คือผู้เรียนที่มีความสามารถดังต่อไปนี้

- 1) ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางแก้ปัญหา
- 2) ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่คิดว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้
- 3) พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม
- 4) พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและ

ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย

5) ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา โดยใช้แนวคิดในการหา

คำตอบและกลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่

6) บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหามาเพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน

7) สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น

8) ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

9) มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

Polya (1957) กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) นั่นคือ เข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูล โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรบ้าง และเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่ หากเกิดความกำกวมควรใช้การวาดรูป และควรแยกสถานการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วนๆ โดยการเขียนลงบนกระดาษ จะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา (Devising a Plan) เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่รู้ ถ้าหากไม่สามารถหาความเชื่อมโยงได้ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหาดังนี้

2.1 เป็นโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมาก่อนหรือไม่ หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่

2.2 รู้จักโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่จะแก้หรือไม่ เพียงใด และรู้จักทฤษฎีที่จะใช้แก้หรือไม่

2.3 พิจารณาสິงที่ไม่รู้ในโจทย์และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน และพิจารณาว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหามาใช้กับโจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่

2.4 ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์เพื่อดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบมาหรือไม่

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan) เป็นขั้นของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (Looking Back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละ

ขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ หรืออาจตรวจสอบโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่น ๆ แล้วตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณค่าตอบอย่างคร่าวๆ

พรชัย จันทะคุณ (2546) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมบ่งชี้ในแต่ละขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการวิเคราะห์ว่า ปัญหาถามอะไร กำหนดอะไรมาให้ จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาออกจากกัน

ขั้นที่ 2 แผนการแก้ปัญหา ต้องหาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่เป็นสิ่งที่กำหนดให้ และข้อมูลที่ได้จากสิ่งที่กำหนดให้ หาวิธีการแก้ปัญหาโดยการนำหลักเกณฑ์ หลักการเหตุผลมา ประกอบกับข้อมูลแล้วนำเสนอในรูปแบบวิธีการ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน เป็นการดำเนินการแผนที่วางไว้เพื่อตอบปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาและตรวจคำตอบ เป็นการพิจารณาความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการแก้ปัญหาคือ การแสดงพฤติกรรมตามขั้นตอนของทักษะการแก้ปัญหาดังนี้ ทำความเข้าใจกับปัญหา กำหนดตัวแปร และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้ ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ความถูกต้องและความเป็นไปได้ ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ ความถูกต้องหรือความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา และขั้นตอนของการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ 1) ระบุเงื่อนไข และเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดได้ 2) ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา 3) ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม 4) ระบุคำตอบที่สมเหตุสมผลและตรวจสอบคำตอบได้

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ศรินธร วิทยะสิรินันท์ (2544) กล่าวว่า การให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถย่อย ๆ ในการคิดลักษณะต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ ดังนี้

- 1) การพิจารณาและระบุให้ชัดเจนว่าผลที่เกิดขึ้นคืออะไร
- 2) การพิจารณาเหตุการณ์หรือสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนหน้านั้นและระบุว่าเหตุการณ์ใดมีความสัมพันธ์กับผลโดยเกิดก่อนเสมอ

3) การพิจารณาแต่ละเหตุการณ์ หรือสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนและมีความสัมพันธ์กันอย่างสม่ำเสมอ นั้น และตัดสินว่า เป็นผลมาจากสิ่งใดสิ่งหนึ่งรวมกัน หรือเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดผลโดยการสรุปอ้างอิงจาก ความรู้หรือประสบการณ์เดิม

4) การเลือกระบุเหตุการณ์หรือสิ่งที่พิจารณาและตัดสินว่าเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดผลที่กำหนด

ทิสนา แชมมณี (2545) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลว่า เป็นการคิดที่มี จุดมุ่งหมายเพื่อเข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักเหตุผล โดยสามารถจำแนกข้อมูลที่เป็น ข้อเท็จจริงและพิจารณาเรื่องที่เกิดขึ้นพื้นฐานของข้อเท็จจริงโดยใช้หลักเหตุผลแบบนิรนัย และอุปนัย ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ ดังนี้

- 1) สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้
- 2) สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัยหรืออุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้
- 3) สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและอุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้

ศุภกิจ เฉลิมวิสุตม์กุล (2546) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลว่าเป็น การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยัน “ ข้อสรุป ” ของเราว่าเป็นความจริง การให้เหตุผลแต่ละครั้งจะมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นข้ออ้าง ซึ่งหมายถึงหลักฐานหรือเหตุผล (บางครั้งเรียกข้ออ้างว่าเหตุ) และส่วนที่เป็นข้อสรุป ซึ่งหมายถึงสิ่งที่เราต้องการบอกว่าเป็นจริง (บางครั้งเรียกข้อสรุปว่าผล)

กรมวิชาการ (2551) กล่าวว่า ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาจนเกิดความเที่ยงใน ความสามารถด้านเหตุผลและทำให้เกิดการคิดการตัดสินใจ ทั้งในเรื่องที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และใน ชีวิตอื่น ๆ ความสามารถในด้านเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนมีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ มีตรรกะในการคิดและสามารถให้เหตุผลต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้ การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะขึ้นอยู่กับพัฒนาการด้านเชาวน์ปัญญาและการใช้ภาษาของผู้เรียน ผู้เรียนในชั้น ประถมศึกษาในฐานะนักคิดเชิงรูปธรรมซึ่งใช้บริบทเชิงรูปธรรมและกายภาพสนับสนุนเหตุผลของตน และพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ เมื่ออยู่มัธยมศึกษาด้วยการถ้อย โยง การให้เหตุผลที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม แม้ผู้เรียนที่อยู่ในระดับที่สูงแล้ว ก็ยังมีความจำเป็นในการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมเพื่อการสนับสนุนให้ เหตุผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า ความสามารถในการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์ และใช้เหตุผลในการหา ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่กำหนดโดยเหตุผลที่ใช้ อาจแสดงถึง แนวคิดเกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการ ข้อความคาดการณ์ หรือข้อสนับสนุนของข้อสรุปที่ ได้ในสถานการณ์นั้น

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญมี 2 วิธี ได้แก่

1) การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) หมายถึง วิธีการสรุปผลในการค้นหาความจริงจากการสังเกต หรือการทดลองหลาย ๆ ครั้ง จากกรณีย่อย ๆ แล้วนำมาสรุปเป็นข้อสรุป การหาข้อเท็จจริงหรือความจริง โดยใช้วิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยนั้นข้อสรุปไม่ต้องถูกต้องทุกครั้ง เนื่องจากการให้เหตุผลแบบอุปนัยเป็นการสรุปผลที่เกิดจากหลักฐานที่มีอยู่ดังนั้นข้อสรุปจะเชื่อได้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลหลักฐานและข้อเท็จจริงที่นำมาอ้าง รวมถึงประสบการณ์ของผู้ให้เหตุผลด้วย

2) การให้เหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) หมายถึง วิธีการสรุปความรู้ที่เป็นผลมาจากความรู้พื้นฐาน อาจเป็นความเชื่อ ข้อตกลง กฎ หรือบทนิยาม ซึ่งเป็นสิ่งที่รู้มาก่อนและยอมรับว่าเป็นจริง เพื่อหาเหตุผลนำไปสู่ข้อสรุป ความรู้พื้นฐานที่ยอมรับเป็นข้อตกลงมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น เหตุ (premise) สมมติฐาน (hypothesis) หรือสัจพจน์ (axioms หรือ postulate)

วิสุตา รักชู (2547) กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ต้องตั้งอยู่บนศูนย์กลางการเรียนรู้ของวิชาคณิตศาสตร์ และเนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่จะเข้าใจนามธรรมนั้น และการให้เหตุผลคือสิ่งที่ใช้คิดเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัตถุประสงควิชาคณิตศาสตร์

พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548) กล่าวว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หมายถึงความสามารถในการให้เหตุผล ซึ่งได้แสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้น ๆ ซึ่งทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย ความสามารถในการวิเคราะห์และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลความสามารถในการหาข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์ และความสามารถในการยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์อย่างสมเหตุสมผล

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการอธิบาย สนับสนุนหรือคัดค้าน ขั้นตอนหรือคำตอบที่ได้โดยอาศัยหลักการ ข้อมูล ข้อเท็จจริงประกอบการอธิบายได้อย่างเหมาะสม

พฤติกรรมบ่งชี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) กำหนดตัวชี้วัดชั้นปี สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการให้เหตุผลไว้ดังนี้ ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

จริยาวดี ชวงค์ศิริกุล (2550) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ รวบรวมความรู้ที่เกี่ยวข้องใน

กระบวนการแก้ปัญหา เลือกใช้ความรู้เพื่อจัดลำดับขั้นตอนการให้เหตุผลและลงข้อสรุป ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

จิตติมา ชอบเอียด (2551) กล่าวว่า การให้เหตุผล คือ การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันข้อสรุปของเราว่าเป็นจริง หรือการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การหาความสัมพันธ์ของแนวคิด กฎเกณฑ์หรือความจริงนั้น ๆ พร้อมทั้งสามารถที่จะยืนยันหรือคัดค้านข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้ คือ 1) บอกขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ 2) บอกเหตุผลของขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ 3) ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผลได้ และ 4) สรุปผลได้อย่างเหมาะสม



3. ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) เสนอว่าการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการฝึกทักษะให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดวิเคราะห์ปัญหา สามารถเขียนปัญหาในรูปแบบของตาราง กราฟหรือข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของจำนวนเหล่านั้น โดยการกำหนดโจทย์ปัญหาให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ กำหนดตัวแปร เขียนความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปของสมการหรืออสมการตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางพีชคณิต

เนตรชนก คงทน (2545) ให้ความหมายของการสื่อสารว่า คือ กระบวนการถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสารโดยผ่านช่องทางการสื่อสาร เพื่อมีอิทธิพลต่อผู้รับไม่ว่าทางใดก็ตาม

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่าความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถในการพูดและการเขียน การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ รูปภาพและแบบจำลอง เพื่อแสดงแนวคิดหรืออธิบายแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง มีความกระชับ ชัดเจน และเหมาะสม

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ภาษา ศัพท์ สูตร

แผนภูมิ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิด อธิบายแนวคิด ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่าง ถูกต้อง ชัดเจน

พฤติกรรมบ่งชี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กำหนดตัวชี้วัด ชั้นปี สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านสื่อสาร การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์และการนำเสนอ ดังนี้คือ ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อ ความหมาย และการนำเสนออย่างถูกต้อง

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถที่จะนำเสนอ ข้อมูลสารสนเทศ เพื่อสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกัน นักเรียนจะมีความสามารถ ดังนี้

- 1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปธรรม รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทาง คณิตศาสตร์
- 2) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาในชีวิตประจำวันกับภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ และสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์
- 3) ใช้ทักษะการอ่านและการฟังในการแปลความหมายและประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และสามารถเขียนด้วยความเข้าใจ
- 4) สร้างคำจำกัดความทางคณิตศาสตร์และอธิบายสิ่งที่ค้นพบจากการตรวจสอบ
- 5) สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและการเขียน วัตถุรูปธรรม รูปภาพ กราฟและวิธีการทาง คณิตศาสตร์
- 6) ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน
- 7) สะท้อน อภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้าง ข้อความ คาดการณ์หรือข้อขัดแย้งที่น่าสนใจ
- 8) สะท้อน และอธิบายแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจา ด้วยการเขียน
- 9) ถามคำถาม ขยายความที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่เคยอ่านหรือที่เคยได้ยินมาก่อน
- 10) เห็นคุณค่าของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และบทบาทของสัญลักษณ์เหล่านั้นในการ พัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์
- 11) ตระหนักว่าการแสดง การอภิปราย การอ่าน การเขียน และการฟังเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญสำหรับการเรียนรู้และการใช้คณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียน ในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ เช่น

การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย การอธิบายลำดับขั้นตอนของการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติ ในการอธิบายหรือการนำเสนอข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่าทักษะกระบวนการการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอคือ การแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอดังนี้ เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอดังวิธีที่เหมาะสม ใช้ข้อความ ศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุ สมผล สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า จากแหล่งเรียนรู้ และเสนอแนวคิดที่เหมาะสมกับปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ได้ดังนี้คือ 1) เลือกรูปแบบของการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม 2) แปลงปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นประโยคภาษา ประโยคสัญลักษณ์ หรือแผนภูมิที่เป็นสากลได้ 3) บอกความสัมพันธ์ของปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ และ 4) สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษาข้อมูลได้

4. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) กำหนดให้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงเป็นมาตรฐานหนึ่งในสาระการเรียนรู้เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเมื่อจบหลักสูตรการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ทุกระดับ โดยระบุไว้ว่าผู้เรียนต้องมีความสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้เช่นเดียวกับหลักสูตรการศึกษาคณิตศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกาที่เป็นประเทศผู้นำของโลกปัจจุบันได้กำหนดให้ผู้เรียนมีมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการเชื่อมโยงไว้เช่นกันโดยกำหนดสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเกี่ยวกับการเชื่อมโยงไว้ 3 ประการคือ

- 1) ผู้เรียนตระหนักและสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ได้ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงวิธีการแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาทำให้เกิดการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างเป็นระบบ
- 2) ผู้เรียนมีความเข้าใจ สามารถเชื่อมโยงวิธีการ แนวคิดทางคณิตศาสตร์มาทำให้เกิดการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างเป็นระบบ
- 3) ผู้เรียนมีความเข้าใจสามารถเชื่อมโยงและประยุกต์ความรู้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียน ในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่ตนเอง พบ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่ ความรู้เดิม ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ประเภท ดังนี้

- 1) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์
- 2) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ
- 3) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่าความสามารถในการ เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลกับความรู้ อื่น ๆ หรืองานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทาง คณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญ ในการเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วยกัน และ เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

พฤติกรรมบ่งชี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กำหนดตัวชี้วัดชั้นปี สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ ดังนี้คือ เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ใน คณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2548) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้หลายลักษณะ ดังนี้

- 1) การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่
- 2) การเชื่อมโยงระหว่างเรื่องต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์
- 3) การเชื่อมโยงแบบจำลองหลายๆ แบบสู่ความคิดรวบยอดเดียวกัน

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เป็นความสามารถดังต่อไปนี้

- 1) เชื่อมโยงและสัมพันธ์ความรู้เชิงมโนทัศน์กับความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการ
- 2) ใช้คณิตศาสตร์ในสาขาวิชาอื่น เช่น ศิลปะ ดนตรี จิตวิทยา วิทยาศาสตร์ ธุรกิจ และใน ชีวิตประจำวัน

- 3) เชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาหรือหัวข้อคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย รวมถึงการใช้งานของเนื้อหาหรือหัวข้อเหล่านั้น และมองเห็นคณิตศาสตร์เป็นภาพรวมของบูรณาการ
- 4) วิเคราะห์ปัญหาและอภิปรายผลโดยใช้กราฟ ตัวเลข วัตถุ ภาษา แบบจำลอง และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
- 5) ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการทำความเข้าใจการคิดทางคณิตศาสตร์อื่น และความคิดในศาสตร์อื่น
- 6) เชื่อมโยงวิธีการที่แตกต่างกันที่ใช้ในการแสดงโมโนทัศน์เดียวกัน และที่ใช้ในการนำเสนออย่างเดียวกัน
- 7) เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในสังคมและในวัฒนธรรมของตนเอง
- 8) ใช้และเห็นคุณค่าของการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์และระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ดังนี้คือ 1) เปรียบเทียบความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ 2) เชื่อมโยงสถานการณ์กับรูปสัญลักษณ์ ตาราง แผนภาพ แผนผัง และหาข้อสรุปได้ 3) เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ และ 4) บอกข้อสรุปของสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

รุ่งศิริ เข้มตระกูล (2547) ได้กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการคิดได้ถูกต้อง คิดเก่ง คิดไวและคิดสิ่งใหม่ๆ ได้

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นการคิดระดับสูงเป็นความสามารถของผู้เรียนในการคิดออกนอกกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่ ทำให้ได้แนวทางใหม่ ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อน จึงเป็นความคิดที่ถูกสร้างขึ้นใหม่โดยไม่มีการลอกเลียนแบบความคิดอื่น ๆ เป็นความสามารถในการคิดสิ่งแปลกใหม่ หาแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหา และนำความคิดเดิมมาผสมผสานเป็นแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง การคิดที่เป็นต้นฉบับ สะท้อนสิ่งต่าง ๆ และผลงานที่ซับซ้อน ซึ่งรวมถึงการสังเคราะห์แนวคิด สร้างแนวคิดใหม่ และการตัดสินประสิทธิภาพของแนวคิดเหล่านั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ในการแก้ปัญหาหรือทำงานทางคณิตศาสตร์

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมหรือมโนทัศน์เพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ และสร้างสรรค์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์หรือชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้

พฤติกรรมบ่งชี้

Kissen (1988: 520-521) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

- 1) การตั้งปัญหา
- 2) การยกตัวอย่าง
- 3) ความสามารถพิเศษและการสรุปอ้างอิง
- 4) การกำหนดสัญลักษณ์และการแทนค่า
- 5) การบันทึกข้อมูลจากการสังเกต
- 6) การสำรวจคำถามอย่างเป็นระบบ
- 7) การกำหนดลำดับขั้นตอนการคิด
- 8) การตรวจสอบความคิดที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีโดยมีหลักฐานที่มาสนับสนุน
- 9) การสรุปอ้างอิงโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานสนับสนุน
- 10) การสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ

สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533) กล่าวว่าบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ควรประกอบด้วยความสามารถดังนี้

- 1) ความสามารถในการจัดกระทำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
- 2) ความสามารถในการนำผลลัพธ์มาสรุปเป็นกรณีทั่วไป
- 3) ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์หรือตัวเลข
- 4) ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสาระต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
- 5) ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
- 6) ความสามารถในการทำขั้นตอนการคิดให้สั้นได้ย่อมมีเหตุผล
- 7) ความสามารถในการเปลี่ยนแนวทางการคิดเป็นวิธีอื่น ๆ ได้โดยหลีกเลี่ยงความคิดเดิมและวิธีการคิดย้อนกลับ
- 8) ความสามารถในการพิสูจน์ข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ง่าย และให้เหตุผลที่กระชับ

9) ความจำที่ดีเกี่ยวกับแนวคิดและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

สุภาวดี ประเสริฐศรี (2546) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถดังนี้

- 1) ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2) ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์
- 3) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีการที่แปลกใหม่
- 4) ความสามารถในการคิดคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้น
- 5) ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบ และวิธีการคิด
- 6) ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป
- 7) ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือภาพเรขาคณิตหรือทรงเรขาคณิต

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้คือ 1) ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ และ 4) ความสามารถในการคิดคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ลักษณะของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ล้วน สายยศ (2543) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ว่าควรเน้น 3 ประการ คือ คณิตศาสตร์ทักษะ คณิตศาสตร์เหตุผล และคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา เพื่อจะได้ทราบจุดบกพร่องในการคิดคณิตศาสตร์ของเด็ก เมื่อเด็กบกพร่องด้านใดจะได้สร้างบทเรียนให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น เป็นการแก้ปัญหาตั้งแต่จุดเริ่มต้น

1) คณิตศาสตร์ทักษะ หมายถึง ความคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ถอกรากหรือทำเลขซ้อน ได้อย่างรวดเร็วถูกต้องในระยะเวลาที่กำหนดให้ การทำข้อสอบนี้ได้ดีนั้นไม่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของความเข้าใจด้านภาษา การเขียนข้อสอบจึงเป็นเรื่องของความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลขหรือตัวแปร โดยอาศัยเครื่องหมายคณิตศาสตร์ตลอดเวลา

2) คณิตศาสตร์เหตุผล การออกข้อสอบคณิตศาสตร์แบบนี้ จะถามเน้นในเรื่องวิธีการ หลักการ การแปลความ การตีความ การขยายความ การไล่เลียงหาเหตุผล การเปรียบเทียบ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มโนภาพ ขั้นตอนการพิสูจน์ และการประเมินค่า เป็นต้นข้อสอบคณิตศาสตร์แบบนี้ ความเข้าใจด้านภาษามีอิทธิพลอยู่ เพราะข้อคำถามจะต้องใช้อธิบายด้วยภาษาเป็นส่วนใหญ่

3) คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา การเขียนข้อสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหานั้น มุ่งตรวจสอบผลสัมฤทธิ์สุดทายในการคิด นั่นคือสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา แล้วหาว่าผลลัพธ์เป็นเท่าไร จะไม่สนใจวิธีการหรือเหตุผล จุดมุ่งหมายในการออกแบบข้อสอบคณิตศาสตร์ก็เพื่อประสงค์ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาเป็น คือสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้

ชวาล แพร์ตกุล (2552) ได้กล่าวถึงลักษณะโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบันนิยมแยกคำถามออกเป็น 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบสำหรับการวัดทักษะ หรือความคล่องแคล่วแม่นยำในการคำนวณตัวเลข แบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และแบบทดสอบสำหรับวัดความคิดรวบยอดหรือที่เรียกว่าแบบทดสอบวัดเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) แบบทดสอบประเภททักษะ แบบทดสอบชนิดนี้ต้องวัดความคล่องแคล่วแม่นยำในการบวก ลบ คูณ หาร ตัวเลขซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์เทียบได้กับความสามารถในการสะกดคำในวิชาภาษาไทย ฉะนั้นโครงสร้างของแบบทดสอบชนิดนี้จึงไม่ต้องการอิทธิพลของภาษาที่เกี่ยวข้องด้วยเลยจัดเป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณตัวเลขโดยเฉพาะ

2) แบบทดสอบประเภทโจทย์ปัญหา แบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วยคำถามประเภทโจทย์ต่าง ๆ ทำนองเดียวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่ว ๆ ไป แต่ลีลาคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความหมายและการให้ความสัมพันธ์ของตัวเลขจำนวน กับวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นสำคัญ คำถามประเภทโจทย์ปัญหานี้มิได้หมายถึงคำถามที่ให้นักเรียนนำตัวเลขไปแทนค่าในสูตรโดยตรง เช่นในเรื่องการหาดอกเบี้ยหรือให้หาพื้นที่ของวงกลมเพราะคำถามชนิดนี้ไม่มีลักษณะเป็นปัญหาแต่เป็นการวัดความสามารถในการจำสูตรและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วเอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตรเท่านั้นเอง

3) แบบทดสอบประเภทเหตุผล แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดสมรรถภาพด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักการ วิธีการ และมโนภาพ ในความคิดแบบนามธรรม นั่นคือต้องการวัดว่าเมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้ว เขาจะสามารถขยายความหมายนั้นออกไปในรูปของภาษา หรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมได้หรือไม่ หรือเพียงแต่จำสูตรหรือวิธีการตามตำราได้เท่านั้น ไม่มีจินตนาการในกฎเกณฑ์นั้นเลย

จากลักษณะของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดีจะต้องสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลาย ทั้งในด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบวัดเป็นเครื่องมือมาตรฐานสำหรับวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อให้เครื่องมือนี้นำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำผลไปใช้ได้อย่างถูกต้อง น่าเชื่อถือจึงควรมีการดำเนินการสร้างแบบวัดอย่างเป็นระบบ ดังนั้นจึงมีนักวิชาการได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบวัด ดังนี้

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2536) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างแบบวัดดังนี้

1. ขั้นเตรียมหรือขั้นวางแผนการสร้างแบบวัด

1.1 ตั้งจุดประสงค์ของการสร้างแบบวัดว่ามุ่งวัดพฤติกรรมใด

1.2 จัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางวิเคราะห์เนื้อหา

2. ขั้นสร้าง

2.1 ควรเป็นข้อสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมขั้นสูง

2.2 ควรมีกรอบโครงสร้างของข้อคำถามที่ชัดเจน ไม่กำกวม

2.3 ข้อสอบควรเน้นคำตอบสั้น ๆ ชัดเจนได้ใจความ

2.4 ไม่ควรสร้างข้อสอบแบบให้เลือกทำ

2.5 ควรสร้างข้อสอบให้เหมาะสมกับความสามารถ และวุฒิภาวะของผู้สอบ

2.6 ควรสร้างข้อสอบให้มีรูปแบบใหม่ สถานการณ์ใหม่ ที่ท้าทาย กระตุ้นพัฒนาการ

ของผู้ตอบ ในด้านความสามารถทางสมองระดับสูง

3. ขั้นสร้างคู่มือเฉลยคำตอบและเกณฑ์การให้คะแนน

4. ขั้นทบทวนและคัดเลือกข้อสอบ

สุจิตรา หังสพฤกษ์ (2538) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบวัดว่ามี 3 ขั้นตอน คือ

1. วางแผนการสร้างแบบวัด

1.1 กำหนดเนื้อหาวิชาที่จะประเมิน

1.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.3 กำหนดประเภทและจำนวนข้อสอบ

1.4 ทำแผนผังการสร้างแบบวัด

1.5 เลือกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อเขียนข้อสอบ

2. เขียนข้อสอบ

3. ตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดก่อนนำไปใช้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540: 88-90) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบวัดว่ามี 6 ขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบวัด ผู้พัฒนาแบบวัดจะต้องพิจารณาจุดมุ่งหมายของการนำแบบวัดไปใช้ และแปลผลการวัด เน้นการเปรียบเทียบกับมาตรฐานของกลุ่มหรือต้องการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

2) กำหนดกรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการ ผู้พัฒนาแบบวัดควรศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการแล้วคัดเลือกหรือทฤษฎีที่เหมาะสมกับบริบทและจุดมุ่งหมายที่ต้องการหลักยึดเพื่อกำหนดโครงสร้างและองค์ประกอบ และให้นิยามเชิงปฏิบัติการของแต่ละองค์ประกอบ

3) สร้างผังข้อสอบ (table of specification)

4) เขียนข้อสอบ กำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบ ตัวคำถาม ตัวคำตอบ และวิธีตรวจให้คะแนน

5) นำแบบวัดไปทดลองใช้วิเคราะห์ข้อสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ รายด้าน ความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะ และมีอำนาจจำแนกสูงไว้และปรับปรุงข้อสอบที่ไม่เหมาะสม และ/หรือข้อสอบที่ปรับปรุงแล้ว ให้ได้จำนวนตามผังข้อสอบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจความตรงเชิงเนื้อหา และนำไปทดลองใช้ใหม่อีกครั้ง เพื่อวิเคราะห์แบบวัดในด้านความเที่ยง (reliability) แบบวัดควรมีความเที่ยงเบื้องต้นอย่างน้อย .05 จึงเหมาะที่จะนำไปใช้ได้ ส่วนการตรวจสอบความตรง (validity) ของแบบวัด

6) นำแบบวัดไปใช้จริง หลังจากวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบแบบรายข้อ และวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดทั้งฉบับว่าเป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพที่ต้องการแล้ว จึงนำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง ในการใช้แบบวัดทุกครั้งควรมีการรายงานค่าความเที่ยง ก่อนนำผลการวัดไปแปลความหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอบวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบวัดว่ามี 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนการวางแผน

- ศึกษาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วยให้สามารถกำหนดกรอบแนวคิดของเนื้อหาสาระและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เหมาะสมในแต่ละชั้น

- วิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัด สามารถพิจารณาได้โดยตรงจากมาตรฐานการเรียนรู้

- กำหนดน้ำหนักและความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดเพื่อเป็นการกำหนดความสำคัญของเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้

- เลือกชนิดของเครื่องมือวัด เครื่องมือวัดและประเมินผลมีอยู่อย่างหลากหลาย การที่จะเลือกใช้เครื่องมือในลักษณะใดนั้นขึ้นอยู่กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ระดับของผู้เรียน ผู้ประเมินการนำไปใช้เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม

2) ขั้นตอนการสร้างแบบวัด

- การออกแบบเครื่องมือวัด เริ่มด้วยการสร้างเครื่องมือฉบับร่าง เป็นการออกแบบเครื่องมือที่ใช้วัดพฤติกรรมของผู้เรียน และออกแบบการตรวจและประเมินพฤติกรรมรวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การประเมิน การให้คะแนน การออกแบบแบบบันทึกคะแนน การกำหนดวิธีการแปลความหมายคะแนนตามที่วางแผนไว้

- การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด ถ้าต้องการให้เครื่องมือมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น จำเป็นต้องมีการนำเครื่องมือไปทดลองใช้ก่อน โดยเลือกกลุ่มผู้เรียนที่เป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มที่ใช้จริง ซึ่งคุณภาพของเครื่องมือวัดมีหลายประการในที่นี่คุณภาพเครื่องมือที่สำคัญมี 4 ประการ คือ ด้านความตรง ความเที่ยง ความยาก อำนาจจำแนก

- การจัดทำเครื่องมือวัดผลประเมินผลที่มีคุณภาพเพื่อนำไปใช้

จากหลักการสร้างแบบวัดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า หลักการสร้างแบบวัดจะต้องและประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน ขั้นเตรียม ขั้นสร้างแบบวัด ขั้นประเมิน หรือตรวจสอบคุณภาพ ขั้นจัดพิมพ์ และจัดทำคู่มือการใช้

คุณภาพของเครื่องมือในการวัดผล

การนำเครื่องมือไปใช้ในการวัดผลจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่เครื่องมือเหล่านั้นจะต้องได้รับการตรวจสอบหาคุณภาพของเครื่องมือวัดเสียก่อนโดยการตรวจสอบคุณภาพนั้นจะต้องตรวจสอบในด้านต่าง ๆ เหล่านี้ คือ (รังสรรค์ มณีเล็ก, 2545)

1) ความตรง (Validity) เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่สามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งได้แก่ ความตรงเชิงเนื้อหา เป็นความสอดคล้องกันระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาที่ใช้ถาม ความตรงเชิงโครงสร้าง เป็นความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามในแบบวัดกับโครงสร้างของเนื้อหาที่ต้องการวัด ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการวัดกับสภาพที่เป็นจริงของผู้ให้ข้อมูลขณะนั้นเพื่อพยากรณ์ความสามารถในอนาคต

2) ความเที่ยง (Reliability) เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่แสดงความคงเส้นคงวาของคะแนนที่ได้จากการวัด เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลจะต้องเป็นเครื่องมือที่มีความเที่ยงสูงจึงจะถือว่าเชื่อถือได้

3) มีอำนาจจำแนก (Discriminating Power) เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่สามารถจำแนกผู้สอบออกจากกันได้ตามสภาพ โดยสามารถจำแนกคนเก่งกับคนอ่อนออกจากกันได้

4) ความเป็นปรนัย (Objectivity) เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่มีความชัดเจนในเรื่องของคำชี้แจงว่าจะตอบอย่างไร ชัดเจนในเรื่องการตรวจให้คะแนน ชัดเจนในเรื่องการแปลผลคะแนน ไม่ว่าจะใครก็ตามที่มาอ่านคำชี้แจงก็จะเข้าใจตรงกันตรวจให้คะแนนก็จะแปลผลได้เหมือนกัน

5) ความยาก (Difficulty) แบบวัดที่ดีจะต้องมีความยากพอเหมาะ คือ ไม่ง่ายและไม่ยากจนเกินไป

6) ยั่วยุ (Exemplary) แบบวัดที่ดีจะต้องเป็นแบบวัดที่มีความยั่วยุ เร้าใจ น่าตอบจะต้องมีการเรียงข้อสอบจากง่ายไปหายาก ตัวอักษรไม่เล็กจนเกินไป ข้อคำถามกะทัดรัดได้ใจความ และมีข้อคำถามไม่มากเกินไปจนน่าเบื่อ หากมีหลายชุด ก็ต้องแยกชุดออกจากกันให้ชัดเจน

7) ความลึก (Searching) คำถามในเครื่องมือแต่ละชนิดไม่ควรถามแต่เพียงความรู้ความจำเท่านั้น ควรถามวัดความเข้าใจ และถามลึกไปถึงขั้นการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และประเมินค่า

8) ยุติธรรม (Fairness) แบบวัดที่ดีจะต้องไม่ลำเอียง ไม่เปิดโอกาสให้ผู้สอบได้เปรียบเสียเปรียบกัน

9) มีประสิทธิภาพ (Efficiency) เครื่องมือที่ดีต้องมีประสิทธิภาพสามารถเก็บข้อมูลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ มีความเที่ยงสูง สามารถนำไปใช้ได้สะดวก คุ่มค่า และเชื่อถือได้

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าวข้างต้น เห็นได้ว่าในแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จะต้องใช้แบบวัดที่มีคุณภาพสำหรับเก็บข้อมูลนั้น แบบวัดนั้นต้องสร้างตามขั้นตอนของการสร้างแบบวัด คือ ขั้นวางแผน ขั้นเตรียม ขั้นสร้างแบบวัด ขั้นประเมิน หรือตรวจสอบคุณภาพ ขั้นจัดพิมพ์ และจัดทำคู่มือการใช้ และแบบวัดนั้นจะต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในด้านต่าง ๆ ดังนี้ 1) ความตรง 2) ความเที่ยง 3) ความยาก 4) อำนาจจำแนกก่อน ซึ่งในการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดทั้ง 4 ด้าน ทำให้คุณภาพด้านอื่น ๆ เกิดขึ้นตามมาด้วย จึงจะถือว่าเป็นแบบวัดที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้

แนวทางการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 5 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของสถาบันการส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกรมวิชาการ

ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏ
การแก้ปัญหา	4 (ดีมาก)	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึง เหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
	3 (ดี)	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้ วิธีดังกล่าวได้ดีกว่านี้
	2 (พอใช้)	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายเหตุผลในการใช้ วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน อธิบายเหตุผลในการใช้วิธี ดังกล่าวได้บางส่วน
	0 (ไม่พยายาม)	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา
การให้เหตุผล	4 (ดีมาก)	มีการอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
	3 (ดี)	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
	2 (พอใช้)	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
	1 (ต้องปรับปรุง)	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
	0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของสถาบันการส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกรมวิชาการ (ต่อ)

ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏ
การสื่อสาร การสื่อ ความหมายทาง คณิตศาสตร์ และการ นำเสนอ	4 (ดีมาก)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนเป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
	3 (ดี)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบ ชัดเจนบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางเลย และการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
	0 (ไม่พยายาม)	ไม่นำเสนอ
การเชื่อมโยง	4 (ดีมาก)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
	3 (ดี)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
	2 (พอใช้)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม
	0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของสถาบันการส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกรมวิชาการ (ต่อ)

ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏ
ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	4 (ดีมาก)	มีแนวคิด/วิธีการแปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	3 (ดี)	มีแนวคิด/วิธีการแปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องแต่ นำไปปฏิบัติแล้วไม่สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	มีแนวคิด/วิธีการไม่แปลกใหม่แต่นำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
	1 (ต้องปรับปรุง)	มีแนวคิด/วิธีการไม่แปลกใหม่ แต่นำไปปฏิบัติแล้วยังไม่สมบูรณ์
	0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีผลงาน

วรรณวิไล หงษ์ทอง (2551) ได้เสนอตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ไว้ ดังตารางที่ 6 ต่อไปนี้
ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะกระบวนการ ทาง คณิตศาสตร์	ระดับคะแนน/ แนวทางการให้คะแนน			
	4 คะแนน (สูงมาก)	3 คะแนน (สูงมาก)	2 คะแนน (สูงมาก)	1 คะแนน (สูงมาก)
การแก้ปัญหา	มีการศึกษาปัญหาและทำ ความเข้าใจกับปัญหาหรือ เรื่องที่น่าสนใจอย่างชัดเจน มี การวางแผนอย่างเป็น ระบบ ดำเนินการตาม แผนการที่วางไว้ครบทุก ขั้นตอน สามารถประเมิน และเสนอแนะแนว ทางการปรับปรุงได้อย่าง เหมาะสม	มีการศึกษาปัญหาและ ทำความเข้าใจกับปัญหา หรือเรื่องที่น่าสนใจ มีการ วางแผนอย่างเป็นระบบ แต่ไม่ดำเนินการตาม แผนการที่วางไว้ สามารถประเมินและ เสนอแนะแนวทางการ ปรับปรุงได้เหมาะสม	มีการศึกษาปัญหาแต่ความ เข้าใจเกี่ยวกับปัญหาหรือ เรื่องที่น่าสนใจยังไม่ชัดเจน การวางแผนการทำงานยังไม่ เป็นระบบ ทำให้การ ทำงานไม่เป็นไปตาม ขั้นตอนที่ถูกต้อง สามารถ ประเมินและเสนอแนะแนว ทางการปรับปรุงได้แต่ยังไม่ เหมาะสมเท่าที่ควร	มีการศึกษาปัญหา แต่ความเข้าใจ เกี่ยวกับปัญหาหรือ เรื่องที่น่าสนใจยังไม่ ชัดเจน ไม่มีการ วางแผนการทำงาน ตลอดจนไม่ สามารถประเมิน และเสนอแนะแนว ทางการปรับปรุงได้

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน/ แนวทางการให้คะแนน			
	4 คะแนน (สูงมาก)	3 คะแนน (สูงมาก)	2 คะแนน (สูงมาก)	1 คะแนน (สูงมาก)
การให้เหตุผล	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล	มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง บางส่วน และเสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจ	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ	มีความพยายาม เสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจ
การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ	ใช้ภาษาพูดและเขียน เพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ชัดเจน และสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตาราง แสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ ถูกต้องเป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์	ใช้ภาษาพูดและเขียน ในการนำเสนอแนวคิดอย่างคร่าวๆ ไม่ชัดเจน บางส่วนแต่ครอบคลุมสาระสำคัญ มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตาราง แสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ ถูกต้องแต่ขาดรายละเอียดสมบูรณ์	ใช้ภาษาพูดและเขียน ในการนำเสนอแนวคิด ไม่ชัดเจนในบางส่วนและครอบคลุมสาระสำคัญเพียงบางส่วน มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์พยายาม นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตาราง แสดงข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน	ใช้ภาษาพูดและเขียนในการนำเสนอแนวคิดได้เพียงเล็กน้อย มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ พยายามไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางเลย การนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
การเชื่อมโยง	นำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปของปัญหาหรือเรื่องที่น่าสนใจได้อย่างชัดเจน ทุกขั้นตอนและนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง	นำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปของปัญหาหรือเรื่องที่น่าสนใจและนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน	นำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปของปัญหาหรือเรื่องที่น่าสนใจและนำไปสู่ข้อสรุปแต่ข้อสรุปไม่ถูกต้อง	นำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปของปัญหาหรือเรื่องที่น่าสนใจแต่ยังไม่ได้ทำข้อสรุป

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน/ แนวทางการให้คะแนน			
	4 คะแนน (สูงมาก)	3 คะแนน (สูงมาก)	2 คะแนน (สูงมาก)	1 คะแนน (สูงมาก)
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	มีแนวคิด/ วิธีการแปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์	มีแนวคิด/ วิธีการแปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้แต่ยังไม่สมบูรณ์	มีแนวคิด/ วิธีการไม่แปลกใหม่แต่นำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์	มีแนวคิด/ วิธีการไม่แปลกใหม่และนำไปปฏิบัติแล้วยังไม่สมบูรณ์

จากการศึกษาเกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric Score) รายละเอียดดังตารางที่ 7 ดังนี้
ตารางที่ 7 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน/ แนวทางการให้คะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความสารลในการแก้ปัญหา	- ศึกษาปัญหาและทำความเข้าใจปัญหาอย่างครบถ้วนชัดเจน - มีการวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ - มีการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ครบทุกขั้นตอน - สามารถประเมินและเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม	ปฏิบัติครบ 3 ประเด็น	ปฏิบัติครบ 2 ประเด็น	ปฏิบัติน้อยกว่า 2 ประเด็น

ตารางที่ 7 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	ระดับคะแนน/ แนวทางการให้คะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความสามารถ ในการให้ เหตุผล	มีการอ้างอิงแหล่งที่มาของ ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และเสนอ แนวคิดประกอบการตัดสินใจ โดยใช้หลักการทางวิชา คณิตศาสตร์ อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ และสมเหตุสมผล	มีการอ้างอิง แหล่งที่มาของข้อมูล ที่น่าเชื่อถือ และ เสนอแนวคิด ประกอบการตัดสินใจ โดยใช้หลักการทาง วิชาคณิตศาสตร์	มีการอ้างอิงแหล่งที่มา ของข้อมูล และเสนอ แนวคิดประกอบการ ตัดสินใจโดยไม่ใช้ หลักการทางวิชา คณิตศาสตร์	มีความพยายาม เสนอแนวคิด ประกอบการ ตัดสินใจ
ความสามารถใน การสื่อสาร การ สื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	- ใช้ภาษาพูดหรือเขียนเพื่อ นำเสนอแนวคิดทางวิชา คณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่น เข้าใจได้ถูกต้องชัดเจน - สามารถสื่อความหมายได้ ถูกต้อง กระชับ และชัดเจน - มีการใช้สัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง - นำเสนอโดยใช้แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูล ประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ ถูกต้องและมีรายละเอียด สมบูรณ์	ปฏิบัติครบ 3 ประเด็น	ปฏิบัติครบ 2 ประเด็น	ปฏิบัติน้อยกว่า 2 ประเด็น

ตารางที่ 7 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	ระดับคะแนน/ แนวทางการให้คะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความสามารถใน การเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ	นำความคิดรวบยอดหลักการ และวิธีการทาง คณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับ สาระคณิตศาสตร์หรือสาระ อื่น เพื่ออธิบายข้อสรุปของ ปัญหาได้อย่างครบถ้วน ชัดเจนทุกขั้นตอนและ สามารถนำไปสู่ข้อสรุปที่ ถูกต้อง	นำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีการ ทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง กับสาระคณิตศาสตร์ หรือสาระอื่น เพื่อ อธิบายข้อสรุปของ ปัญหาได้ ครบถ้วนแต่ ข้อสรุปไม่ถูกต้อง หรือ อธิบายข้อสรุปของ ปัญหาได้ไม่ครบถ้วน แต่ข้อสรุปถูกต้อง	นำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีการ ทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง กับสาระคณิตศาสตร์ หรือสาระอื่น แต่ อธิบายข้อสรุปของ ปัญหาไม่ครบถ้วน และข้อสรุปไม่ถูกต้อง	นำความคิดรวบ ยอดหลักการและ วิธีการ คณิตศาสตร์ เชื่อมโยง กับสาระ คณิตศาสตร์หรือ สาระอื่น แต่ไม่ได้ หาข้อสรุป
ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	มีแนวคิดหรือ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่และ สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง สมบูรณ์	มีแนวคิดหรือวิธีการ ทางคณิตศาสตร์ที่ แปลกใหม่และ สามารถนำไปปฏิบัติ ได้ถูกต้องแต่ยังไม่ สมบูรณ์	มีแนวคิดหรือวิธีการ ทางคณิตศาสตร์ที่ ดัดแปลงมาจากองค์ ความรู้อื่นและ สามารถนำไปปฏิบัติ ได้ถูกต้องสมบูรณ์	มีแนวคิดหรือ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ ดัดแปลงมาจาก องค์ความรู้อื่น และไม่สามารถ นำไปปฏิบัติได้

จากเกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้สอนจะต้องสอดแทรกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ากับการเรียนการสอนกระตุ้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถประเมินผลได้จากกิจกรรมที่นักเรียนทำ จากแบบฝึกหัดหรือข้อสอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

1.1 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด STEAM Education

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556) ได้ศึกษาเรื่อง STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 พบว่า การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 นั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เยาวชนสามารถดำรงชีวิตในสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ การจัดการศึกษาแบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกัน หรือ STEM Education จึงเป็นการจัดศึกษาที่ตอบสนองต่อการเตรียมคนไทยรุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 เพราะธรรมชาติของทั้ง 4 วิชานี้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดีและมีคุณภาพในโลกของศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ STEM Education ยังเป็นการจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด และทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้าง และพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบัน การเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียน ความท้าทาย ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายของบทเรียนใน STEM Education จึงเหมาะที่จะทำให้เยาวชนไทยรุ่นใหม่เกิดการเรียนรู้พัฒนาสู่ทักษะในศตวรรษที่ 21

นสรินทร์ ปือชา (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ดังนี้ 1) ขั้นการสร้างความสนใจ 2) ขั้นการสำรวจและค้นหา 3) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นการขยายความรู้ 5) ขั้นการประเมิน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีคะแนนพัฒนาการร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

จารีพร ผลมูล (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 33 คน จากการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผ่านเกณฑ์ระดับดี (เฉลี่ย=3.51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ระดับดี (เฉลี่ย=3.51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.65/78.33 อยู่ในเกณฑ์ 82.5-77.5

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก ผลการวิจัยพบว่า การนำ STEAM มาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based) ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการแก้ไขปัญหาที่ส่งเสริมการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์ โดยมีความรู้ความเข้าใจกับสิ่งที่เกี่ยวข้องผ่านการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM เพื่อค้นหาคำตอบ แนวทางการแก้ไขปัญหา หรือผลงานสร้างสรรค์ที่เป็นกระบวนการออกแบบ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่บูรณาการสอดประสานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ โดยใช้ศิลปะเป็นสื่อกลางในการสร้างสรรค์จากความคิดมาเป็นของจริงในรูปแบบงานศิลปะ สะท้อนถึงสิ่งที่ผู้เรียนคิดและสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและอาจจะสามารถแก้ไขปัญหาได้จริง ซึ่งสร้างความภูมิใจให้กับผู้เรียน ได้เห็นถึงความสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริง สร้างแรงจูงใจ และแรงบันดาลใจในการอยากเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์

1.2 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เบญจมาศ เทพบุตรดี (2550) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการวิเคราะห์ และความสามารถในการฟังเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารทศนิยม มีขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้ 1) ทบทวนความรู้เดิม 2) วิเคราะห์แยกแยะ เพื่อหาวิธีค้นหาคำตอบ 3) แสดงวิธีการหาคำตอบ 4) นำเสนอผลงาน 5) แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มอื่น เพื่อตรวจสอบคำตอบ และ

6) ขึ้นประเมินผลการเรียนรู้และเสนอแนะการปฏิบัติงานของกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน

นวลละออง ปิริยะ (2551) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านช่องไทร จังหวัดสตูล มีขั้นตอนการสอนดังนี้ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผน 3) ลงมือแก้ปัญหาและ 4) ตรวจสอบด้วยตนเองจากการแก้ปัญหาจริง ๆ ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพ 78.77/75.22 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนนักเรียนมีเจตคติในระดับดี

ไพลิน สว่างเมฆารัตน์ (2551) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขั้นตอนการสอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 เสนอสถานการณ์ปัญหา ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ขั้นตอนที่ 4 สังเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนที่ 5 นำเสนอผลงานอภิปรายและร่วมกันสรุป และขั้นตอนที่ 6 ประเมินผลการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง การบวก ลบ และคูณทศนิยม หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานโดยมีค่าความต่างค่าเฉลี่ย 4.31 ค่าร้อยละ 15.35 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การบวก ลบ และคูณทศนิยม หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีค่าความต่างค่าเฉลี่ย 2.57 ค่าร้อยละ 12.89 และ 3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบใช้ปัญหาเป็นฐานอยู่ในระดับมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ย 4.84

วันดี ต่อเพ็ง (2553) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นหลัก เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นหลักเรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักสูงกว่าก่อนได้รับการ จัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.3 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

จิตติมา ชอบเอียด (2551) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้ เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูง กว่าก่อนการใช้ปัญหาปลายเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ปัญหาปลายเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.67

สุไบตะ อาแว (2552) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุ ภาษาศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จังหวัดชลบุรี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังการ เรียนเท่ากับ 25.50 คิดเป็นร้อยละ 63.75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุไรรัตน์ ปึ้งผลพูล (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ที่จัดการเรียนรู้แบบโครงการ มีขั้นตอนการสอนดังนี้ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน 2) ชั้นกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ชั้นสรุปบทเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนรู้แบบโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบโครงการ โดยภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับสูง 3) ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบโครงการ โดยภาพรวมมีความสามารถอยู่ในระดับสูง 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ โดยภาพรวมนักเรียนพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.37 3) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เชิดพงศ์ ชาชุมวงศ์ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนศรีบัวบานวิทยาคม อำเภอเมืองจังหวัดนครพนม จำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

นุชนารถ ทองกระจ่าง (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 30 คนโรงเรียนวัดโสธรวรารามวรวิหาร จังหวัดฉะเชิงเทรา ผลการวิจัยพบว่า 1. ทักษะการเชื่อมโยงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ความน่าจะเป็น หลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการใช้กิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 2. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจมากที่สุด รองลงมา คือ สื่อการเรียนการสอน สารการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล ทั้งสี่ด้านนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

สุณิสสา สุมิตรณะ (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 13.41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด STEAM Education

Young (2009) ได้ศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้อยู่ โดยการสืบสวนด้วยตนเองโดยใช้เกมผ่าน STEAM สำหรับนักเรียน GK-12 ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการศึกษาพบว่า การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนโดยใช้เกม เป็นการเร้าอารมณ์และเพิ่มคุณค่าสำหรับการเรียนรู้ ในการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับนักเรียนมัธยมศึกษาจะใช้ STEAM เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งเกมจะพัฒนามาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยรูปแบบของเกมต้องเป็นที่น่าสนใจและมีการระบุระดับความยากง่าย ลักษณะในการออกแบบเกมจะมีการบูรณาการเนื้อหาโดยใช้เนื้อหาวิทยาศาสตร์เป็นมาตรฐานหลัก ทำให้การสอนโดยใช้เกมในรูปแบบ STEAM นั้นประสบความสำเร็จในการสอนเรื่อง การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ วัฏจักรน้ำ ทำลายสภาพอากาศ และพันธุกรรมแมลงวัน ส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน และสามารถสอบผ่านบทเรียนวิทยาศาสตร์ได้

Kwon (2011) ได้ศึกษาผลการใช้ STEAM เป็นฐาน ในนักเรียนประถมศึกษาที่มีความคิดสร้างสรรค์ ประเทศเกาหลี ผลการศึกษาพบว่า การศึกษา STEAM เป็นฐานนั้น เป็นการเชื่อมโยงความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล ขณะนี้ทั่วโลกกำลังให้ความสำคัญเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์โดยใช้ STEAM เป็นฐาน ซึ่งการศึกษา STEAM มาจาก STEM เกิดการรวมกันของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ จากนั้น STEAM จะมีศิลปศาสตร์เข้ามา ซึ่งศิลปศาสตร์นั้นหมายถึง ภาษา ความอิสระ การประดิษฐ์ สำหรับการศึกษาศิลปศาสตร์นั้น จะทำให้เกิดการเรียนรู้เป็นรูปธรรม และยังเป็นแรงจูงใจในการพัฒนาบุคลิกภาพของนักเรียน นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ในนักเรียนประถมศึกษา อีกทั้งส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ซึ่งสังเกตได้จากการทำกิจกรรม และการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้

Corbett (2013) ได้นำเสนอการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ STEM EDA (STEM Explore, Discover, Apply) ในกระบวนการออกแบบวิศวกรรมสำหรับนักเรียนที่เรียน STEM ใน Middle School โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือ นักเรียนในระดับ grade 6 (Explore), grade 7 (Discover), grade 8 (Apply) ซึ่งใช้เวลาในการเรียนแต่ละเรื่อง 3 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า การใช้ Engineering Design Process โดยใช้ STEM EDA ทำให้ผู้เรียนได้เกิด การเรียนรู้และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ

Hamner and Cross (2013: ออนไลน์) ได้ศึกษาเทคนิคการเผยแพร่โปรแกรมหุ่นยนต์รูปแบบ STEAM ผ่านห้องเรียน K-12 ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า ศิลปะศาสตร์และหุ่นยนต์ เป็นการบูรณาการหลายวิชาเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และนำไปสู่การสร้างหลักสูตรใหม่ให้ประสบผลสำเร็จ โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พัฒนาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพ เพื่อนำไปสอนนักเรียนภายในห้องเรียน สำหรับศิลปะศาสตร์และหุ่นยนต์ เป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการปฏิบัติและแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา โดยจะฝึกให้นักเรียนวางแผนปฏิบัติซ้ำๆทำให้เกิดผลการทดสอบ และปรับปรุงเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งยังฝึกให้เข้าใจสภาพปัญหา นำไปสู่การแก้ไขปัญหาเพื่อเป็นการฝึกความอดทนเพราะจะต้องเจอกับความล้มเหลว ความทุกข์ยาก ซึ่งความอดทนจะเป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จในชีวิตมากกว่าความฉลาดทางสติปัญญา การส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือและเทคนิคการใช้คอมพิวเตอร์นั้นทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสิ่งประดิษฐ์

2.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Beringer (2007) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากการศึกษาค้นคว้าด้วยการสืบสวน (Application of Problem Based Learning through Research Investigation) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นเทคนิคการสอนที่ใช้การแก้ปัญหาเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนของนักเรียน เทคนิคคือนักเรียนเป็นศูนย์กลางและครูมีบทบาทในการอำนวยความสะดวก เป้าหมายทั่วไปของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือการสร้างความรู้พื้นฐานพัฒนาทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา การร่วมมือในการสอนให้ได้ผลดี และเตรียมทักษะที่จำเป็นเพื่อความสำเร็จตลอดชีวิตของผู้เรียน การศึกษาครั้งนี้เพื่อประเมินผลการใช้ปัญหาเป็นฐานในหน่วยปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบต่าง ๆ ในโลกในระดับปริญญาตรี และแบบฝึกหัดพื้นฐานรอบเกาะ Urban Heat การดำเนินการแรกเริ่มของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือจำนวนนักเรียนที่จะได้สัมผัสกับสื่อต่าง ๆ อย่างเต็มที่ แต่พบว่าองค์ประกอบบางส่วนเกือบจะไม่เพียงพอที่นักเรียนบางคนไม่สามารถปรับตัวเพื่อทำทนายกับสิ่งแปลกๆ ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพราะเป็นครั้งแรกที่ได้รับการเรียนรู้แบบนี้ เมื่อถูกถามว่าประสบการณ์อะไรที่พวกเราได้เรียนรู้จากการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนักเรียนให้ความสำคัญกับเทคนิคและสอดคล้องกับทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ในปีต่อมามีการเรียนรู้

โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงได้รับการแนะนำ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจและประสบผลสำเร็จมากขึ้น

Hussain (2007) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานในมหาวิทยาลัยอาเซีย (Problem-Based Learning in Asian Universities) รายงานการวิจัยนี้ศึกษาประสบการณ์ของครูและนักศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานเริ่มเกิดขึ้นเพื่อให้นักศึกษาประสบความสำเร็จในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงนักศึกษาและครูที่มีประสบการณ์ต่างมั่นใจและเห็นผลงานของการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างยิ่ง การใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็น “วิธี” ที่ดูเหมือนจะถูกจำกัดประโยชน์สำหรับการสอนซึ่งต้องชี้แนะการฝึกฝน นั่นเป็นการพิสูจน์ว่านักศึกษาสามารถนำความรู้ที่ได้รับการพัฒนาไปใช้ประโยชน์และเกิดทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต แต่นั่นเป็นความกังวลเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นในหลักสูตรการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน การมองที่สื่อการสอนของการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละโปรแกรมและเปลี่ยนความคิดว่าควรมีการเฉลยเพื่อทำให้สะดวกสำหรับการคิดในขั้นสูง และนั่นเป็นการพิสูจน์เล็กน้อยเพื่อการทำข้อตกลงในการวิจารณ์ ข้อตกลงของการเฉลยมีอุปสรรคอย่างมากทางวัฒนธรรมซึ่งไม่ถูกกาลเทศะที่ท้าทายความสามารถของเพื่อนหรือผู้ที่มีความรู้ รูปแบบใหม่ของสังคมทางวิชาการอาจเป็นความต้องการของนักศึกษาและผู้ตัวอย่างชัดเจนที่จะช่วยให้เข้าใจได้ พื้นฐานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานที่เสนอแนะคือการฝึกฝนและวิธีการในการที่จะเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการค้นพบความคิดโดยหลักการอย่างเป็นระบบ แนะนำเกี่ยวกับวิธีการให้ผู้ดูแลและกลุ่มผู้ทำงานร่วมกันในวิชาเดียวกันควรนำความคิดพื้นฐานของการเรียนรู้โดยการใช้ปัญหาเป็นฐานและให้อยู่ในแนวทางเดียวกัน และความเชื่อทฤษฎีของธรรมชาติและความรู้เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการออกแบบวิธีสอนและเทคนิคการสอน

Behiye (2009) ศึกษาการเรียนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐานในวิทยาศาสตร์ศึกษา พบว่า การเรียนโดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน มีอิทธิพลสำหรับการเรียนรู้เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นการใช้ปัญหาจริงหรือบริบทในการตรวจสอบเชิงลึกในสิ่งที่ผู้เรียนต้องการจะรู้ การเรียนรู้ปัญหาที่แตกต่างจากการเรียนการสอนที่ต้องเผชิญกับสถานการณ์ใหม่หรือเหตุการณ์ที่จะต้องกำหนดความต้องการ การเรียนรู้ของที่จะตั้งคำถามเพื่อให้บรรลุความเข้าใจในสถานการณ์หรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่ง การเรียนดังกล่าวเป็นแนวทางการศึกษาที่ท้าทายนักเรียนในการทำงานร่วมกันในกลุ่มที่จะแสวงหาคำตอบเพื่อนำมา

แก้ปัญหา การเรียนการสอนโดยนักเรียนเป็นศูนย์กลางมากขึ้น ครูมีบทบาทคอยอำนวยความสะดวก นอกจากนี้วิธีการนี้จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา รู้จักทำงานร่วมกัน

2.3 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

Williams (2003) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาว่า สามารถช่วยเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้นเรียนพีชคณิต จำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหามาตามขั้นตอน แต่ไม่ต้องฝึกเขียน มีการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถทำงานแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองมีการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลอง พบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียน และนักเรียนจำนวน 80% บอกว่ากิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้นได้

จากการศึกษาวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีส่วนสำคัญในการเรียนรู้ของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น และพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ดำเนินการตามแผนการวิจัยขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Research) แบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest - Posttest Design) โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ อำเภोजอมบึง จังหวัดราชบุรี เป็นหน่วยวิเคราะห์ (Unit of Analysis) ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย เนื้อหาสาระที่ใช้ในการวิจัย ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย แบบแผนในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล

ระเบียบวิธีวิจัย

ในระเบียบวิธีวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดรายการในการนำเสนอประกอบด้วยประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตัวแปร เนื้อหา ระยะเวลาที่ศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 120 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ อำเภोजอมบึง จังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ของโรงเรียน ด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ อำเภोजอมบึง จังหวัดราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ที่ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มห้องเรียน โดยการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลากห้องเรียน เนื่องจากทุกห้องเรียนมีการจัดนักเรียนแบบละความสามารทำให้สภาพพื้นฐานทางการเรียนของนักเรียนแต่ละห้องเรียนไม่แตกต่างกัน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยตัวแปร 2 ประเภทคือ

1. ตัวแปรต้น (Independent Variables) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

2.1 ผลการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ 2

2.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การประยุกต์ 2 ซึ่งเป็นเนื้อหาหลักในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และวิชาที่ใช้ในการบูรณาการร่วมด้วย คือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และศิลปศาสตร์ ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ย่อย ดังต่อไปนี้

1. จำนวนเต็ม (มหัศจรรย์พลังยาง) จำนวน 4 ชั่วโมง

2. รูปเรขาคณิต (สวนสนุกจำลอง) จำนวน 4 ชั่วโมง

3. การแปลงทางเรขาคณิต (กังหันมินิ) จำนวน 4 ชั่วโมง

รวมจำนวน 12 ชั่วโมง

4. ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยทำการทดสอบก่อนทดลอง 1 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังทดลอง 1 ชั่วโมง รวมใช้ระยะเวลาทั้งหมด 14 ชั่วโมง

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัยขั้นพื้นฐาน (Pre – Experimental Design) แบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อนและหลังเรียน (One- Group Pretest – Posttest Design) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 8 แบบแผนในการวิจัย

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- T₁ คือ การทดสอบก่อนเรียน
 X คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 T₂ คือ การทดสอบหลังเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 3 แผน ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จำนวนเต็ม (มหัศจรรย์พลังยาง)	จำนวน 4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 รูปเรขาคณิต (สวนสนุกจำลอง)	จำนวน 4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การแปลงทางเรขาคณิต (กังหันมินิ)	จำนวน 4 ชั่วโมง

 รวมจำนวน 12 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 จำนวน 1 ฉบับ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยสลับข้อ สลับตัวเลือก ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดการให้ค่าคะแนนคือคำตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ในด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์

3. แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินโดยผู้ช่วยผู้วิจัยสังเกตคุณภาพใน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ความสามารถด้านการให้เหตุผล 3) ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยแบบประเมินนี้ใช้ประเมินรายกลุ่ม ซึ่งลักษณะเป็นแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) 4 ระดับ และกำหนดเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Score) ใช้ประเมินขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 1 ครั้ง แต่ครั้งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน รวมประเมินทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นค่าเฉลี่ย

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีประเด็น ดังนี้ 1) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ และคำถามปลายเปิด

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนด้านทัตตะโกราชภัฏอุบลราชธานี พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และศิลปศาสตร์ ซึ่งศึกษาในส่วนของคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ และเนื้อหาสาระ

1.2 วิเคราะห์ เลือกและกำหนดเนื้อหาเพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยแบ่งออกเป็น 3 แผน ดังตารางที่ 9 ดังนี้

ตารางที่ 9 การแบ่งเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

แผนที่	เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	จำนวนเต็ม (มทศจรรยพลังยาง)	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการเคลื่อนที่ของรถพลังยางทั้งบนบกและในน้ำ (S)/K 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการคำนวณหาระยะทางที่รถพลังยางเคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้อง (M)/K 3. นักเรียนสามารถออกแบบและกำหนดชิ้นส่วนของรถพลังยางได้ (E)/P 4. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่ององค์ประกอบศิลป์มาสร้างรถพลังยางให้มีความสวยงามได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด (Arts)/P 5. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการประดิษฐ์รถพลังยางได้อย่างเหมาะสม (T)/P 	4
2	รูปเรขาคณิต (สวนสนุกจำลอง)	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาอัตราเร็วและความเร็วในการเคลื่อนที่ของโลกของสไลเดอร์ได้ถูกต้อง (S)/K 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาพื้นที่ของสวนสนุกจำลองได้ถูกต้อง (M)/K 3. นักเรียนสามารถออกแบบและกำหนดส่วนประกอบของสวนสนุกจำลองได้ (E)/P 4. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่ององค์ประกอบศิลป์มาสร้างสวนสนุกจำลองให้มีความสวยงามได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด (Arts)/P 5. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องสไลเดอร์ได้อย่างเหมาะสม (T)/P 	4
3	การแปลงทาง เรขาคณิต (กังหันมินิ)	<ol style="list-style-type: none"> 1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการเคลื่อนที่แบบวงกลมได้ถูกต้อง (S)/K 2. นักเรียนเข้าใจเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต และการนำไปใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ (M)/K 3. นักเรียนสามารถออกแบบและกำหนดส่วนประกอบของกังหันวิดน้ำได้ (E)/P 4. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่ององค์ประกอบศิลป์มาสร้างกังหันวิดน้ำให้มีความสวยงามได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด (Arts)/P 5. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการประดิษฐ์กังหันวิดน้ำได้ (T)/P 	4
รวม			12

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา 2) ชี้นทำความเข้าใจปัญหา 3) ชี้นศึกษาค้นหาวิธีการแก้ปัญหา 4) ชี้นสังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล 5) ชี้นสรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน

1.4 เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ 5 คน คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิธีสอน จำนวน 2 คน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item Objective: IOC) ทั้งนี้กำหนดเกณฑ์การพิจารณาตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ระหว่าง 0.60 - 1.00 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

แล้วนำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

(Index of Item Objective Congruence : IOC) จากสูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนของผู้เชี่ยวชาญของความคิดเห็นทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.5 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขสาระสำคัญให้สอดคล้องเหมาะสมกับผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

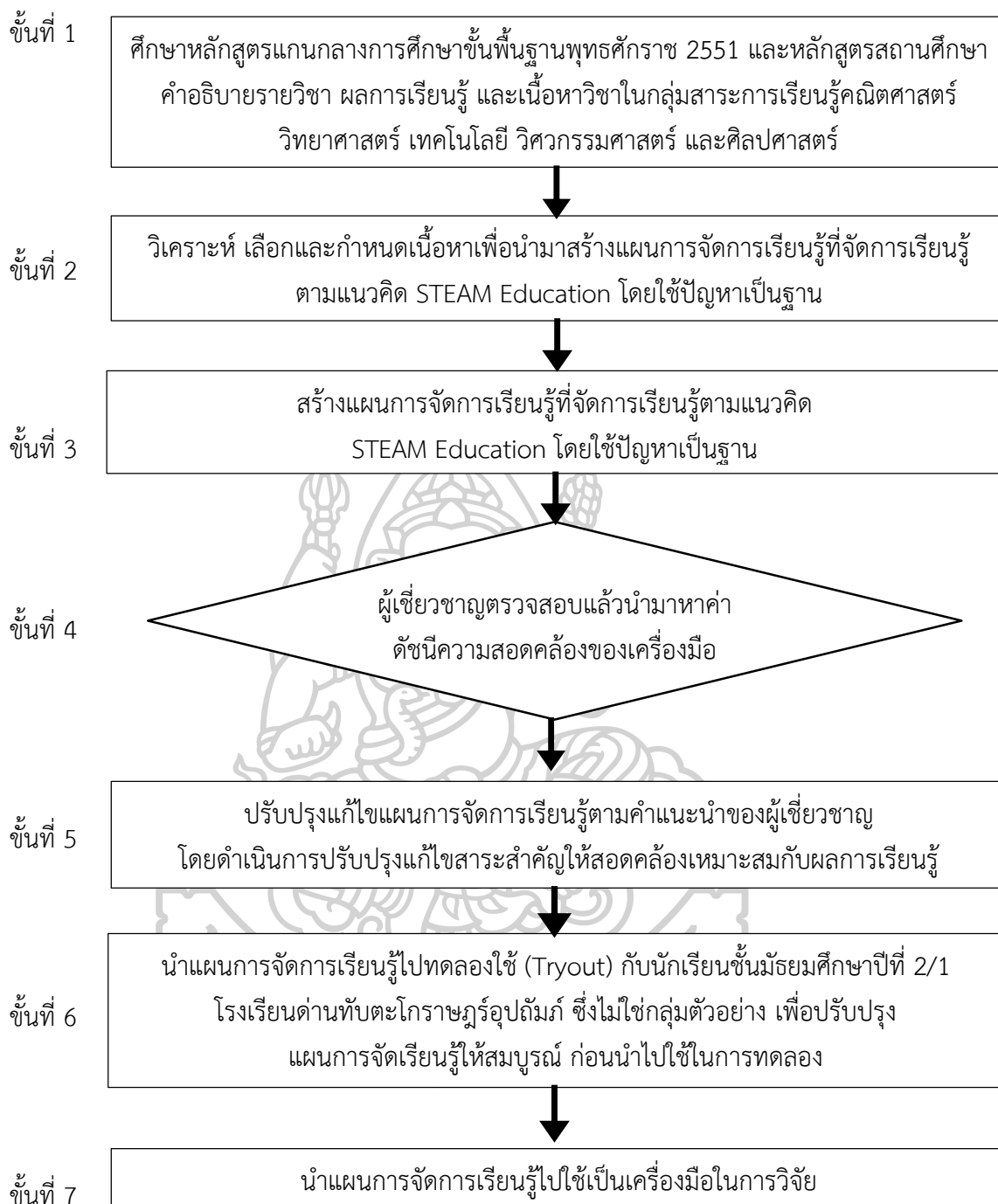
1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ 2 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 1 แผน คือ แผนที่ 1 เรื่อง จำนวนเต็ม

(มหัศจรรย์พลังยาง) ไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 30 คน โรงเรียนด้านทับตะโกราษฎร์อุปลักษณ์ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาเพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง โดยดำเนินการในระหว่าง วันที่ 22 - 26 มกราคม พ.ศ. 2561

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

สรุปการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังแผนภูมิที่ 2





แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยสลับข้อ สลับตัวเลือก ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดการให้ค่าคะแนนคือตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาเกี่ยวกับ ผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และศึกษาทฤษฎีหลักการเขียนและสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย

2.2 วิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้และกำหนดตารางวิเคราะห์ข้อสอบดังตารางที่ 10
ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

สาระการเรียนรู้/ เนื้อหา	ผลการเรียนรู้	ระดับการเรียนรู้				รวม
		ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
จำนวนเต็ม (มหัศจรรย์หลังยาง)	1. นำความรู้เกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการแก้ปัญหา (M)	1	-	5	1	7
รูปเรขาคณิต (สวนสนุกจำลอง)	2. นำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่รูปเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหา (M)	3	7	1	4	15
การแปลงทาง เรขาคณิต (กังหันมินิ)	3. เข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตในเรื่อง การเลื่อนขนาน การสะท้อนและการหมุน และการนำไปใช้ (M)	4	4	-	-	8
รวม		8	11	6	5	30

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยมีแนวคิดสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ให้ครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

2.4 เสนอแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ 2 คน 2) ด้านเนื้อหาด้านวิธีสอน 2 คน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาและนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของ

เครื่องมือ แล้วเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ระหว่าง 0.60 – 1.00 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค) โดยมีการปรับปรุงแก้ไขผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับระดับพฤติกรรม

2.5 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 30 คน โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยดำเนินการในวันที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2561

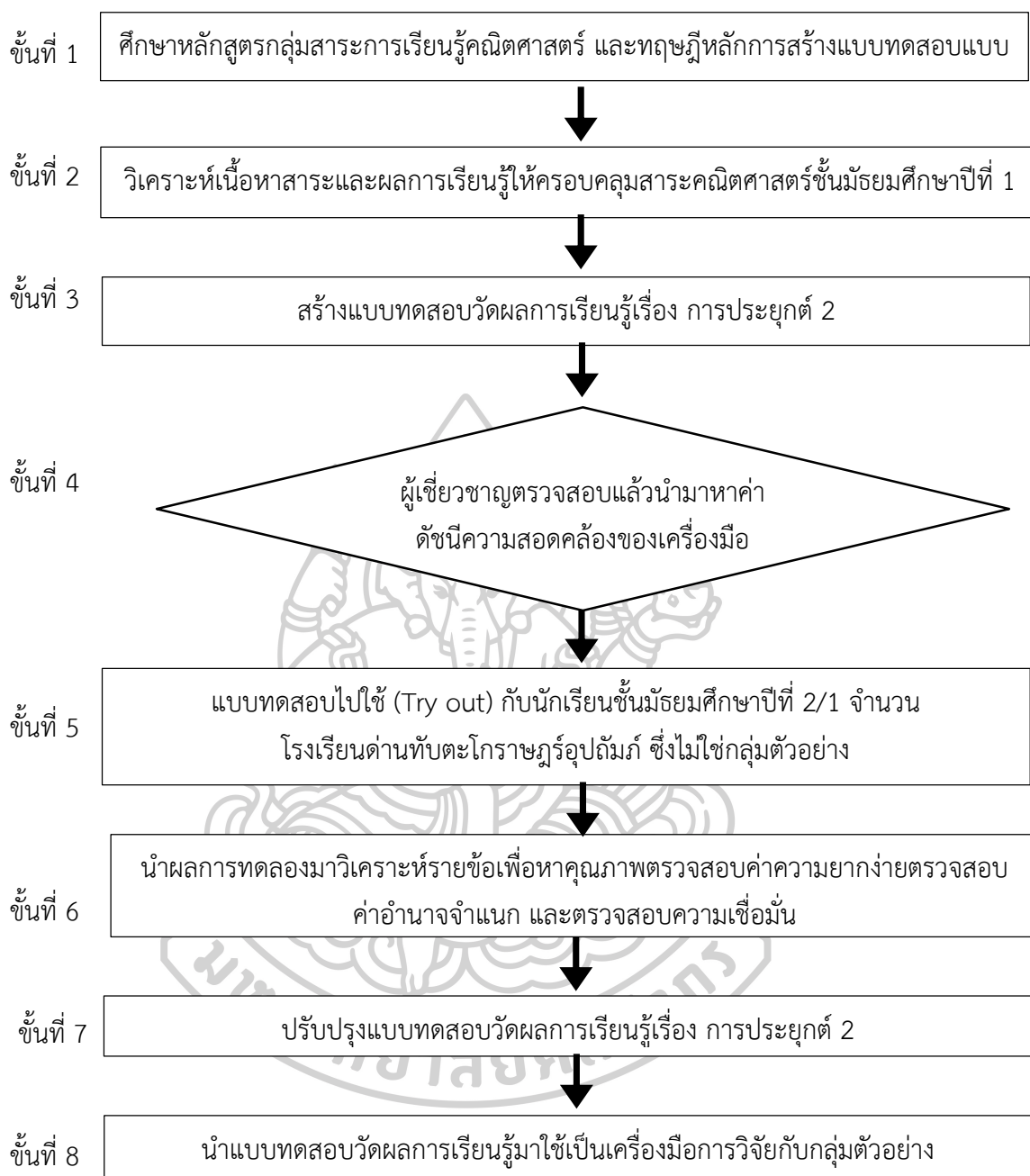
2.6 นำผลการทดลองมาวิเคราะห์รายข้อเพื่อตรวจสอบค่าความยากง่ายของแบบทดสอบปรนัย โดยใช้เกณฑ์ความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 ซึ่งพบว่าแบบทดสอบมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.79 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค) ตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยใช้เกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งพบว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.29 – 1.00 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก) เพื่อคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 60 ข้อ

2.7 ตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) คือ การตรวจสอบผลการวัดที่สม่ำเสมอ และคงที่โดยผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบแบบปรนัยที่ผ่านเกณฑ์มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยวิธีการของคูเดอร์ – ริชาร์ดสันจากสูตร KR - 20 โดยใช้เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป ซึ่งพบว่าแบบทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่น 0.84 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค)

2.8 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ 2

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2 ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

สรุปขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังแผนภูมิที่ 3



แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2

3. การสร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษารูปแบบการสร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ

3.2 สร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็นแบบสังเกตคุณภาพในการปฏิบัติงาน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ทักษะกระบวนการการแก้ปัญหา 2) ทักษะกระบวนการการใช้เหตุผล 3) ทักษะกระบวนการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ 4) ทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 5) ความคิดสร้างสรรค์ แต่ละด้านประเมินเป็นแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) 4 ระดับ ดังนี้ ซึ่งคะแนนนั้นได้จากการสังเกต การนำเสนอ การตรวจใบกิจกรรมและชิ้นงาน

4 หมายถึง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงมาก

3 หมายถึง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง

2 หมายถึง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

1 หมายถึง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

ในการสร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Score) โดยปรับปรุงเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จาก กรมวิชาการ (2551) และ วรณวิไล หงษ์ทอง (2551) รายละเอียดดังตารางที่ 11 ดังนี้

ตารางที่ 11 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	ระดับคะแนน/ แนวทางการให้คะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความสามารถใน การแก้ปัญหา	- ศึกษาปัญหาและทำความเข้าใจปัญหาอย่าง ครบถ้วนชัดเจน - มีการวางแผนการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ - มีการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ครบทุก ขั้นตอน - สามารถประเมินและเสนอแนะแนวทางการ แก้ปัญหได้อย่างเหมาะสม	ปฏิบัติครบ 3 ประเด็น	ปฏิบัติครบ 2 ประเด็น	ปฏิบัติน้อยกว่า 2 ประเด็น

ตารางที่ 11 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน/ แนวทางการให้คะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความสามารถในการให้เหตุผล	มีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจโดยใช้หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์ อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ และสมเหตุสมผล	มีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจโดยใช้หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์	มีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูล และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจโดยไม่ใช้หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	- ใช้ภาษาพูดหรือเขียนเพื่อนำเสนอแนวคิดทางวิชาคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้องชัดเจน - สามารถสื่อความหมายได้ถูกต้อง กระชับ และชัดเจน - มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง - นำเสนอโดยใช้แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องและมีรายละเอียดสมบูรณ์	ปฏิบัติครบ 3 ประเด็น	ปฏิบัติครบ 2 ประเด็น	ปฏิบัติน้อยกว่า 2 ประเด็น
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ	นำความคิดรวบยอดหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือสาระอื่น เพื่ออธิบายข้อสรุปของปัญหาได้อย่างครบถ้วนชัดเจนทุกขั้นตอนและสามารถนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง	นำความคิดรวบยอดหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือสาระอื่น เพื่ออธิบายข้อสรุปของปัญหาได้ ครบถ้วนแต่ข้อสรุปไม่ถูกต้อง หรืออธิบายข้อสรุปของปัญหาได้ไม่ครบถ้วนแต่ข้อสรุปถูกต้อง	นำความคิดรวบยอดหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือสาระอื่น แต่อธิบายข้อสรุปของปัญหาไม่ครบถ้วนและข้อสรุปไม่ถูกต้อง	นำความคิดรวบยอดหลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือสาระอื่น แต่ไม่ได้ทำข้อสรุป

ตารางที่ 11 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	ระดับคะแนน/ แนวทางการให้คะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	มีแนวคิดหรือวิธีการ ทาง คณิตศาสตร์ที่แปลก ใหม่และสามารถนำไป ปฏิบัติได้ถูกต้อง สมบูรณ์	มีแนวคิดหรือวิธีการ ทางคณิตศาสตร์ที่ แปลกใหม่และ สามารถนำไปปฏิบัติ ได้ถูกต้องแต่ยังไม่ สมบูรณ์	มีแนวคิดหรือวิธีการ ทางคณิตศาสตร์ที่ ดัดแปลงมาจากองค์ ความรู้อื่นและ สามารถนำไปปฏิบัติ ได้ถูกต้องสมบูรณ์	มีแนวคิดหรือ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ ดัดแปลงมาจาก องค์ความรู้อื่น และไม่สามารถ นำไปปฏิบัติได้

ตารางที่ 12 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
3.50 – 4.00	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูงมาก
2.50 – 3.49	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง
1.50 – 2.49	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
1.00 – 1.49	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

3.3 เสนอแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง โดยปรับปรุงแก้ไขข้อความให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน

3.4 นำแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 คน ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 2 คน และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา 1 คน ตรวจสอบพิจารณาด้านความครอบคลุมของพฤติกรรม ความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในการใช้ภาษา แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือ โดยเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ระหว่าง 0.60 - 1.00 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค)

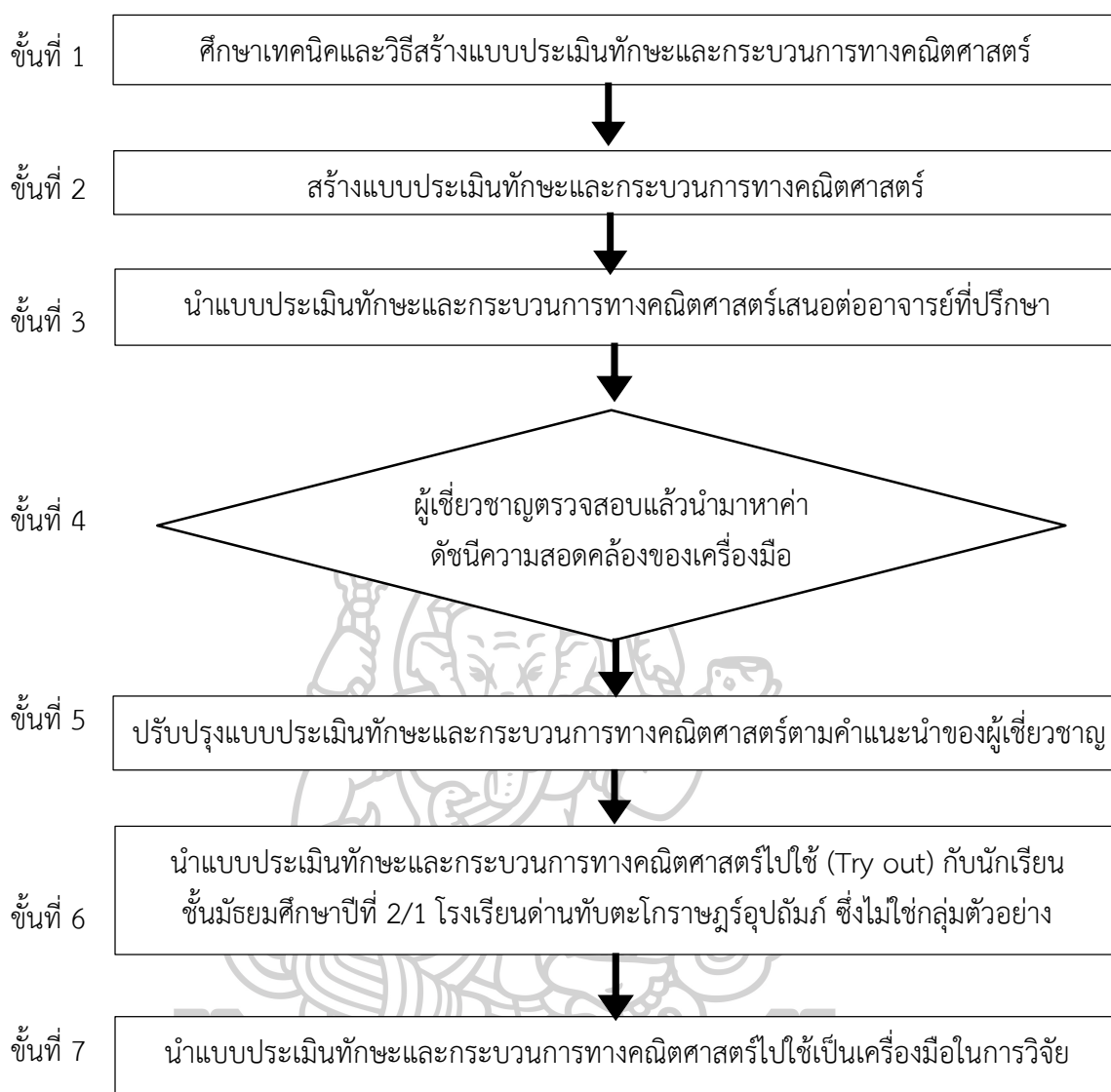
3.5 ปรับปรุงแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงรายละเอียดของเกณฑ์ในการให้คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้มีความชัดเจนและง่ายต่อการวัดผลและประเมินผล

3.6 นำแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนदानทัตตะโกราชกูรอุปถัมภ์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบข้อคำถาม ภาษาที่ใช้สื่อความหมายให้เข้าใจมากขึ้น โดยดำเนินการในระหว่าง วันที่ 22 - 26 มกราคม พ.ศ. 2561

3.7 นำแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

สรุปขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังแผนภูมิที่ 4





แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4. การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการจัดการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษารูปแบบและศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับการเรียนการสอน เรื่อง การประยุกต์ 2 ที่นักเรียนมีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมีประเด็น

ดังนี้ 1) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ โดยใช้แบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert's Five Rating Scale) (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) โดยกำหนดความหมาย ดังนี้

คะแนน 5	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
คะแนน 4	หมายถึง	พึงพอใจมาก
คะแนน 3	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
คะแนน 2	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
คะแนน 1	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

และเกณฑ์ที่ใช้แปลความหมายค่าเฉลี่ย มีดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554: 121)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบเนื้อหาความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

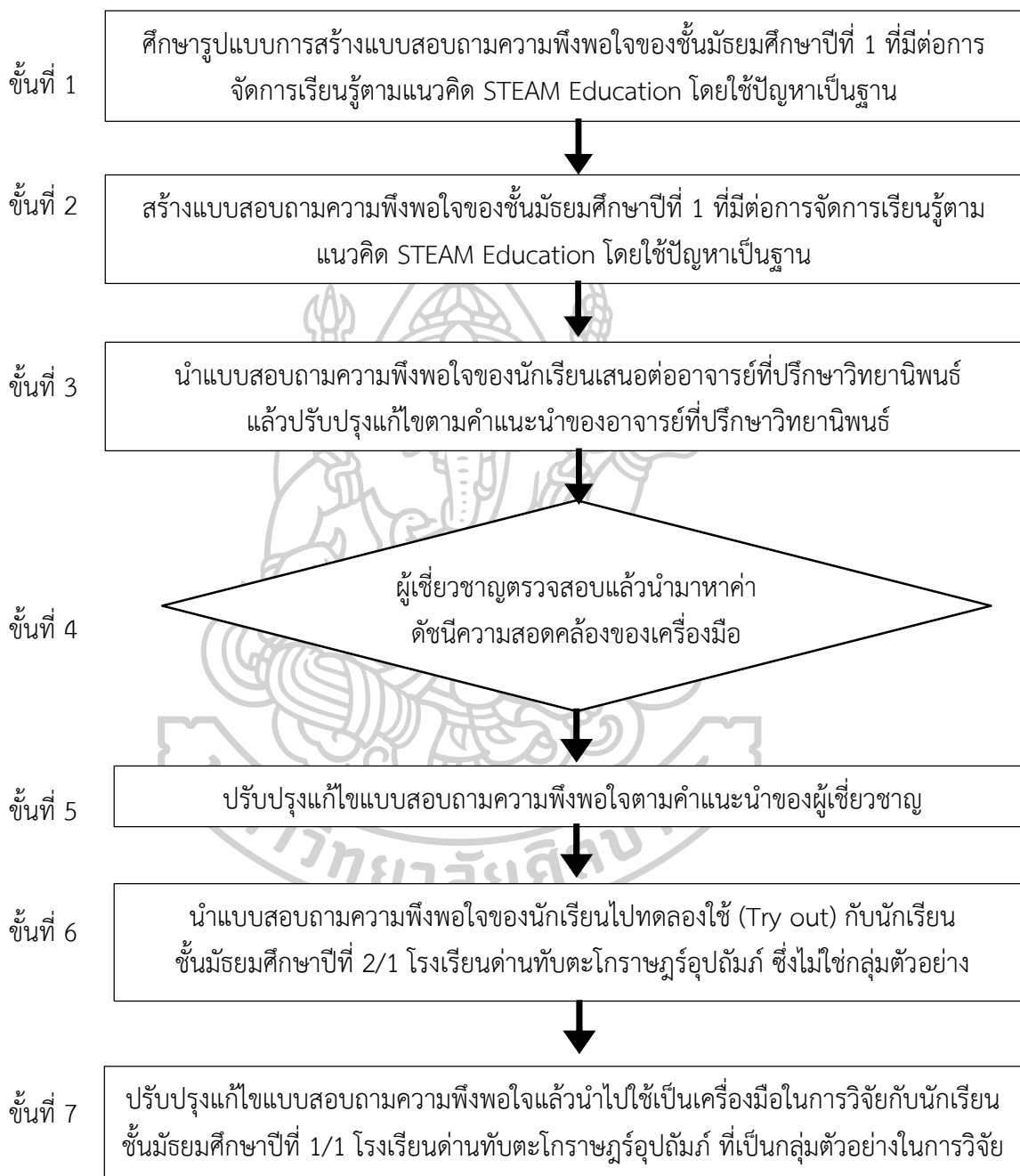
4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบพิจารณาด้านความครอบคลุมของพฤติกรรม แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Object Congruence: IOC) โดยแบบสอบถามต้องได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ระหว่าง 0.60 - 0.80 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค)

4.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความพึงพอใจ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้มีความชัดเจนและสามารถประเมินได้ตรงตามพฤติกรรมของผู้เรียน

4.6 นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบข้อคำถาม ภาษาที่ใช้สื่อความหมายให้เข้าใจมากขึ้น โดยดำเนินการในวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2561

4.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ จำนวน 30 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

สรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังแผนภูมิที่ 5



แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2 3) แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.2 ผู้วิจัยทบทวนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง

1.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2 ก่อนเรียน (Pre - test)

2. ขั้นทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ และใช้เครื่องมือในการวิจัยที่เตรียมไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 เวลาที่ใช้ในการทดลอง 4 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง

2.2 การจัดช่วงเวลาในการเรียนแต่ละวัน จัดการเรียนการสอนตามเวลาของการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ตามแผนการเรียนรู้ของครูผู้สอน

2.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอนคือ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ และมีรายวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นเนื้อหาหลัก ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.4 ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง มีแผนการจัดการเรียนรู้ 1-3 มีขั้นตอนการสอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองปัญหาโดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยอาศัยความรู้พื้นฐานหรือการศึกษาจากเอกสารตำราหรือสื่ออื่น ๆ ที่น่าสนใจและใกล้ตัวนักเรียนโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจปัญหาเสนอแนวคิดต่อปัญหากำหนดข้อเท็จจริงที่ปรากฏในปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ครูกำหนดข้อเท็จจริงจากปัญหาประเด็นปัญหาที่ศึกษาค้นคว้า เตรียมใบความรู้ ใบกิจกรรม กระตุ้นด้วยคำถาม โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจปัญหาและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 3 ค้นคว้าหาวิธีการแก้ปัญหา ครูเป็นผู้ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สามารถวิเคราะห์ องค์ประกอบของปัญหาที่กำหนดให้ รวมทั้งอธิบายความเชื่อมโยงของข้อมูลหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องทุกส่วน

ขั้นตอนที่ 4 สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล ครูจะเป็นผู้ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มา

ขั้นตอนที่ 5 สรุปนำเสนอและประเมินผลงาน ครูร่วมกันอภิปรายผลกับนักเรียน ผลการแก้ปัญหา ผลการหาคำตอบ ครูช่วยเพิ่มเติมข้อมูลให้สมบูรณ์และแก้ไขข้อบกพร่อง ครูประเมิน โดยการสังเกตการปฏิบัติงานตลอดกระบวนการเรียนรู้จากการทำแบบทดสอบ ใบงาน ใบกิจกรรม โดยประเมินตามสถานการณ์จริงของนักเรียนซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของตนเอง โดยส่งตัวแทน นำเสนอผลงานหรือคำตอบที่สมบูรณ์ของปัญหาและนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย

3. ขั้นหลังการทดลอง ภายหลังเสร็จสิ้นการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยประเมิน ทั้ง 5 ด้านในขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 1 ครั้ง แต่ละครั้งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน รวมประเมินทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนโดยการให้นักเรียนตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติและวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถิติต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนโดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	ΣX	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้
(มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	ΣX^2	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนน
	$(\Sigma X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

2.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

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

IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
ΣR	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ตรวจสอบหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบในรายข้อ (Item Analysis) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$P = \frac{P_H + P_L}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อคำถามแต่ละข้อ
	P_H	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อของกลุ่มสูง
	P_L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อของกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

$$R = \frac{P_H - P_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	R	แทน	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
	P_H	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อของกลุ่มสูง
	P_L	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อของกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.3 ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปรนัย โดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$r_{rr} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_i^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{rr}	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อ
	p	แทน	สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ ($q = 1 - p$)
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3. การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง

คะแนนการทดสอบก่อนจัดการเรียนรู้และหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ค่าสถิติการทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2550) ดังนี้

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t -test
	D	แทน	ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
	N	แทน	จำนวนคู่ของข้อมูล
	ΣD	แทน	ผลรวมของค่า D
	ΣD^2	แทน	ผลรวมของค่า D^2

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลผลการประเมินคุณภาพทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สรุปวิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดำเนินการวิจัยดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	วิธีดำเนินการวิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	เครื่องมือ/การวิเคราะห์ข้อมูล
1. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	-จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ -ประเมินผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียน	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์	- แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ - วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)และการทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent
2. เพื่อศึกษาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	-ประเมินโดยผู้สอนสังเกตการตอบคำถาม การนำเสนอ ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้และตรวจใบกิจกรรม	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์	- แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	-นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไปทดลองใช้กับนักเรียนหลังเรียน	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์	แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยนำเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การประยุกต์ 2 จำนวน 3 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 จำนวน 30 ข้อ แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งประเมินโดยผู้ช่วยครู แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ทดสอบก่อนจัดการเรียนรู้ จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยประเมินทั้ง 5 ด้านในขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 1 ครั้ง แต่ละครั้งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน รวมประเมินทั้งหมด 3 ครั้ง ซึ่งคะแนนนั้นได้จากการสังเกต การนำเสนอ การตรวจใบกิจกรรมและชิ้นงาน แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย จากนั้นทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้และสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อเป็นการตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำหรับรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอน มีดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 1 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ ปรากฏรายดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนน	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนจัดการเรียนรู้	30	30	13.03	2.43	16.32*	.00
หลังจัดการเรียนรู้	30	30	21.27	2.61		

* $P < .05$

จากตารางที่ 14 พบว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

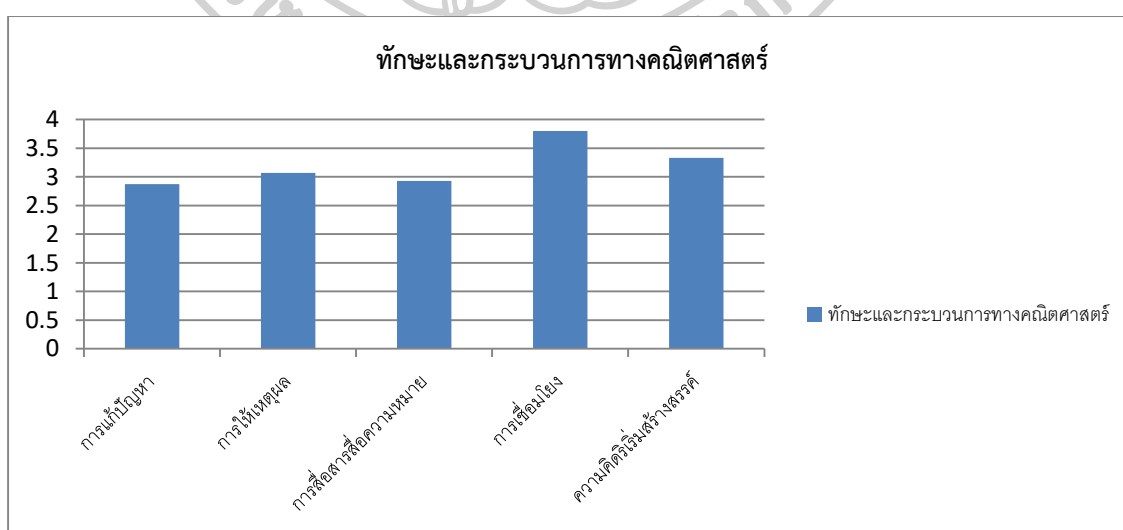
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับใด ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลัง
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ระดับ	ลำดับที่
1. ความสามารถในการแก้ปัญหา	4	2.87	0.64	สูง	5
2. ความสามารถด้านการให้เหตุผล	4	3.07	0.46	สูง	3
3. ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	4	2.93	0.26	สูง	4
4. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ	4	3.80	0.41	สูงมาก	1
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4	3.33	0.72	สูง	2
รวม	4	3.20	0.50	สูง	

จากตารางที่ 15 พบว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง ($\bar{X} = 3.20$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงมากได้แก่ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ นอกนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงทุกข้อ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2



แผนภูมิที่ 6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับใด
ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ระดับความ พึงพอใจ	ลำดับ ที่
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้				
1. นักเรียนได้รับความสนุกสนานในการเรียนรู้	4.23	0.73	มาก	2
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนอยากตอบปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้	3.77	0.77	มาก	5
3. ในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ นักเรียนมีความสุข	4.30	0.92	มาก	1
4. นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันกับเพื่อน	4.07	0.87	มาก	3
5. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	3.97	0.81	มาก	4
สรุปด้านบรรยากาศในการเรียนรู้	4.07	0.53	มาก	3
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
6. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	4.10	0.92	มาก	4
7. นักเรียนได้แสวงหาความรู้และหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	4.37	0.72	มาก	1
8. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนบูรณาการความรู้ตามแนวคิด STEAM เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	4.01	0.80	มาก	6
9. นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแสวงหาคำตอบที่จะศึกษาตามความสนใจ	4.00	0.83	มาก	7
10. นักเรียนมีการวางแผนค้นหาคำตอบ และแหล่งการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.17	0.83	มาก	3
11. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะเรียนได้	4.27	0.83	มาก	2
12. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มต้นจากปัญหาใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องกับสังคมในท้องถิ่นของตนเอง	4.03	0.93	มาก	5
สรุปด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.15	0.45	มาก	1

ตารางที่ 16 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด

STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ต่อ)

ความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	ลำดับที่
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้				
13. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและแก้ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอน	4.03	0.81	มาก	5
14. นักเรียนได้รับประสบการณ์และความรู้ใหม่ จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	3.90	0.71	มาก	8
15. นักเรียนสามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจได้ด้วยตนเอง	4.13	0.73	มาก	3
16. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนเป็นผู้มีความรับผิดชอบ	4.20	0.71	มาก	2
17. นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น	4.00	1.02	มาก	6
18. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผลได้ดียิ่งขึ้น	4.13	0.82	มาก	4
19. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น	3.97	0.76	มาก	7
20. นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.50	0.82	มาก	1
สรุปด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้	4.11	0.50	มาก	2
สรุป	4.11	0.43	มาก	

จากตารางที่ 16 พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.11$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.15$) รองลงมา ได้แก่ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.11$) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.07$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ($\bar{X} = 4.50$) รองลงมาได้แก่ นักเรียนได้แสวงหาความรู้และหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ($\bar{X} = 4.37$) ในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ นักเรียนมีความสุข ($\bar{X} = 4.30$) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนอยากตอบปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 3.77$)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงทดลองขั้นพื้นฐาน (Pre – Experimental Designs) แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว (The One Group Pretest – Posttest Design) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 2) เพื่อศึกษาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ อ.จอมบึง จ.ราชบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การประยุกต์ 2 มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2 ก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อๆ ละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 30 คะแนน กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตอบถูกให้ 1 คะแนน และตอบผิดให้ 0 คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.29 – 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 (KR – 20) 3) แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.60 – 0.80 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปได้ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงมากได้แก่ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ นอกนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงทุกข้อ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดได้แก่ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รองลงมา ได้แก่ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ รองลงมาได้แก่ นักเรียนได้แสวงหาความรู้และหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ นักเรียนมีความสุข และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนอยากตอบปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา ชั้นทำความเข้าใจปัญหา ชั้นศึกษาค้นคว้าหาวิธีการแก้ปัญหา ชั้นสังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล และชั้นสรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน โดยในชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งอาศัยความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ชั้นทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ชั้นศึกษาค้นคว้าหาวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าในสาระวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ชั้นสังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มา และชั้นสรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน ผู้เรียนสรุปผลงานของตนเอง และนำเสนอผลงานที่เกิดจากการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ในรูปแบบที่หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Kim and Park (2012) กล่าวว่า การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงวิชาการกับศิลปศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงสร้างสรรค์ร่วมกันอย่างลงตัวนั้น ให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผล และนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้ สอดคล้องกับแนวคิดของ พรทิพย์ ศิริภักทราชัย (2556) ได้กล่าวว่า STEM Education มีลักษณะเป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาล - มัธยมศึกษาตอนปลายโดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning ให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพของผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้นเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) ได้กล่าวว่า การใช้สตรึมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเริ่มต้นด้วยการนำเสนอประเด็นให้นักเรียนเห็นและทำความเข้าใจปัญหาในสังคม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดทำความเข้าใจปัญหา และการคิดการหาวิธีการแก้ปัญหารวมทั้งการมีส่วนร่วม

ร่วมให้เกิด การอยากค้นหาไปสู่อการสร้างสรรค์และแนวทางในการแก้ไขปัญหาโดยนำการบูรณาการ เนื้อหาสาระครอบคลุม stem และศิลปะ ที่เน้นการสร้างแรงจูงใจด้วยการลงมือปฏิบัติโดยผ่าน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด วัชรา เล่าเรียนดี (2553) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหา เป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญ สถานการณ์ปัญหาจริง และฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งช่วยให้ ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สอดคล้องกับงานวิจัยของ นวลละออง ปิริยะ (2551) ได้ทำ การวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ทศนิยม สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านช่องไทร จังหวัดสตูล ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ไพลิน สว่างเมฆรัตน์ (2551) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนคณิตศาสตร์เรื่อง การบวก ลบ และคูณทศนิยม หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ วันดี ต่อเพ็ง (2553) ได้ทำการ วิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวและการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักเรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียวเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญจมาศ เทพบุตรดี (2550) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่อง การ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการวิเคราะห์ และความสามารถในการฟัง เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา

เป็นฐาน (PBL) และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารทศนิยม มีขั้นตอนของ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่ากลุ่มที่จัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ นัสรินทร์ ปือซา (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 สอดคล้องกับ จาริพร ผลมูล (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัด ชุมพร ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 33 คน จากการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากข้อมูลงานวิจัยสนับสนุนดังกล่าวการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดย ใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นเรียนรู้ที่ส่งเสริมผู้เรียนให้มีกระบวนการคิดแก้ไขสถานการณ์ปัญหาอย่างเป็น ระบบมีขั้นตอน เน้นการสร้างแรงจูงใจด้วยการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติโดยผ่านกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ทางวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

2. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง เมื่อ พิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงมาก ได้แก่ ความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ นอกนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ใน ระดับสูงทุกด้าน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหา เป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ร่วมกัน ออกแบบแผนผัง ความคิด โดยบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงความรู้นำไปสู่การแก้ปัญหาาร่วมกัน จึงส่งผลให้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่น ๆ อยู่ในระดับสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เข็ดพงค์ ชาชุมวงศ์ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การ

พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความรู้ใฝ่เรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนศรีบัวบานวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม จำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ นุชนารถ ทองกระจ่าง (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 30 คน โรงเรียนวัดโสธรวรารามวรวิหาร จังหวัดฉะเชิงเทรา ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการเชื่อมโยงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็น หลังการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนการใช้กิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุณิสา สุมิรัตน์ (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฎกษัตริย์ กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า 1) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 13.41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.05

3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รองลงมา ได้แก่ ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ บรรยากาศในการเรียนรู้ จากผลการสอบถามความพึงพอใจข้างต้น เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี มีขั้นตอนการสอนที่ชัดเจน กิจกรรมการเรียนรู้แปลกใหม่น่าสนใจ สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้อยากค้นหาคำตอบของปัญหา นักเรียนจึงมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สูงกว่าด้านอื่น ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ นุชนารถ ทองกระจ่าง (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 30 คนโรงเรียนวัดโสธรวรารามวรวิหาร จังหวัดฉะเชิงเทรา ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจมากที่สุด ส่วนด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าด้านอื่น ๆ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บางช่วงเวลาที่มีการเร่งให้นักเรียนทำกิจกรรมให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด ส่งผลให้นักเรียนเกิดความวิตกกังวล และทำให้เกิดบรรยากาศความตึงเครียดในห้องเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจะได้แก้ไขโดยการเพิ่มระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง โดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และเน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่าง ๆ แล้วนำไปสู่การแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงอย่างมีลำดับขั้นตอน ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับแนวคิด

ของ วิชนี ย ทศตะ (2547) กล่าวว่าในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผู้เรียนได้สัมผัสจริงกับปัญหาที่จะพบได้ในสถานการณ์จริงเป็นสิ่งกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดเนื้อหาที่ต้องการเรียนรู้อย่างอิสระค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนอยากตอบปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูขาดการเสริมแรงทางบวกในการตอบปัญหา และนักเรียนบางคนยังขาดความกล้าแสดงออก ไม่กล้าคิด ไม่กล้าทำ และไม่กล้าตอบคำถาม ผู้วิจัยจะได้ปรับปรุงแก้ไขโดยการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากข้อค้นพบของการวิจัยและการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำเสนอข้อเสนอแนะใน 2 ส่วน คือ ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัย พบว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าผลการเรียนรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้ แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2 ให้สูงขึ้นได้ ดังนั้นครูจึงควรนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไปใช้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ

2. จากผลการวิจัย พบว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง ดังนั้นครูจึงควรนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไปใช้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ เช่น บทประยุกต์ 1 การประยุกต์เกี่ยวกับเศษส่วน ทศนิยม และเลขยกกำลัง เป็นต้น เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3. จากผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ประเด็น

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนอยากตอบปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนพึงพอใจในระดับมาก แต่ต่ำกว่าความพึงพอใจในประเด็นอื่น ๆ ดังนั้น ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่หลากหลายและเร้าความสนใจในการตอบปัญหาของผู้เรียน เช่น เพิ่มคะแนนหรือให้รางวัลนักเรียนคนที่ตอบปัญหา เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากตอบปัญหามากยิ่งขึ้น

4. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรอธิบายขั้นตอนแก้ปัญหา ทั้ง 5 ขั้นตอน อย่างละเอียด และชัดเจน ควรมีการฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนรู้จักหน้าที่การเป็นผู้นำ ผู้ตามที่ดี และฝึกการปรับตัวให้เข้ากับเพื่อนในกลุ่ม การวางแผนเรื่องการกำหนดระยะเวลาในการจัดกิจกรรมให้ดี หากเกิดเหตุขัดข้องซึ่งอาจทำให้การทำงานไม่เป็นตามแผนที่วางไว้ การทำงานไม่ทันตามกำหนดเวลา ดังนั้นจึงควรมีการเผื่อเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ด้วย การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูและนักเรียนต้องมีการวางแผนจัดเตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้การทำกิจกรรมเป็นไปอย่างราบรื่น

ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับวิธีจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน การเรียนรู้แบบเทคนิค KWC เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไปทดลองใช้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ศิลปศึกษา วิชาเทคโนโลยี วิชาภาษาไทย เป็นต้น

3. ควรมีการศึกษาวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เกี่ยวกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมวิชาการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ, & สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551: 11-21). *แนวทางการวัดและประเมินผลในชั้นเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว.
- จริยชาติ ชูวงศ์ศิริกุล. (2550). *การพัฒนาแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาภูเก็ต*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- จารีพร ผลมูล. (2558). *การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิตติมา ชอบเอียด. (2551). *การใช้ปัญหาปลายเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จุไรรัตน์ ปิงผลพูล. (2555). *การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้แบบโครงงาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชวาล แพรัตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล (Vol. 7)*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์วิฑูรย์การปก.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพมหานคร: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.
- เชิดพงศ์ ชาชุมวงศ์. (2557). *การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ ความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน*

- ร่วมกับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์. วารสารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร, 11(กรกฎาคม - กันยายน 2557).
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2535). การสร้างเสริมสมรรถภาพการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2548). การจัดการเรียนรู้บูรณาการ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2557). ผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิตินา แคมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพมหานคร: บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์.
- นวลละออง ปิริยะ. (2551). กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านช่องไทรจังหวัดสตูล. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นัสรินทร์ ปือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นุชนารถ ทองกระจ่าง. (2557). การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาโทนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยบูรพา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เนตรชนก คงทน. (2545). พฤติกรรมการรับชมละครโทรทัศน์ไทยและการใช้ประโยชน์ในการนำไปพัฒนาตนเองของนักศึกษาสถาบันราชภัฏนครราชสีมา. สถาบันราชภัฏนครราชสีมา, นครราชสีมา.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น (Vol. 9). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- เบญจมาศ เทพบุตรดี. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง การบวก

- ลป คุณ ทหาร ทศนิยม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พนารัตน์ แซ่มชื่น. (2548). ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์. (สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรชัย จันทะคุณ. (2546). การสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (ปริญญาโทการศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยขอนแก่น, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2, 49-56.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2550). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (Vol. 8). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ไพรินทร์ ฉัตรบรรยงค์. (2543). การสร้างชุดการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยวิธีสอนแบบวรรณิ เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์การคูณและการหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไพลิน สว่างเมฆารัตน์. (2551). การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยทักษิณ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ภัทรา สุวรรณบัตร. (2552). วิธีการเรียนรู้สู่ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์. วารสารวิชาการ, 12(2), 66.
- ภัทราวดี มากมี. (2553). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based Learning). วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, 5(1)(มกราคม - มิถุนายน), 7-14.
- มนสภรณ์ วิฑูรเมธา. (2545). การเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem Based Learning/ PBL). วารสารรังสิตสนเทศ, 1(มกราคม - มิถุนายน), 57-59.
- มณฑรา ธรรมบุศย์. (2545). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ โดยใช้ PBL (Problem Based Learning). 5(กุมภาพันธ์), 43-45.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- ยศวีร์ สายฟ้า. (2555). *การเสริมสร้าง วิทย์เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ด้วย STEAM Model*.
http://www.educathai.com/workshop_download_handout_download.php?id=60
 &page=4 Retrieved สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2559
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์จำกัด.
- รังสรรค์ มณีเล็ก. (2545). *แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประเมินการศึกษา*.
 นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- รุ่งศิริ เข้มตระกูล. (2547). *ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์*. *วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน*, 10(1), 22.
- ล้วน สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ: ภาควิชาการวัดและ
 การวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วรรณวิไล หงษ์ทอง. (2551). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
 ประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
 มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัชราน เล่าเรียนดี. (2553). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด การจัดการ
 เรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัฒนา รัตนพรหม. (2548). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก*. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 20,1
 (มกราคม – เมษายน 2548), 33-40.
- วันดี ต่อเฟิง. (2553). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
 ที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิต
 วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิชเนี่ย ทศตะ. (2547). *การเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้เรื่องสิ่งแวดล้อมของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้
 โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก และแบบสืบเสาะหาความรู้*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต),
 มหาวิทยาลัยศิลปากร, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วิมลรัตน์ ศรีสุข. (2553). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการบูรณาการรูปแบบการสร้างมโน
 ทัศน์กับรูปแบบการแปลงเพื่อเสริมสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถทางการคิด
 อုပ်นัยของนักเรียนมัธยมศึกษา*. *วารสารวิชาการ*, 13(2), 74-75.
- วิสุตา รัชชู. (2547). *การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานการศึกษาจังหวัดระนอง*. (วิทยานิพนธ์
 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.
- วิสูตร โพธิ์เงิน. (2560). *STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรง
 บันดาลใจให้เด็ก*. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 45(1), 320-334.

- ศรินธร วิทยะสิรินันท์. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.
- ศุภกิจ เฉลิมวิสุตม์กุล. (2546). *คณิตศาสตร์เบื้องต้น*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *เรขาคณิต*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค. (2545). *กิจกรรมส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันราชภัฏพระนคร.
- สายชล วนาธรัตน์. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสุขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการสอนโดยการใช้วัฏจักร 4 MAT และการสอนปกติ* (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, พิษณุโลก.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2555). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2559). *รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ*. <http://bet.obec.go.th>. Retrieved วันที่ 10 ธันวาคม 2559
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิกขา ทรงศักดิ์เกสร. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับการสอนแบบปกติ*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนรินทร์, ฉะเชิงเทรา.
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2554). *วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*. กรุงเทพมหานคร: 9199 เทคนิคพรินติ้ง.
- สุจิตรา หังสพฤกษ์. (2538). *เทคนิคการสร้างข้อสอบระดับประถมศึกษา*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- สุนิสา สุมิรัตน์. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารสิ่งแวดล้อมศึกษา*, 6(กรกฎาคม - กันยายน 2558), 97-109.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2536). *สถิติประยุกต์เพื่อการวิจัย*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุปรียา วงษ์ตระหง่าน. (2546). *การจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก*. กองบริการการศึกษา, 6(1), 1-4.
- สุพล วังสินธ์. (2549). วิธีสอนแบบแก้ปัญหา : การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. *วิทยาจารย์*, 7(พฤษภาคม), 56-59.
- สุภาวดี ตั้งบุบผา. (2533). *การสร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร*. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุภาวดี ประเสริฐศรี. (2546). *การพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต)*, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- สุรพล พยอมแย้ม. (2544). *จิตวิทยาพื้นฐานสำหรับการศึกษา*. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ. (2550). *กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *21 วิธีการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สุไบตะ อาแว. (2552). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษาศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จังหวัดชลบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรธณพ ชุ่มเพ็งพันธ์. (2550). *การพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

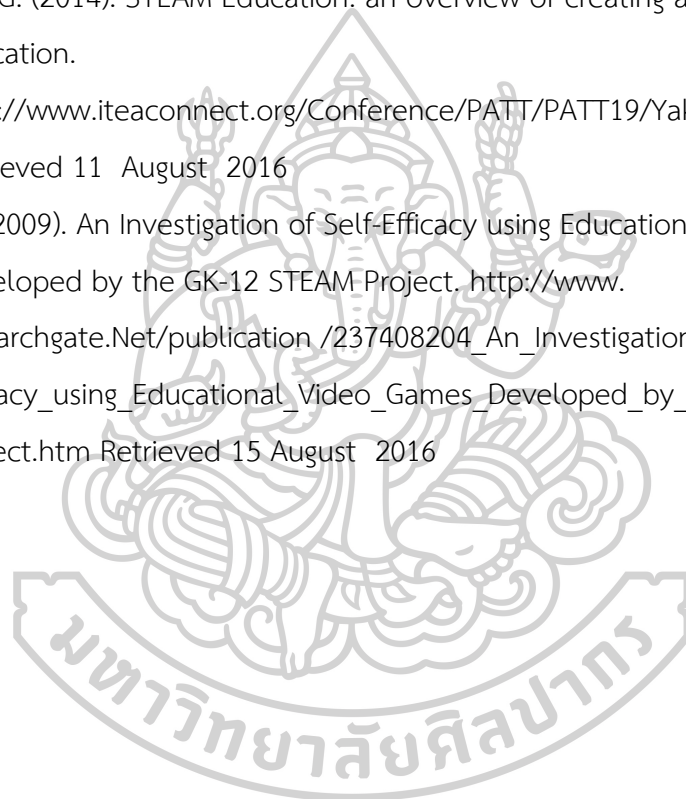
อัญชญา โปธิพลากร. (2545). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อัมพร ม้าคอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (Vol. 2). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Barrows, T. (2016). *Problem-Based Learning: An Approach to Medical 12.* New York: Macmillan Publishing Company.
- Behiye, A. (2009). Problem-Based Learning in Science Education. *Turkish Science Education, 6*(April 2009), 26-36.
- Beringer, J. (2007). Application of Problem Based Learning through Research Investigation. *Journal of Geography in Higher Education*(September 2007), 445-457.
- Corbett, K. (2013). STEM Explore, Discover, Apply- Elective Courses that Use the Engineering Design Process to Foster Excitement for STEM in Middle School Students. National Integrated Cyber Education Research Center. <http://scholar.google.com> Retrieved 25 September 2016
- Cunningham, W. R. (2003). *Educational Leadership a Problem Based Approach.* New York: Pearson Education.
- Hmelo, C. E., & Evensen, D. H. (2000). *Problem-Based Learning : Gaining Insights on Learning Interactions Through Multiple of Inquiry.* Mahwah, New Jersey Lawrence Erlbaum Associates.
- Hussain, R. M. e. a. (2007). Problem-Based Learning in Asian Universities. *Studies in Higher Education*(December 2007), 761-772.
- Kim, Y., & Park, N. (2012). Development and Application of STEAM Teaching Model Based on the Rube Gddbery is Invention. *Computer Science and its Applications Lecture Notes in Electrical Engineering, 693-698.*
- Kwon, E. S. (2011). A new constructivist learning theory for web - based design learning with its implementation and interpretation for design education. <http://www.od.arc.nrru.ac.th/dao/detail.nps> Retrieved 8 March 2016

- Polya, G. (1957). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method* New York.
New York: Doubleday and Company Garden City.
- Williams, K. M. (2003). Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem-Solving Performance. *Mathematics Teacher*, 96(3)(Mach 2003), 185-187.
- Wilson J.W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics http://www.swis.act.ac.th/html_edu/act/temp_emp_research/1988 Retrieved วันที่ 20 ธันวาคม 2560
- Yakman, G. G. (2014). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative Education.
<http://www.iteaconnect.org/Conference/PATT/PATT19/Yakmanfinal19.pdf>
Retrieved 11 August 2016
- Young, W. (2009). An Investigation of Self-Efficacy using Education Video Games Developed by the GK-12 STEAM Project. http://www.researchgate.net/publication/237408204_An_Investigation_of_Self-Efficacy_using_Educational_Video_Games_Developed_by_the_GK12_STEAM_Project.htm Retrieved 15 August 2016





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

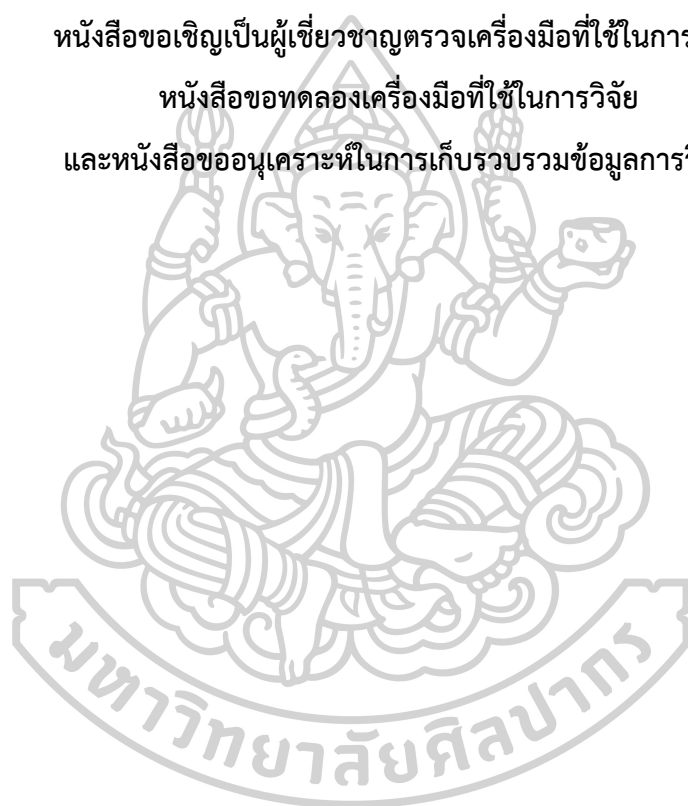
1. อาจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล อาจารย์ประจำสาขาวิชาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล
2. อาจารย์ ดร.พรพิมล รอดเคราะห์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและวิธีสอน
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร งามศิริ อาจารย์ประจำสาขาวิชาศิลปศึกษา
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและวิธีสอน
4. อาจารย์ ดร.เขาวฤทธิ พันธุ์ทอง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
5. นางสาวทัศนีย์ เรืองพยัคฆ์ ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนวัดอุดมรังสี (ป.ปิตุวัชรณอุปถัมภ์)
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

ภาคผนวก ข

หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

หนังสือขอตกลงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

และหนังสือขออนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย





บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.034-218790

ที่ ศธ 6806(นศ)/239

วันที่ 15 มกราคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล

ด้วย นางสาวสุนารี ศรีบุญฤทธิ์ สหประชาจำตัว 58263311 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต
สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียน
รู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนัก
เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้
ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร. นิชยศ โพธิ์พิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.034-218790

ที่ ศธ 6806 (ษค) / 323

วันที่ 17 มกราคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.พรพิมล รอดเคราะห์

ด้วย นางสาวสุนารี ศรีบุญ รหัสประจำตัว 58263311 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่าน ในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยศ ไพวิทยศิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ศบ 6806 (๑๕๕)/๒๕๖๐

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

15 มกราคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ

ด้วย นางสาวสุนารี ศรีบุญ รหัสประจำตัว 58263311 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต
สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้
ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชิต ไพทยศิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790



ที่ ศธ 6806 (นว) 241

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

15 มกราคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.เชาวฤทธิ์ พันธุ์ทอง

ด้วย นางสาวสุนารี ศรีบุญ รหัสประจำตัว 58263311 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิต
สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียน
รู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนัก
เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้
ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยศ ไพวิทยศิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790



ที่ ศธ 6806(พจ)/242

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

15 มกราคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวทัศนีย์ เรืองพักษณ์

ด้วย นางสาวสุนารี ศรีบุญ รหัสประจำตัว 58263311 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต
สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียน
รู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนัก
เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้
ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ โพธิ์ยศศิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ศธ 6806 (พฐ)/472

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

23 มกราคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์

ด้วย นางสาวสุนารี ศรีบุญ รหัสนประจำตัว 58263311 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต
สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียน
รู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 " มีความประสงค์ จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจาก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 23 คน ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2561 เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดแจ้ง นักเรียน ทราบ
เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้แก่ นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ไชยศ ไพวิทยศิริธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790



ที่ ศธ 6806 (อ.ล.)/441

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

23 มกราคม 2561

เรื่อง ขอตกลงเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนด้านทับตะโกราษฎร์อุบลมณี

ด้วย นางสาวสุนรี ศรีบุญ รหัสประจำตัว 58263311 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 " มีความประสงค์ จะขอตกลงเครื่องมือวิจัยกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 23 คน ช่วงเดือนมกราคม 2561 เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้นักศึกษาดังกล่าวได้ทดลองเครื่องมือวิจัยด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูริย์ธรรม)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790



ภาคผนวก ค

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและคะแนนผลการทดสอบ

1. แผนการจัดการเรียนรู้

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง บทประยุกต์ 2

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

- ค่าความยากง่าย (p)

- ค่าอำนาจจำแนก (r)

- ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

3. แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

4. แบบสอบถามความพึงพอใจ

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM

Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ข้อ	ประเด็น	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ΣR	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1	องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้								
	1.1 การเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม	+1	+1	0	0	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	1.2 องค์ประกอบภายในแผนการจัดการเรียนรู้ มีความสัมพันธ์ สอดคล้องกัน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	1.3 มีความชัดเจน สามารถแสดงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดกับตัวผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
2	ผลการเรียนรู้								
	2.1 ผลการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับ STEAM ครบทุกตัว	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	2.2 ผลการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
3	จุดประสงค์การเรียนรู้								
	3.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนถูกต้องครอบคลุมเนื้อหาสาระ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	3.2 ระบุความสามารถและพฤติกรรมให้นักเรียนได้พัฒนา สอดคล้องและสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
4	สาระสำคัญ								
	4.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับผลการเรียนรู้	+1	-1	+1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	4.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	-1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
5	สาระการเรียนรู้								
	5.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระสำคัญและผลการเรียนรู้	+1	+1	-1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	5.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสื่อ/แหล่งเรียนรู้	+1	+1	-1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM

Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ต่อ)

ข้อ	ประเด็น	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					Σ R	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
6	กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้								
	6.1 ความเหมาะสมและสอดคล้องกับสาระสำคัญและสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	6.2 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสม	+1	-1	+1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	6.3 การดำเนินกิจกรรมเน้นสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	6.4 กระบวนการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาโดยใช้กิจกรรม STEAM	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
7	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้								
	7.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	7.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	7.3 สอดคล้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน	+1	0	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	7.4 สอดคล้องและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
8	เครื่องมือวัดผล และประเมินผล								
	8.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	8.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้และกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 18 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

ผลการเรียนรู้	ข้อ	ระดับ พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ΣR	IOC	แปลผล
			1	2	3	4	5			
นำความรู้เกี่ยวกับ จำนวนเต็มไปใช้ ในการแก้ปัญหา	1	ความรู้ความจำ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	2	ความรู้ความจำ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	3	ความรู้ความจำ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	4	ความรู้ความจำ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	5	ความรู้ความจำ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	6	ความเข้าใจ	0	-1	-1	+1	+1	0.00	0.00	ไม่สอดคล้อง
	7	ความเข้าใจ	0	+1	-1	+1	+1	2.00	0.40	ไม่สอดคล้อง
	8	นำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	9	นำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	10	นำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	11	วิเคราะห์	+1	+1	-1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	12	นำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	13	นำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	14	ความรู้ความจำ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	15	ความเข้าใจ	0	-1	+1	+1	+1	2.00	0.40	ไม่สอดคล้อง
นำความรู้เกี่ยวกับ พื้นที่ รูปเรขาคณิตไปใช้ ในการแก้ปัญหา	16	ความรู้ความจำ	0	+1	+1	0	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	17	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	18	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	19	ความรู้ความจำ	0	+1	-1	0	+1	1.00	0.20	ไม่สอดคล้อง
	20	ความรู้ความจำ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	21	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	22	นำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	23	นำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	24	นำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	25	นำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	26	นำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	27	ความรู้ความจำ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	28	ความรู้ความจำ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	29	นำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	30	นำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 18 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์(ต่อ)

ผลการเรียนรู้	ข้อ	ระดับ พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ΣR	IOC	แปลผล
			1	2	3	4	5			
นำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ รูปเรขาคณิตไปใช้ในการ แก้ปัญหา	31	วิเคราะห์	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	32	นำไปใช้	0	-1	+1	+1	+1	2.00	0.40	ไม่สอดคล้อง
	33	นำไปใช้	+1	-1	+1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	34	วิเคราะห์	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	35	วิเคราะห์	+1	-1	+1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	36	วิเคราะห์	0	0	+1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	37	วิเคราะห์	0	0	+1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	38	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	39	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	40	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	41	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	42	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	43	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	44	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	45	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
เข้าใจเกี่ยวกับการ แปลงทางเรขาคณิตใน เรื่อง การเลื่อนขนาน การสะท้อนและการ หมุน และการนำไปใช้	46	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	47	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	0	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	48	ความรู้ความจำ	+1	0	+1	0	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	49	ความเข้าใจ	0	+1	0	0	+1	2.00	0.40	ไม่สอดคล้อง
	50	ความเข้าใจ	0	+1	+1	0	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	51	ความเข้าใจ	+1	+1	0	0	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	52	ความเข้าใจ	+1	-1	0	+1	+1	2.00	0.40	ไม่สอดคล้อง
	53	ความเข้าใจ	+1	+1	0	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
	54	ความเข้าใจ	+1	+1	-1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	55	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
	56	ความรู้ความจำ	+1	+1	-1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
	57	ความรู้ความจำ	+1	+1	-1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
นำความรู้เกี่ยวกับ จำนวนเต็มไปใช้ในการ แก้ปัญหา	58	วิเคราะห์	0	-1	-1	+1	+1	0.00	0.00	ไม่สอดคล้อง
	59	วิเคราะห์	0	0	-1	+1	+1	1.00	0.20	ไม่สอดคล้อง
	60	ความเข้าใจ	0	0	+1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง

ตารางที่ 19 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	1.00	-	ใช้ไม่ได้
2	1.00	-	ใช้ไม่ได้
3	1.00	-	ใช้ไม่ได้
4	1.00	-	ใช้ไม่ได้
5	0.86	0.29	ปรับปรุง
6	0.79	-0.14	ใช้ไม่ได้
7	0.43	0.57	ใช้ได้
8	0.71	0.29	ใช้ได้
9	0.57	0.86	ใช้ได้
10	0.50	0.71	ใช้ได้
11	0.57	0.86	ใช้ได้
12	0.64	0.43	ใช้ได้
13	0.71	0.57	ใช้ได้
14	0.71	0.57	ใช้ได้
15	0.36	-0.43	ใช้ไม่ได้
16	0.71	0.57	ใช้ได้
17	0.93	0.14	ใช้ไม่ได้
18	0.14	-	ใช้ไม่ได้
19	0.64	0.71	ใช้ได้
20	0.57	0.86	ใช้ได้
21	0.57	0.86	ใช้ได้
22	-	-	ใช้ไม่ได้
23	0.57	0.57	ใช้ได้
24	0.21	0.14	ปรับปรุง
25	0.29	-0.29	ใช้ไม่ได้
26	0.21	-0.14	ใช้ไม่ได้
27	0.21	-0.43	ใช้ไม่ได้
28	-	-	ใช้ไม่ได้
29	0.21	-0.43	ใช้ไม่ได้
30	0.14	0.29	ปรับปรุง

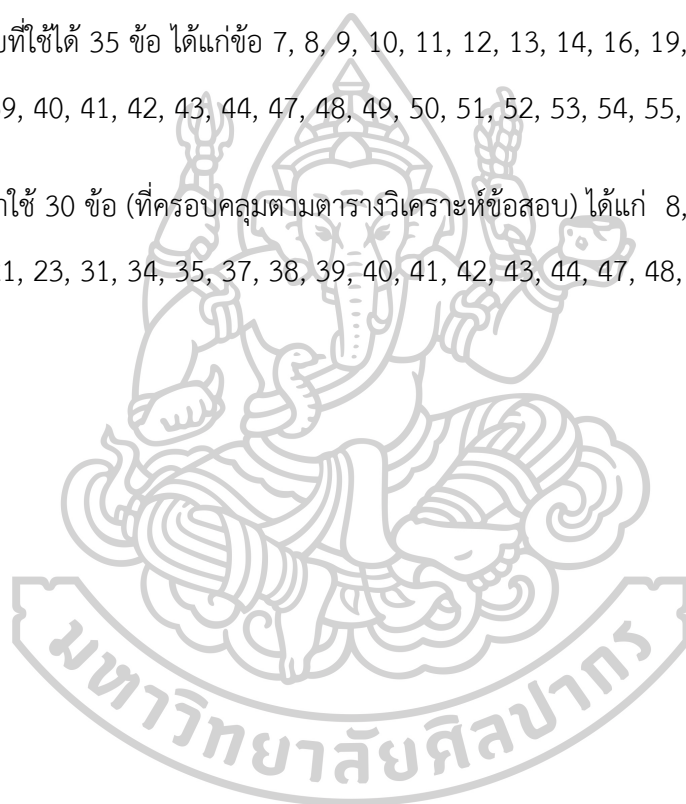
ตารางที่ 19 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ (ต่อ)

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล
31	0.79	0.43	ใช้ได้
32	0.14	-0.29	ใช้ไม่ได้
33	0.14	-0.29	ใช้ไม่ได้
34	0.29	0.57	ใช้ได้
35	0.71	0.29	ใช้ได้
36	0.29	-0.29	ใช้ไม่ได้
37	0.36	0.43	ใช้ได้
38	0.21	0.43	ใช้ได้
39	0.21	0.43	ใช้ได้
40	0.71	0.57	ใช้ได้
41	0.79	0.43	ใช้ได้
42	0.71	0.57	ใช้ได้
43	0.64	0.71	ใช้ได้
44	0.29	0.29	ใช้ได้
45	0.21	0.14	ปรับปรุง
46	0.36	0.14	ปรับปรุง
47	0.57	0.86	ใช้ได้
48	0.50	0.71	ใช้ได้
49	0.79	0.43	ใช้ได้
50	0.57	0.86	ใช้ได้
51	0.71	0.57	ใช้ได้
52	0.64	0.71	ใช้ได้
53	0.64	0.43	ใช้ได้
54	0.57	0.86	ใช้ได้
55	0.79	0.43	ใช้ได้
56	0.14	-	ใช้ไม่ได้
57	0.50	1.00	ใช้ได้
58	0.50	0.43	ใช้ได้
59	0.50	0.14	ปรับปรุง
60	0.14	0.29	ปรับปรุง

จำนวนข้อสอบ	60
จำนวนกระดาษคำตอบ	28
คะแนนเฉลี่ย	32.29
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	7.69
ความเชื่อมั่น KR – 20	.85
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	2.99

จำนวนข้อสอบที่ใช้ได้ 35 ข้อ ได้แก่ข้อ 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 21, 23, 31, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57 และ 58

ข้อสอบที่นำมาใช้ 30 ข้อ (ที่ครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ) ได้แก่ 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 23, 31, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 48, 50, 51, 53, 54, 55 และ 57



ตารางที่ 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ระดับ	พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\sum R$	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
1. ความสามารถในการแก้ปัญหา									
4	- ศึกษาปัญหาและทำความเข้าใจปัญหาอย่างครบถ้วนชัดเจน - มีการวางแผนการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ - มีการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ครบทุกขั้นตอน - สามารถประเมินและเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม	+1	+1	0	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
3	มีครบ 3 ประเด็น	+1	+1	0	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
2	มีครบ 2 ประเด็น	+1	+1	0	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
1	มีเพียง 1 ประเด็น	+1	+1	0	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
2. ความสามารถในการให้เหตุผล									
4	มีการอ้างอิง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจโดยใช้หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ และสมเหตุสมผล	0	+1	+1	0	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
3	มีการอ้างอิง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจโดยใช้หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องครบถ้วน	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
2	มีการอ้างอิง หรือเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจโดยใช้หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์	0	+1	0	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
1	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ	0	+1	0	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง

ตารางที่ 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
(ต่อ)

ระดับ	พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ΣR	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
3. การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ									
4	ใช้ภาษาพูดหรือเขียนเพื่อนำเสนอแนวคิดทางวิชาคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ถูกต้องชัดเจน และสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องเป็นระบบ กระชับชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
3	ใช้ภาษาพูดหรือเขียนเพื่อนำเสนอแนวคิดทางวิชาคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ถูกต้องชัดเจน และสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ ถูกต้องแต่ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์	0	+1	+1	+1	+1	4.00	8.00	สอดคล้อง
2	ใช้ภาษาพูดหรือเขียนเพื่อนำเสนอแนวคิดทางวิชาคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ แต่ไม่ชัดเจนในบางส่วน ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ไม่ถูกต้อง มีการใช้ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบ ชัดเจนบางส่วน	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
1	ใช้ภาษาพูดหรือเขียนเพื่อนำเสนอแนวคิดทางวิชาคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ แต่ไม่ชัดเจน มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ ไม่ถูกต้อง ไม่มีการใช้แผนภูมิหรือตารางใน การนำเสนอข้อมูล	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง

ตารางที่ 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

(ต่อ)

ระดับ	พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ΣR	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
4. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ									
4	นำความคิดรวบยอดหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือสาระอื่น เพื่ออธิบายข้อสรุปของปัญหาได้อย่างครบถ้วนชัดเจนทุกขั้นตอนและสามารถนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
3	นำความคิดรวบยอดหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือสาระอื่น เพื่ออธิบายข้อสรุปของปัญหาได้ครบถ้วนทุกขั้นตอนแต่ข้อสรุปไม่ถูกต้อง	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
2	นำความคิดรวบยอดหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือสาระอื่น แต่อธิบายข้อสรุปของปัญหาไม่ครบถ้วนและข้อสรุปไม่ถูกต้อง	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
1	นำความคิดรวบยอดหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือสาระอื่น แต่ไม่ได้หาข้อสรุป	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์									
4	มีแนวคิดหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่และสามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
3	มีแนวคิดหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่และสามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
2	มีแนวคิดหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ดัดแปลงมาจากองค์ความรู้อื่นและสามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00	สอดคล้อง
1	มีแนวคิดหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ดัดแปลงมาจากองค์ความรู้อื่นและไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง

ตารางที่ 21 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบสอบถามความพึงพอใจ

ข้อ	รายการ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					Σ R	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้									
1	นักเรียนชอบการอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
2	การจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อตนเอง และเพื่อนในกลุ่ม	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
3	ในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ นักเรียนมีความสุข	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
4	บรรยากาศของการเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
5	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้									
6	นักเรียนชอบวิธีการเรียนที่เริ่มต้นด้วยสถานการณ์ปัญหาก่อนการเรียนรู้	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
7	นักเรียนชอบการแสวงหาความรู้และหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
8	นักเรียนชอบวิธีการบูรณาการความรู้ตามแนวคิด STEAM เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	0	+1	+1	0	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง
9	นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแสวงหาคำตอบที่จะศึกษาตามความสนใจ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
10	นักเรียนมีการวางแผนค้นหาคำตอบ และแหล่งการเรียนรู้ด้วยตนเอง	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
11	นักเรียนชอบมีส่วนร่วมในการนำเสนอ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
12	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มต้นจากปัญหาใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องกับสังคมในท้องถิ่นของตนเอง	0	0	+1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง

ตารางที่ 21 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบสอบถามความพึงพอใจ (ต่อ)

ข้อ	รายการ	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ΣR	IOC	แปลผล
		1	2	3	4	5			
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้									
13	นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและแก้ปัญหาอย่างมีลำดับตามขั้นตอน	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
14	นักเรียนได้รับประสบการณ์และความรู้ใหม่ๆ จากกิจกรรมการเรียนรู้	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
15	นักเรียนสามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจได้ด้วยตนเอง	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
16	นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
17	นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
18	นักเรียนสามารถตัดสินใจโดยใช้เหตุผลได้	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
19	นักเรียนชอบวิชาคณิตศาสตร์	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80	สอดคล้อง
20	นักเรียนสามารถนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ไปแก้ปัญหาสังคม และพัฒนาประเทศชาติได้	-1	+1	+1	+1	+1	3.00	0.60	สอดคล้อง



ตารางที่ 22 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ผลต่าง
1	13	18	5
2	10	21	11
3	11	22	11
4	15	22	7
5	15	19	4
6	11	25	14
7	13	23	10
8	14	21	7
9	15	24	9
10	12	22	10
11	10	16	6
12	15	22	7
13	10	18	8
14	11	18	7
15	17	22	5
16	18	23	5
17	17	23	6
18	16	23	7
19	16	22	6
20	14	21	7
21	14	24	10
22	14	26	12
23	13	20	7
24	10	19	9
25	10	15	5
26	11	22	11
27	13	18	5
28	12	23	11
29	10	23	13
30	11	23	12

ตารางที่ 23 ค่าสถิติการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

T-TEST

PAIRS = Pretest WITH Posttest (PAIRED)
/MISSING=ANALYSIS
/CRITERIA=CIN(0.95).

Paired Sample Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	S.E. Mean
Pair 0 Pretest	13.03	30	2.43	.44
Posttest	21.27	30	2.61	.48

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 0 Pretest & Posttest	30	.40	.03

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 0 Pretest - Posttest	-8.23	2.76	.50	-9.26	-7.20	-16.32	29	.00



ตารางที่ 24 คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รายแผนการจัดการเรียนรู้

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	คะแนนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1					รวม	\bar{X}
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5		
1. การแก้ปัญหา	2	3	2	3	3	13	2.60
2. การให้เหตุผล	3	3	3	4	4	17	3.40
3. การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	3	3	3	3	3	15	3.00
4. การเชื่อมโยง	3	4	4	4	4	19	3.80
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	2	3	3	3	3	14	2.80

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	คะแนนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2					รวม	\bar{X}
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5		
1. การแก้ปัญหา	3	3	3	2	3	14	2.80
2. การให้เหตุผล	3	3	3	2	3	14	2.80
3. การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	3	3	3	3	3	15	3.00
4. การเชื่อมโยง	4	4	4	3	4	19	3.80
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4	4	4	3	4	19	3.80

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	คะแนนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3					รวม 20 คะแนน	\bar{X}
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5		
1. การแก้ปัญหา	4	3	3	2	4	16	3.20
2. การให้เหตุผล	3	3	3	3	3	15	3.00
3. การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	3	3	3	2	3	14	2.80
4. การเชื่อมโยง	4	4	4	3	4	19	3.80
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4	3	4	2	4	17	3.40

ตารางที่ 25 คะแนนการประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แผนที่	กลุ่มที่	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์					รวม	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})
		การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร	การเชื่อมโยง	ความคิดสร้างสรรค์		
1	1	2	3	3	3	2	13	2.60
	2	3	3	3	4	3	16	3.20
	3	2	3	3	4	3	15	3.00
	4	3	4	3	4	3	17	3.40
	5	3	4	3	4	3	17	3.40
รวมแผนที่ 1		13	17	15	19	14	78	15.60
ค่าเฉลี่ยแผนที่ 1		2.60	3.40	3.00	3.80	2.80	15.60	3.12
2	1	3	3	3	4	4	17	3.40
	2	3	3	3	4	4	17	3.40
	3	3	3	3	4	4	17	3.40
	4	2	2	3	3	3	13	2.60
	5	3	3	3	4	4	17	3.40
รวมแผนที่ 2		14	14	15	19	19	81	16.20
ค่าเฉลี่ยแผนที่ 2		2.80	2.80	3.00	3.80	3.80	16.20	3.24
3	1	4	3	3	4	4	18	3.60
	2	3	3	3	4	3	16	3.20
	3	3	3	3	4	4	17	3.40
	4	2	3	2	3	2	12	2.40
	5	4	3	3	4	4	18	3.60
รวมแผนที่ 3		16	15	14	19	17	81	16.20
ค่าเฉลี่ยแผนที่ 3		3.20	3.00	2.80	3.80	3.40	16.20	3.24
รวมแผนที่ 1-3		43	46	44	57	50	240	48.00
ค่าเฉลี่ย (\bar{X})		2.87	3.07	2.93	3.80	3.33	16.00	3.20
S.D.		0.64	0.46	0.26	0.41	0.72		

ตารางที่ 26 คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ (คน)					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึง พอใจ	ลำดับ ที่
	มากที่สุด(5)	มาก(4)	ปานกลาง(3)	น้อย(2)	น้อยที่สุด(1)				
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้									
1. นักเรียนได้รับความสนุกสนาน ในการเรียนรู้	12	13	5	0	0	4.23	0.73	มาก	2
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียน อยากตอบปัญหาในกิจกรรมการ เรียนรู้	5	14	10	1	0	3.77	0.77	มาก	5
3. ในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศแห่ง การเรียนรู้ นักเรียนมีความสุข	15	11	3	0	1	4.30	0.92	มาก	1
4. นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความ คิดเห็นร่วมกันกับเพื่อน	11	11	7	1	0	4.07	0.87	มาก	3
5. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนมี ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	3	11	10	0	0	3.97	0.81	มาก	4
สรุปด้านบรรยากาศในการ เรียนรู้	46	60	35	2	1	4.07	0.53	มาก	

ตารางที่ 26 คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ต่อ)

ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ (คน)					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ พึง พอใจ	ลำดับ ที่
	มากที่สุด(5)	มาก(4)	ปานกลาง(3)	น้อย(2)	น้อยที่สุด(1)				
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้									
6. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	11	13	5	0	1	4.10	0.92	มาก	4
7. นักเรียนได้แสวงหาความรู้และหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	15	11	4	0	0	4.37	0.72	มาก	1
8. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนบูรณาการความรู้ตามแนวคิด STEAM เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา	11	11	3	0	0	4.01	0.80	มาก	6
9. นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแสวงหาคำตอบที่จะศึกษาตามความสนใจ	7	18	4	0	1	4.00	0.83	มาก	7
10. นักเรียนมีการวางแผนค้นหา คำตอบ และแหล่งการเรียนรู้ด้วยตนเอง	12	12	5	1	0	4.17	0.83	มาก	3
11. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะเรียนได้	14	11	4	1	0	4.27	0.83	มาก	2
12. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มต้นจากปัญหาใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องกับสังคมในท้องถิ่นของตนเอง	12	8	9	1	0	4.03	0.93	มาก	5
สรุปด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	82	84	34	3	2	4.15	0.45	มาก	

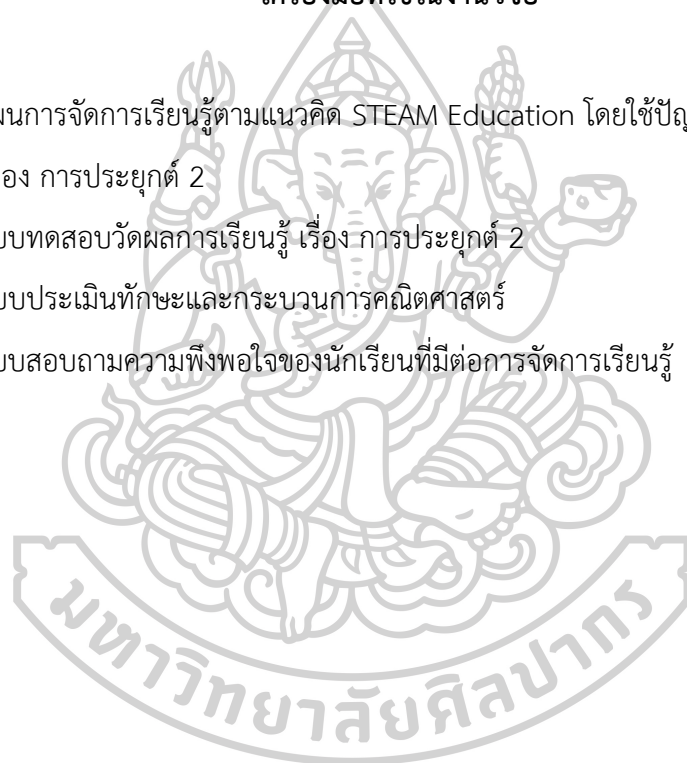
ตารางที่ 26 คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตาม
แนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (ต่อ)

ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ (คน)					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึง พอใจ	ลำดับ ที่
	มากที่สุด(5)	มาก(4)	ปานกลาง(3)	น้อย(2)	น้อยที่สุด(1)				
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้									
13. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและแก้ปัญหาอย่างมีลำดับตามขั้นตอน	9	14	6	1	0	4.03	0.81	มาก	5
14. นักเรียนได้รับประสบการณ์และความรู้ใหม่ จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	6	15	9	0	0	3.90	0.71	มาก	8
15. นักเรียนสามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจได้ด้วยตนเอง	10	14	6	0	0	4.13	0.73	มาก	3
16. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนเป็นผู้มีความรับผิดชอบ	11	14	5	0	0	4.20	0.71	มาก	2
17. นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น	12	9	6	3	0	4.00	1.02	มาก	6
18. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผลได้ดียิ่งขึ้น	11	13	5	1	0	4.13	0.82	มาก	4
19. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น	7	16	6	1		3.97	0.76	มาก	7
20. นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	18	9	2	1	0	4.50	0.82	มาก	1
สรุปด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้	84	104	45	7	0	4.11	0.50	มาก	

ภาคผนวก จ

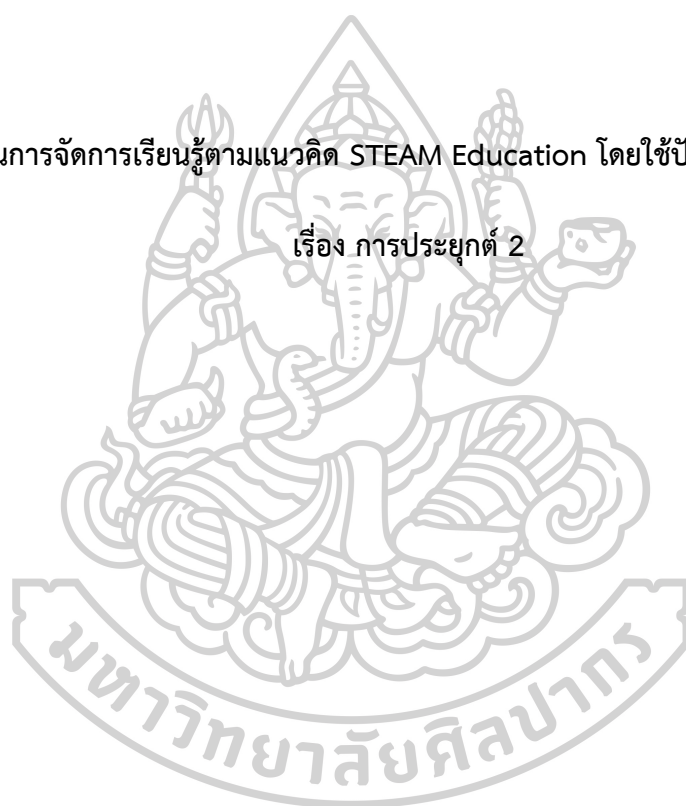
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การประยุกต์ 2
2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2
3. แบบประเมินทักษะและกระบวนการคิดศาสตร์
4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้



แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เรื่อง การประยุกต์ 2



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค21202 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 เรื่อง จำนวนเต็ม (มหัศจรรย์พลังยาง) จำนวน 4 ชั่วโมง
 ผู้สอน นางสาวสุนารี ศรีบุญ โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ จังหวัดราชบุรี

ผลการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (Science)	เทคโนโลยี (Technology)	วิศวกรรม (Engineering)	ศิลปะ (Arts)	คณิตศาสตร์ (Mathematic)
1. อธิบายหลักการเกิดพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ 2. อธิบายเกี่ยวกับแรงที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของวัตถุที่อยู่บนบกและบนผิวน้ำ	สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้เครื่องมือหรือวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม	มีความรู้ความสามารถในการวางแผนและการออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานรถพลังยางได้	มีความคิดริเริ่มดัดแปลงใช้องค์ประกอบทางทัศนศิลป์นำเสนอคิดค้นเทคนิควิธีการรูปแบบใหม่ๆ ในการสร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวได้	1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็มได้ 2. นำความรู้เกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (Science)	- พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุขณะวัตถุเคลื่อนที่ - พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุเป็นพลังงานของวัตถุที่อยู่สูงจากพื้นโลก - แรง หมายถึง สิ่งที่สามารถทำให้วัตถุที่อยู่นิ่งเคลื่อนที่หรือทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีความเร็วเพิ่มขึ้นหรือช้าลง หรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุได้
เทคโนโลยี (Technology)	- การสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต - หลักในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์
วิศวกรรม (Engineering)	- กระบวนการวางแผนออกแบบประดิษฐ์รถพลังยาง
ศิลปะ (Arts)	- การใช้องค์ประกอบทางทัศนศิลป์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน
คณิตศาสตร์ (Mathematic)	- การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็ม - จำนวนเต็ม

สาระสำคัญ

วิทยาศาสตร์ (Science)	เทคโนโลยี (Technology)	วิศวกรรม (Engineering)	ศิลปะ (Arts)	คณิตศาสตร์ (Mathematic)
<p>พลังยังเกิดจากการหมุน ยากล้วยปล่อยทันทีจะทำให้ เกิดแรงตืดหรือแรงพุ่ง ซึ่งใน การประดิษฐ์รถจากพลังยัง จะต้องอาศัยแรงตืดเพื่อให้รถ เคลื่อนที่ ในขณะที่รถเคลื่อนที่ จะทำให้เกิดพลังงานอย่างหนึ่ง เรียกว่า พลังงานจลน์</p> <p>รถพลังยังเคลื่อนที่ในน้ำ ใช้หลักการพลังงานศักย์ยึด หยุ่นของหนังยางและแรง เสียดทานระหว่างรถกับน้ำ และการที่รถพลังยังสามารถ ลอยอยู่บนผิวน้ำได้ ไม่ได้ ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของรถพลัง ยงเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับ กับปริมาณที่เรียกว่า ความ หนาแน่น ของรถพลังยังด้วย</p>	<p>การสืบค้นข้อมูล หมายถึง การค้นหา ความรู้ต่าง ๆ เพื่อ แก้ปัญหาหรือการ สร้างงานให้มี ประสิทธิภาพ</p> <p>หลักในการ เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ในการเลือกสร้าง ชิ้นงานแต่ละครั้ง จะต้องคำนึงถึง ลักษณะหรือ คุณสมบัติของในการ ใช้งานและสิ่งสำคัญ ต้องคำนึงถึงความ ปลอดภัยเป็นหลัก</p>	<p>การออกแบบ เป็นกระบวนการ ถ่ายทอดความคิด และกำหนดแบบ ของชิ้นส่วน ผลงานให้สามารถ ทำงานได้ตามที่ กำหนดโดยอาศัย หลักวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน</p>	<p>หลักการจัด องค์ประกอบทาง ทัศนศิลป์ คือ การนำเอาทัศน ธาตุ ได้แก่ จุด เส้น รูปร่าง รูปทรง น้ำหนัก อ่อนแก่ บริเวณ ว่าง สี และ พื้นผิว มาจัด ประกอบเข้า ด้วยกันจนเกิด ความพอดี เหมาะสม ทำให้ งานศิลปะชิ้นนั้น มีคุณค่าอย่าง สูงสุด</p>	<p>ใน ชีวิตประจำวันเราใช้ การคิดคำนวณ เกี่ยวกับระยะทางที่ รถวิ่งไปในสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งการคำนวณ ระยะทางจะเริ่มจาก จุดที่รถเคลื่อนที่ไป สิ้นสุดที่จุดที่รถหยุด แม้จะมีเครื่องคิดเลข แต่ในบางครั้งต้อง คำนวณเอง จึงต้องนำ ความรู้เกี่ยวกับการ บวก การลบ การคูณ และการหารจำนวน เต็มมาประยุกต์ใช้</p>

ในชีวิตประจำวันทุกคนต้องเคยพบกับปัญหาการคิดคำนวณต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นปัญหา
ด้านการเงิน การงาน การซื้อขายสินค้า เมื่อพบกับปัญหา แต่ละคนมีวิธีที่จะจัดการหรือ
แก้ปัญหาเหล่านั้นแตกต่างกันไป ซึ่งแต่ละวิธีการอาจให้ผลลัพธ์ที่เหมือนหรือแตกต่างกัน
เล็กน้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ของบุคคลผู้นั้น อย่างไรก็ตาม
หากเรามีความรู้เกี่ยวกับการคำนวณจำนวนเต็ม เราจะสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาเหล่านั้นได้
จำนวนเต็ม สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มศูนย์ และจำนวน
เต็มลบ

1. จำนวนเต็มบวก ซึ่งมีความหมายเดียวกันกับ “จำนวนนับ” และ “จำนวน
ธรรมชาติ” ได้แก่ 1, 2, 3, 4, 5, ...

2. จำนวนเต็มศูนย์ เป็นจำนวนที่อยู่ตรงกลางระหว่างจำนวนเต็มบวกและจำนวนเต็มลบ เขียนแทนด้วย “0”

3. จำนวนเต็มลบ เป็นจำนวนที่มีค่าน้อยกว่าจำนวนเต็มศูนย์ ซึ่งเป็นจำนวนตรงข้ามกับจำนวนเต็มบวก ได้แก่ -1, -2, -3, -4, -5, ...

จะเห็นได้ว่า จำนวนเต็มบวกที่มีค่าน้อยที่สุด สามารถหาค่าได้ คือ 1 แต่จำนวนเต็มบวกที่มีค่ามากที่สุดไม่สามารถหาค่าได้ ส่วนจำนวนเต็มลบที่มีค่ามากที่สุด สามารถหาค่าได้ คือ -1 แต่จำนวนเต็มลบที่มีค่าน้อยที่สุดไม่สามารถหาค่าได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการเคลื่อนที่ของรถพลังยางทั้งบนบกและในน้ำ (S)/K
2. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการคำนวณหาระยะทางที่รถพลังยางเคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้อง (M)/K
3. นักเรียนสามารถออกแบบและกำหนดชิ้นส่วนของรถพลังยางได้ (E)/P
4. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่ององค์ประกอบศิลป์มาสร้างรถพลังยางให้มีความสวยงามได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด (Arts)/P
5. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการประดิษฐ์รถพลังยางได้อย่างเหมาะสม (T)/P
6. นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจในการทำงาน (A)
7. นักเรียนมีวินัยในการทำงาน (A)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา

(ชั่วโมงที่ 1)

1. ครูแบ่งนักเรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง กลาง อ่อน) กลุ่มละ 6 คน และสมาชิกในกลุ่มร่วมกันตั้งชื่อกลุ่มตามชื่อยี่ห้อรถยนต์ เช่น Honda, Nissan, Toyota
2. สมาชิกในกลุ่มได้รับมอบหมายให้ศึกษาเนื้อหาดังต่อไปนี้

- สมาชิกในกลุ่มจำนวน 2 คน ศึกษาใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง จำนวนเต็มและวิธีการหาค่าเฉลี่ย (M)

- สมาชิกในกลุ่มจำนวน 2 คน ศึกษาใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง การจัดการลอยของวัตถุที่อยู่ในน้ำ (S)

- สมาชิกในกลุ่มจำนวน 2 คน ศึกษาใบความรู้ที่ 1.3 เรื่อง หลักการเคลื่อนที่ของวัตถุ (S)

3. สมาชิกในกลุ่มแต่ละกลุ่ม แยกย้ายไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่นที่ได้รับเนื้อหาเดียวกัน แล้วร่วมกันทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นอย่างละเอียด และร่วมกันอภิปรายหาคำตอบประเด็นที่ผู้สอนมอบหมายให้

4. นักเรียนทุกคนกลับเข้าสู่กลุ่มเดิม แต่ละกลุ่มช่วยสอนเพื่อนในกลุ่มให้เข้าใจเนื้อหาสาระที่ตนได้ศึกษามาแล้ว สมาชิกทุกคนก็จะได้เรียนรู้ภาพรวมของสาระทั้งหมด

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง พื้นฐานพลังงาน

(ชั่วโมงที่ 2-3)

6. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาน้ำท่วมกรุงเทพมหานคร (เปิดวิดีโอ) (T)

7. ประเด็นปัญหา : ในปัจจุบันเกิดภัยพิบัติน้ำท่วมในพื้นที่ชุมชนต่างๆเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นปัญหาและอุปสรรคในการสัญจรไปมาเราจะมีวิธีการในการสร้างรถจำลองเคลื่อนที่ได้ทั้งบนบกและในน้ำ โดยไม่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

คำถาม : นักเรียนจะมีวิธีการคิดอย่างไรในการประดิษฐ์รถจำลองที่สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งบนบกและในน้ำ โดยไม่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา

1. ครูสอบถามนักเรียนว่าใครเคยเห็นรถที่วิ่งได้ทั้งบนบกและในน้ำบ้าง และมีวิธีการใดที่สามารถทำให้รถเคลื่อนที่ได้ โดยไม่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง

2. ครูตั้งคำถามว่าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนจะอย่างไร ในการประดิษฐ์รถพลังงานที่วิ่งได้ทั้งบนบกและในน้ำ ต้องใช้กลไกใดทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยให้รถเคลื่อนที่ได้ โดยไม่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง แล้วร่วมกันอภิปรายถึงพลังงานจลน์ พลังงานศักย์ (S)

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและหาวิธีแก้ปัญหา

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นวิธีการประดิษฐ์รถพลังยางในรูปแบบต่างๆจากอินเทอร์เน็ต และทำใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง บันทึกการสืบค้น (T,A)

คำถาม : รถจำลองที่นักเรียนศึกษานั้นสามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งบนบกและในน้ำได้อย่างไรใช้อะไรในการเคลื่อนที่ (พลังยาง) (S)

2. นักเรียนแต่ละคนทำใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ลองก่อนลุย (งานเดี่ยว) เพื่อใช้ความรู้ของตนเองในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดร่วมกันเพื่อวางแผนและออกแบบรถพลังยางที่ขับเคลื่อนได้ทั้งบนบกและในน้ำโดยใช้พลังยาง จากนั้นทำใบกิจกรรมที่ 1.4 เรื่อง ออกแบบรถพลังยาง (S,E,A)

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการประดิษฐ์รถจำลองให้ขับเคลื่อนได้ทั้งบนบกและในน้ำโดยใช้พลังยาง

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานออกมานำเสนอ ผลการทำกิจกรรม โดยอธิบายถึงเทคนิคและวิธีการออกแบบรถพลังยาง พร้อมทั้งทดลองขับเคลื่อนรถจำลองทั้งบนบกและในน้ำ

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการออกแบบ การประดิษฐ์ และการเคลื่อนที่ของรถพลังยางทั้งบนบกและในน้ำ

ขั้นที่ 5 สรุป นำเสนอและประเมินผลงาน

(ชั่วโมงที่ 4)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำรถจำลองที่ขับเคลื่อนได้ทั้งบนบกและในน้ำด้วยพลังยางพร้อมกับทดสอบเรียบร้อยแล้ว นำมาแข่งขัน จำนวน 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยและบันทึกผล (S,M)

กิจกรรม : 1) ตัวแทนนำรถจำลองที่ขับเคลื่อนทั้งบนบกและในน้ำด้วยพลังยางมาแข่งขัน จำนวน 3 รอบและบันทึกผล

2) หาค่าเฉลี่ยจากการแข่งขันรถจำลองที่ขับเคลื่อนทั้งบนบกและในน้ำ ด้วยพลังยางทั้งหมด 3 รอบ

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์กระบวนการตั้งแต่การออกแบบการทดสอบและผลการแข่งขันเพื่อหาข้อสรุปในการประดิษฐ์รถจำลองที่เคลื่อนที่ทั้งบนบกและในน้ำด้วยพลังยาง

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบกิจกรรมที่ 1.5 เรื่อง สนามแข่งแห่งพลังยาง

4. ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอรูปภาพการออกแบบรถจำลองที่ขับเคลื่อนทั้งบนบกและในน้ำด้วยพลังยาง และชิ้นงานเพื่อหาข้อสรุป

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง จำนวนเต็มและวิธีการหาค่าเฉลี่ย (M)
2. ใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง การจมการลอยของวัตถุที่อยู่ในน้ำ (S)
3. ใบความรู้ที่ 1.3 เรื่อง หลักการเคลื่อนที่ของวัตถุ (S)
4. ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง พื้นฐานความรู้สู่พลังยาง
5. ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง บันทึกการสืบค้น
6. ใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ลองคิดก่อนลุย
7. ใบกิจกรรมที่ 1.4 เรื่อง ออกแบบรถพลังยาง
8. ใบกิจกรรมที่ 1.5 เรื่อง สนามแข่งแห่งพลังยาง
9. คลิปวิดีโอ <https://www.youtube.com/watch?v=QcUpnvo-bRE>

แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม

1. ห้องสมุดโรงเรียน
2. อินเทอร์เน็ต
3. เว็บไซต์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ภาระงาน

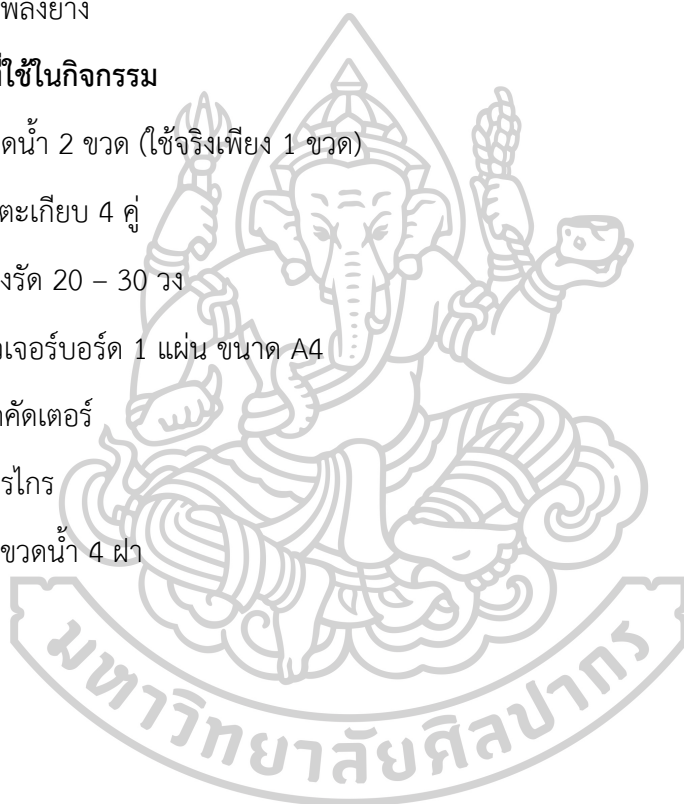
1. การนำเสนอหน้าชั้นเรียน สรุปลผล
2. การบันทึกผล

ชิ้นงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง พื้นฐานความรู้สู่พลังงาน
2. ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง บันทึกการสืบค้น
3. ใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ลองคิดก่อนลุย
4. ใบกิจกรรมที่ 1.4 เรื่อง ออกแบบรถพลังงาน
5. ใบกิจกรรมที่ 1.5 เรื่อง สนามแข่งแห่งพลังงาน
6. รถพลังงาน

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรม

1. ขวดน้ำ 2 ขวด (ใช้จริงเพียง 1 ขวด)
2. ไม้ตะเกียบ 4 คู่
3. ยางรัด 20 – 30 วง
4. ฟิวเจอร์บอร์ด 1 แผ่น ขนาด A4
5. มีดคัตเตอร์
6. กรรไกร
7. ฝาขวดน้ำ 4 ฝา



การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์/ภาระชิ้นงาน	วิธีการวัดผล และประเมินผล	เครื่องมือวัดผล และประเมินผล	เกณฑ์การ พิจารณา
1. ด้านความรู้ 1.1 หลักการเคลื่อนที่ของรถพลัง ยางทั้งบนบกและในน้ำ (S) 1.2 การคำนวณหาระยะทางที่รถ พลังยางเคลื่อนที่ (M)	- ตรวจสอบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง พื้นฐานความรู้สู่พลังยาง - ตรวจสอบกิจกรรมที่ 1.5 เรื่อง สนามแข่งแห่งพลังยาง	- แบบประเมินใบ กิจกรรม - แบบประเมินแผนผัง ความคิด	ระดับดีขึ้นไป (70 % ขึ้นไป)
2. ด้านทักษะ 2.1 การออกแบบและกำหนด ชิ้นส่วนของรถพลังยาง (E) 2.2 การนำความรู้เรื่อง องค์ประกอบศิลป์มาประดิษฐ์รถพลัง ยางให้มีความสวยงามได้ตามเงื่อนไข ที่กำหนด (A) 2.3 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการ เลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการประดิษฐ์ รถพลังยาง (T)	- ตรวจสอบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ลองคิดก่อนลุย - ตรวจสอบกิจกรรมที่ 1.4 เรื่อง ออกแบบรถพลังยาง - ประเมินชิ้นงาน - ตรวจสอบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง บันทึกการสืบค้น	- แบบประเมิน ใบกิจกรรม - แบบประเมินชิ้นงาน - แบบประเมิน ใบกิจกรรม	ระดับดีขึ้นไป (70 % ขึ้นไป)
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 3.1 ความมุ่งมั่นตั้งใจในการทำงาน 3.2 นักเรียนมีวินัยในการทำงาน	- ประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์	- แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	ระดับดีขึ้นไป (70 % ขึ้นไป)

บันทึกหลังการเรียนรู้

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

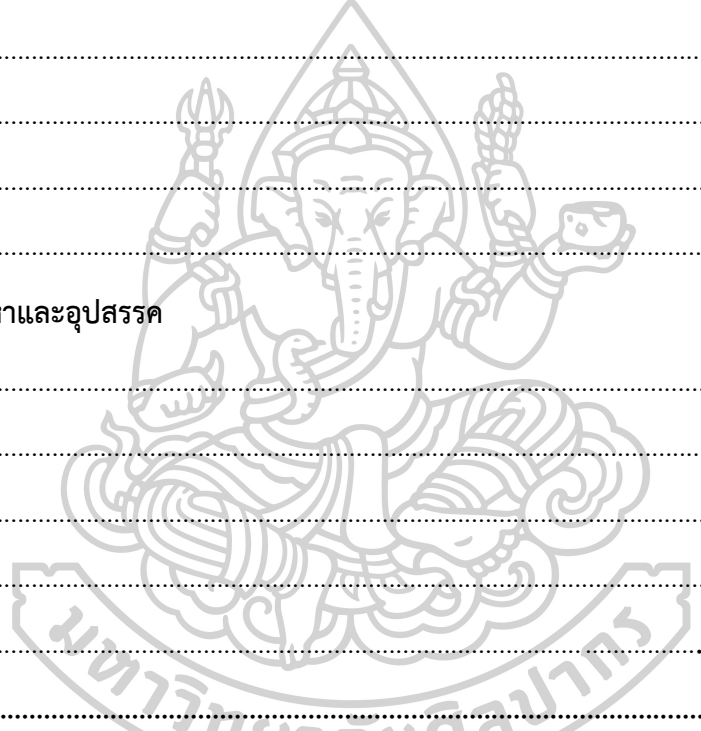
.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสุนารี ศรีบุญ)

ชื่อกลุ่ม.....

ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง พื้นฐานความรู้สู่พลังงาน

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

.....

.....

.....

2. จงตอบคำถามต่อไปนี้

- จำนวนเต็ม คือ.....

.....

.....

- สูตรในการหาค่าเฉลี่ย.....

.....

.....

- การจุม หมายถึง.....

.....

.....

- การลอย หมายถึง.....

.....

.....

- พลังงานจลน์เกิดจาก.....

.....

.....

- พลังงานศักย์เกิดจาก.....

.....

.....

- พลังงานสามารถนำมาสร้างเป็นแรงขับเคลื่อนรถได้อย่างไร

.....

.....

ชื่อกลุ่ม.....

ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง บันทึกการสืบค้น

ชื่อวัสดุ	คุณสมบัติของวัสดุ	รูปร่างรูปทรงของวัสดุ(วาดภาพ)
ยางรัด		
ขวดพลาสติก		
ไม้ตะเกียบ		
กาวแท่ง		
ไม้ไอติม		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์รถพลังยาง

ใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ลองคิดก่อนลุย (งานเดี่ยว)

1. ให้นักเรียนระบุชื่อวัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นเพื่อจะนำมาประดิษฐ์รถพลังยาง

.....

.....

.....

.....

2. วิธีดำเนินการประดิษฐ์รถพลังยาง

.....

.....

.....

.....

4. ปัญหาและอุปสรรคที่นักเรียนคาดว่าจะเกิดขึ้นในระหว่างดำเนินงาน

- ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

- แนวทางในการแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 1.4 เรื่อง ออกแบบรถพลังงาน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดสรุปการออกแบบรถพลังงานในตารางดังต่อไปนี้

วัสดุอุปกรณ์	ชื่อกลุ่ม.....
วิธีดำเนินการ	ออกแบบรถพลังงาน (วาดภาพรูปทรงของรถพลังงาน)
ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไข

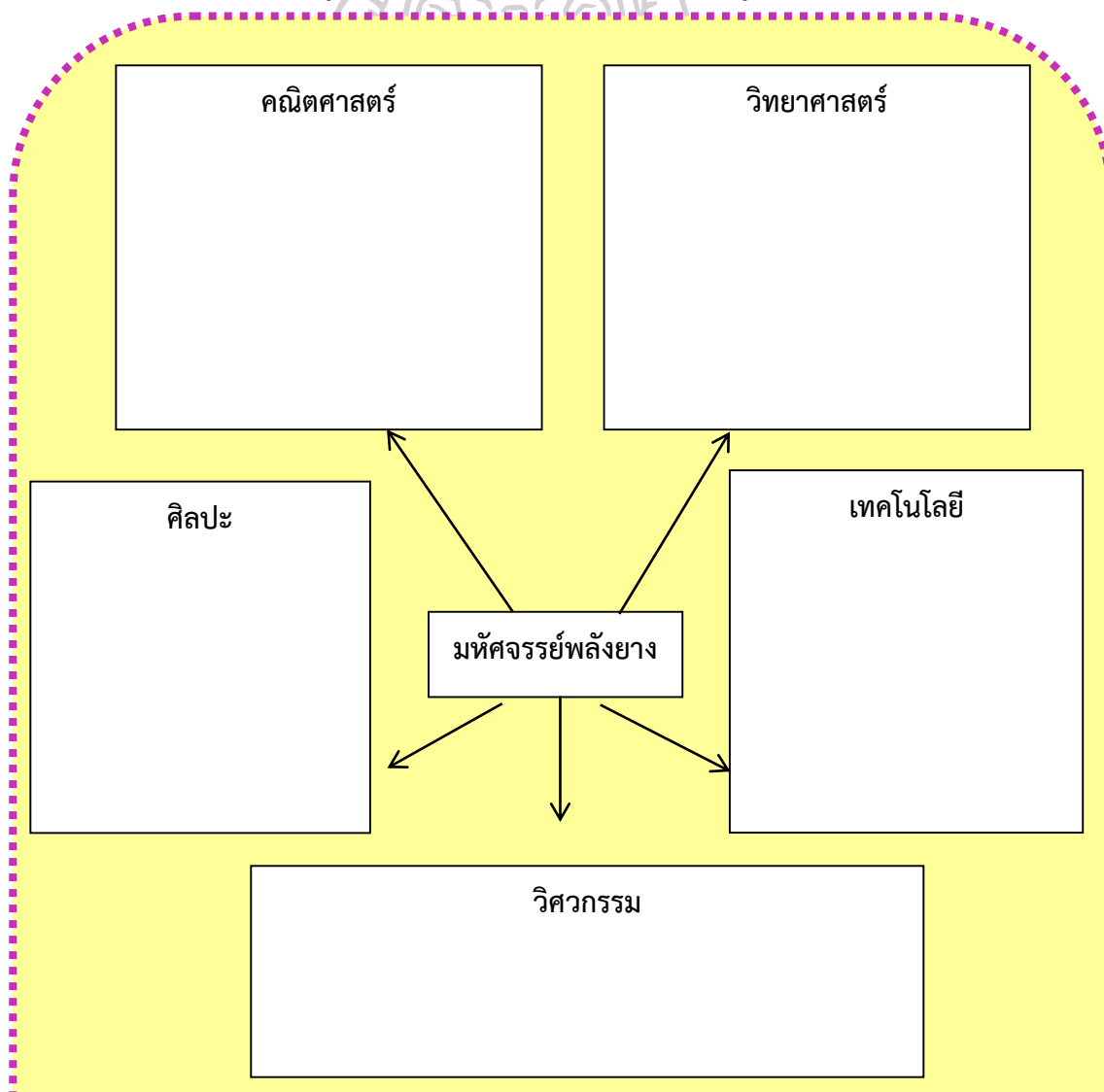
ชื่อกลุ่ม.....

ใบกิจกรรมที่ 1.5 เรื่อง สนามแข่งแห่งพลังยาง

1. บันทึกระยะทางที่รถพลังยางวิ่งทั้งบนบกและในน้ำลงในตารางต่อไปนี้ (หน่วย: ซม.)

จำนวนครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
ระยะทาง				
ระยะทางบนบก				
ระยะทางในน้ำ				

2. ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการประดิษฐ์รถพลังยางออกมาในรูปแบบแผนผังความคิด



ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง จำนวนเต็ม

จำนวนเต็ม คือจำนวนที่สามารถเขียนได้โดยปราศจากองค์ประกอบทางเศษส่วนหรือทศนิยม ตัวอย่างเช่น 21, 4, -2048 เหล่านี้คือจำนวนเต็ม แต่ $9.75, \frac{5}{2}, \sqrt{2}$ เหล่านี้ไม่ใช่จำนวนเต็ม

ชนิดของจำนวนเต็ม มี 3 ชนิด คือ

1. จำนวนเต็มบวก หรือ จำนวนนับ หรือ จำนวนธรรมชาติ ได้แก่ 1, 2, 3, 4, 5,....
2. จำนวนเต็มศูนย์ ได้แก่ 0
3. จำนวนเต็มลบ ได้แก่ -1, -2, -3, -4, -5,.....

การบวกจำนวนเต็ม	การบวกจำนวนเต็ม
<p>การบวกจำนวนเต็มชนิดเดียวกัน</p> <p>หลักการ คือ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มนั้นมาบวกกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบตามชนิดของจำนวนที่นำมาบวกกัน</p> <p>1. การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก</p> <p>ตัวอย่างที่ $10 + 12 =$</p> <p>ค่าสัมบูรณ์ของ 10 หรือ $10 = 10$</p> <p>ค่าสัมบูรณ์ของ 12 หรือ $12 = 12$</p> <p>ดังนั้น $10 + 12 = 10 + 12 = 22$</p> <p>นั่นคือ $10 + 12 = 22$</p>	<p>2. การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ</p> <p>หลักการ คือ นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน</p> <p>ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวนเต็มลบ</p> <p>ตัวอย่างที่ $(-15) + (-20) =$</p> <p>ค่าสัมบูรณ์ของ -15 หรือ $-15 = 15$</p> <p>ค่าสัมบูรณ์ของ -20 หรือ $-20 = 20$</p> <p>ดังนั้น $15 + 20 = 15 + 20 = 35$</p> <p>แต่ผลลัพธ์ที่ได้ต้องเป็นจำนวนเต็มลบ</p> <p>ดังนั้น $(-15) + (-20) = -35$</p>

สรุป

1. การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก คือ การนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์ที่ได้เป็นจำนวนเต็มบวก
2. การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ คือ การนำค่าสัมบูรณ์มาบวกกัน ผลลัพธ์ที่ได้เป็นจำนวนเต็มลบ

การบวกจำนวนเต็มต่างชนิดกัน	สรุป
<p>การบวกจำนวนเต็มต่างชนิดกัน</p> <p>หลักการ คือ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มทั้งสองนั้นมาลบกันและผลลัพธ์จะเป็น จำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มาก</p> <p>ตัวอย่างที่ $-9 + 5 =$</p> <p>ค่าสัมบูรณ์ของ -9 หรือ $-9 = 9$</p> <p>ค่าสัมบูรณ์ของ 5 หรือ $5 = 5$</p> <p>นำค่าสัมบูรณ์ที่มีค่ามากกว่าเป็นตัวตั้งแล้วลบด้วยค่าสัมบูรณ์ที่น้อยกว่า</p> <p>จะได้ $-9 - 5 = 9 - 5 = 4$</p> <p>ผลลัพธ์ที่ได้เป็นจำนวนเต็มลบตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า</p> <p>ดังนั้น $(-9) + 5 = -4$</p>	<p>สรุป</p> <p>การบวกจำนวนเต็มต่างชนิดกัน คือการนำเอาจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่าเป็นตัวตั้งแล้วลบส่วนที่มีค่าสัมบูรณ์น้อยกว่า ผลลัพธ์ที่ได้ เป็นจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบ ตามจำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า</p>

การลบจำนวนเต็ม

การลบจำนวนเต็มมีข้อตกลงดังนี้

ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

เมื่อ a และ b แทนจำนวนเต็มใด ๆ $a - b = a +$ จำนวนตรงข้ามของ b หรือ $a - b = a + (-b)$

ถ้าเราพิจารณาผลลัพธ์ของ $5 - 3$ และ $5 + (-3)$ เราจะพบว่า $5 - 3 = 2$ และ $5 + (-3) = 2$

นั่นคือ $5 - 3 = 5 + (-3)$ แสดงว่า การลบจำนวนเต็มเราสามารถหาได้ในรูปของการบวก

ถ้าเราสังเกต 3 และ -3 เราจะเห็นว่า จำนวนดังกล่าวเป็นจำนวนตรงข้ามซึ่งกันและกัน

จึงสรุปได้ว่า ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

การคูณจำนวนเต็ม

1. การคูณจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก

$$3 \times 3 =$$

โดยที่ 3×3 หมายถึง $3 + 3 + 3$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ

9

สรุป การคูณจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก

มีผลคูณเป็นจำนวนเต็มบวกที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากับผลคูณของค่าสัมบูรณ์ของสองจำนวนนั้น

2. การคูณจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ

การคูณจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ ผลคูณเป็นจำนวนเต็มบวกที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากับผลคูณของค่าสัมบูรณ์ของจำนวนทั้งสองนั้น

3. การคูณจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก

การหาผลคูณของจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก ให้ใช้สมบัติการสลับที่แล้วใช้วิธีการเดียวกับการคูณจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

ดังนั้น การคูณของจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก ผลคูณจะเป็นจำนวนเต็มลบที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากับผลคูณของค่าสัมบูรณ์ของจำนวนทั้งสองนั้น

4. การคูณจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

การหาผลคูณของจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ให้ใช้สมบัติการสลับที่แล้วใช้วิธีการเดียวกับการคูณจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก

ดังนั้น การคูณของจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ผลคูณจะเป็นจำนวนเต็มลบที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากับผลคูณของค่าสัมบูรณ์ของจำนวนทั้งสองนั้น

การหารจำนวนเต็ม

เมื่อ a , b และ c แทนจำนวนเต็มใดๆที่ b ไม่เท่ากับ 0 ถ้า $a \div b = c$ แล้ว $a = b \times c$ และถ้า $a = b \times c$ แล้ว $a \div b = c$ ซึ่งในทางคณิตศาสตร์อาจเขียน $a \div b$ แทนด้วย

1. การหารจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก หลักการ การหารจำนวนเต็มบวกด้วย

จำนวนเต็มบวก ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มบวก

2. การหารจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มลบ

หรือการหารจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มบวก หลักการ การหารจำนวนเต็มบวกด้วย

จำนวนเต็มลบหรือการหารจำนวนเต็มลบด้วย

จำนวนเต็มบวก ผลลัพธ์ที่ได้เป็นจำนวนเต็มลบ

3. การหารจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ

หลักการ การหารจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นจำนวนเต็มบวก

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต หมายถึง การหารผลรวมของข้อมูลทั้งหมดด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ \bar{X} (เอ็กซ์บาร์) คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum x$ คือ ผลบวกของข้อมูลทุกค่า

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

Ex. จากการสอบถามอายุของนักเรียนกลุ่มหนึ่งเป็นดังนี้ 14 , 16 , 14 , 17 , 16 , 14 , 18 , 17
จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอายุนักเรียนกลุ่มนี้

วิธีทำ $\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$

$$\bar{X} = \frac{14 + 16 + 14 + 17 + 16 + 14 + 18 + 17}{8}$$

$$\bar{X} = \frac{126}{8}$$

$$\bar{X} = 15.75$$

ดังนั้นค่าเฉลี่ย อายุนักเรียนกลุ่มนี้ = 15.75 ปี

ใบความรู้ที่ 1.2 เรียนรู้เรื่องวิทย์

หากนำโฟมและเหรียญลงใต้น้ำ ผลย่อมเป็นที่แน่นอนเลยว่า โฟมจะลอยน้ำ ส่วนเหรียญก็คงจะจมลงสู่ก้นบ่อ และหากจะถามคำถามง่าย ๆ ว่า “ทำไมโฟมจึงลอยและเหรียญจึงจมน้ำ”

คำตอบที่มักจะได้รับกลับมามากที่สุดคือ

“ไม่เห็นจะแปลกตรงไหนเลย เพราะโฟมมันเบา ส่วนเหรียญมันหนักกว่ามันจึงจมน้ำไง เรื่องแค่นี้ง่ายจะตาย...”

แต่คำตอบนี้มันถูกต้องแค่ไหน ? และ คำถามนี้มันง่ายจริงหรือไม่ ?



งั้นลองถามเพิ่มอีกนิดว่า “แล้วเรือเดินสมุทรลำใหญ่มาก ๆ ซึ่งหนักไม่รู้กี่แสนกิโลตันเท่าของเหรียญ มันลอยน้ำได้อย่างไร”

การที่วัตถุใดจะจมหรือลอยน้ำนั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับมวลหรือน้ำหนักของวัตถุเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณที่เรียกว่า **ความหนาแน่น** ของวัตถุนั้น

ความหนาแน่น

ความหนาแน่นของสารเป็นสมบัติเฉพาะของสารแต่ละชนิด และเป็นปริมาณที่บอกค่ามวลของสารในหนึ่งหน่วยปริมาตร

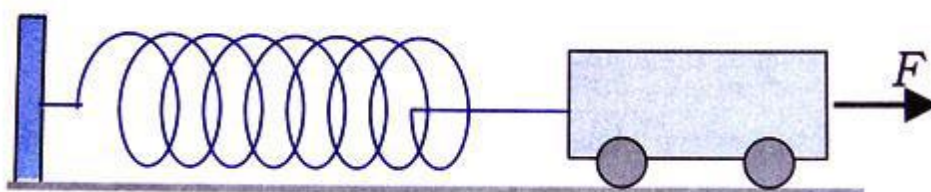
ถ้าให้ m เป็นมวลของสารที่มีปริมาตร V และ D เป็น ความหนาแน่นของสารแล้วสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ ได้ว่า $D = m/V$



ใบความรู้ที่ 1.3 เรื่อง หลักการเคลื่อนที่ของวัตถุ

พลังของยางรัด หมายถึง พลังงานศักย์ยืดหยุ่นที่ถูกสะสมขณะบิดยาง หากพลังงานศักย์ที่สะสมไว้มาก พลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นเมื่อปล่อยยางรัดจะยิ่งมากตามไปด้วย

พลังงานศักย์ยืดหยุ่น (Elastic Potential Energy) เป็นพลังงานศักย์ที่สะสมในวัตถุที่ติดกับสปริงที่ถูกทำให้ยืดออกหรือหดเข้า จากตำแหน่งสมดุล แรงที่กระทำต่อสปริงมีค่าไม่คงที่ แต่จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากศูนย์ แรงที่นำไปใช้จึงเป็นค่าเฉลี่ย ดังนั้น งานหาได้จาก



$$\text{งาน} = \text{แรงเฉลี่ย} \times \text{ระยะยืดหยุ่นของสปริง}$$

แรงเสียดทาน

แรงเสียดทาน (friction) เป็นแรงที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุหนึ่งพยายามเคลื่อนที่ หรือกำลังเคลื่อนที่ไปบนผิวของอีกวัตถุ เนื่องจากมีแรงมากระทำ มีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1. เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ
2. มีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางที่วัตถุเคลื่อนที่หรือตรงข้ามทิศทางของแรงที่พยายามทำให้วัตถุเคลื่อนที่

ประเภทของแรงเสียดทาน

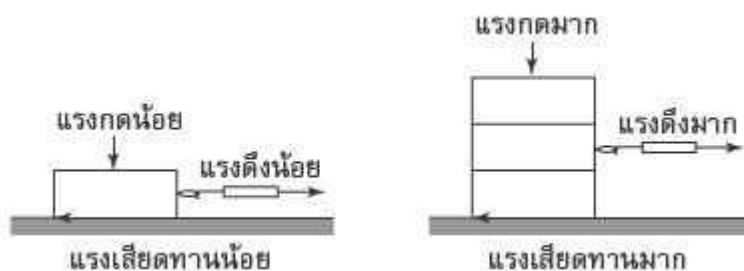
แรงเสียดทานมี 2 ประเภท คือ

1. **แรงเสียดทานสถิต** (static friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสภาวะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วอยู่นิ่ง
2. **แรงเสียดทานจลน์** (kinetic friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสภาวะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

1. แรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัส ถ้าแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสมากจะเกิดแรงเสียดทานมาก ถ้าแรงกดตั้งฉากกับผิวสัมผัสน้อยจะเกิดแรงเสียดทานน้อย ดังรูป



รูป ก แรงเสียดทานน้อย รูป ข แรงเสียดทานมาก

2. ลักษณะของผิวสัมผัส ถ้าผิวสัมผัสหยาบ ขรุขระจะเกิดแรงเสียดทานมาก ดังรูป ก ส่วนผิวสัมผัสเรียบลื่นจะเกิดแรงเสียดทานน้อยดังรูป ข



รูป ก แรงเสียดทานมาก รูป ข แรงเสียดทานน้อย

3. ชนิดของผิวสัมผัส เช่น คอนกรีตกับเหล็ก เหล็กกับไม้ จะเห็นว่าผิวสัมผัสแต่ละคู่ มีความหยาบ ขรุขระ หรือเรียบลื่น เป็นมันแตกต่างกัน ทำให้เกิดแรงเสียดทานไม่เท่ากัน

การลดแรงเสียดทาน

การลดแรงเสียดทานสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือจาระบี
2. การใช้ระบบลูกปืน
3. การใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ตลับลูกปืน
4. การออกแบบรูปร่างของยานพาหนะให้เพรียวลมทำให้ลดแรงเสียดทาน



รูปแสดงรูปร่างของเรือที่เพรียวลมเพื่อลดแรงเสียดทาน

แบบประเมิน ใบกิจกรรม

(โดยครูผู้สอน / หัวหน้ากลุ่ม / ผู้แทนที่ครูมอบหมาย)

ชื่อผู้ประเมิน.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้พิจารณาพฤติกรรมต่อไปนี้ แล้วให้ระดับคะแนนที่ตรงกับการปฏิบัติของนักเรียนตาม
ความเป็นจริง

เกณฑ์การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)
1.เนื้อหา	<ul style="list-style-type: none"> - ถูกต้องชัดเจนของข้อมูล/เนื้อหา - รายละเอียดครอบคลุม - สอดคล้องกับหัวข้อ - เขียนสะกดคำถูกต้อง 	ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น
2.ความเป็นระเบียบเรียบร้อย	<ul style="list-style-type: none"> - ลายมือสวยงามหน้าอ่าน - ใบกิจกรรมสะอาด - เขียนงานเป็นระเบียบเรียบร้อย - ส่งงานภายในเวลาที่กำหนด 	ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น
3. คิดสร้างสรรค์	<ul style="list-style-type: none"> - รูปแบบสวยงาม - สีสันสวยงาม - ชิ้นงานแปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร 		ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
8-11	ดีมาก
5-7	ดี
2-4	พอใช้
0-3	ปรับปรุง

แบบประเมินการสร้างชิ้นงาน

(โดยครูผู้สอน / หัวหน้ากลุ่ม / ผู้แทนที่ครูมอบหมาย)

ชื่อผู้ประเมิน.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้พิจารณาพฤติกรรมต่อไปนี้ แล้วให้ระดับคะแนนที่ตรงกับการปฏิบัติของนักเรียนตาม
ความเป็นจริง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีมาก 4	ดี 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
1. ด้านความคิดสร้างสรรค์ คะแนนเต็ม 4 คะแนน	สร้างชิ้นงานที่แปลก ใหม่แตกต่างจากเดิม/ ดัดแปลง/ประยุกต์ และสามารถนำไปใช้ ได้อย่างถูกต้อง	สร้างชิ้นงานที่ แปลกใหม่แตกต่าง จากเดิม/ดัดแปลง/ ไม่สามารถนำไปใช้ ได้	สร้างชิ้นงานที่ แปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม ไม่มีแนวทางการ นำไปใช้	สร้างชิ้นงานตาม แบบเหมือนกับคน อื่นทั้งหมด หรือลอกเลียนแบบ ชิ้นงานที่มีอยู่แล้ว
2. ด้านความถูกต้องในการ ทำงาน คะแนนเต็ม 4 คะแนน 1) ตรงตามหัวข้อที่กำหนด 2) สร้างชิ้นงานเสร็จตามเวลาที่ กำหนด	ตรงตามหัวข้อที่กำหนด และสร้างชิ้นงานเสร็จตาม เวลาที่กำหนด	ตรงตามหัวข้อที่ กำหนดแต่สร้างชิ้นงาน ไม่เสร็จตามเวลาที่ กำหนด	ไม่ตรงตามหัวข้อที่ กำหนดแต่สร้าง ชิ้นงานเสร็จตามเวลา ที่กำหนด	ไม่ตรงตามหัวข้อที่ กำหนดและสร้าง ชิ้นงานไม่เสร็จตาม เวลาที่กำหนด
3. ด้านคุณสมบัติของชิ้นงาน คะแนนเต็ม 4 คะแนน	ใช้งานได้เกินเกณฑ์/เกิน ไซท์ที่กำหนด	ใช้งานได้ตามเกณฑ์/ เกินไซท์ที่กำหนด	ใช้งานได้ต่ำกว่า เกณฑ์/เกินไซท์	ใช้งานไม่ได้
4. ด้านทักษะการทำงาน คะแนนเต็ม 4 คะแนน 1) การใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี 2) ดูแลรักษาเครื่องมือหลังใช้งาน 3) สถานที่สร้างชิ้นงานมีสะอาด ความเรียบร้อย	ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น	ใช้เครื่องมือผิดวิธี,ไม่ เก็บหรือดูแลรักษา เครื่องมือและสถานที่ สร้างผลงานไม่ เรียบร้อย
5. ด้านความสามารถในการ ประยุกต์ใช้ความรู้ STEAM คะแนนเต็ม 4 คะแนน	สามารถอธิบาย ชิ้นงาน โดย บูรณาการ STEAM ได้ครบ 5 วิชา	สามารถอธิบาย ชิ้นงาน โดย บูรณาการ STEAM ได้ 4 วิชา	สามารถอธิบาย ชิ้นงานโดย บูรณาการ STEAM ได้ 3 วิชา	สามารถอธิบาย ชิ้นงาน โดย บูรณาการ STEAM ได้ 2 วิชา

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17-20	ดีมาก
13-16	ดี
9-12	พอใช้
5-8	ปรับปรุง

แบบประเมินแผนผังความคิด

กลุ่มที่.....

สมาชิกภายในกลุ่ม

1..... 2.....
 3..... 4.....
 5..... 6.....

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	ดีมาก 3	ดี 2	พอใช้ 1
1. ออกแบบแผนผังความคิดได้สวยงาม			
2. ลำดับเรื่อง/เหตุการณ์			
3. เนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วน			
4. ใช้ภาษาสื่อสารได้ชัดเจน			
5. นำเสนอผลงาน			
6. ทำงานได้ทันเวลา			

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. ออกแบบแผนผังความคิดได้สวยงาม	ออกแบบแผนผังความคิดได้สวยงามและสร้างสรรค์	ออกแบบแผนผังความคิดได้สวยงามแต่ไม่สร้างสรรค์	ออกแบบแผนผังความคิดได้โดยคัดลอกจากของผู้อื่น
2. ลำดับเรื่อง/เหตุการณ์	ลำดับเรื่องเหตุการณ์ไม่สลับวกวน	ลำดับเลขเหตุการณ์ได้ แต่สลับที่บ้าง	ลำดับเรื่องวกวนไปมา
3. เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน	เขียนเนื้อหาได้ถูกต้องครบถ้วน ต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนจบ	เขียนได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	เขียนเนื้อหาไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน และไม่ต่อเนื่อง
4. ใช้ภาษาสื่อสารได้ชัดเจน	ใช้ภาษาในภาษาเขียนได้ชัดเจน ทำให้เข้าใจสิ่งที่สื่อสาร	ใช้ภาษาสื่อสารได้ชัดเจนแต่บกพร่องในบางประเด็น	ใช้ภาษาสื่อสารไม่ชัดเจน
5. นำเสนอผลงาน	การนำเสนอผลงานมีความมั่นใจครบถ้วนทุกประเด็นครบสมบูรณ์ตั้งแต่ต้นจนจบ	การนำเสนอผลงานมีความมั่นใจ แต่เนื้อหาไม่สมบูรณ์	นำเสนอผลงานไม่มีความมั่นใจ และไม่มีการเตรียมตัว
6. ทำงานได้ทันเวลา	ทำงานได้ทันเวลากำหนด	ทำงานเกินเวลาเล็กน้อย	ทำงานเกินเวลามาก

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

ช่วงคะแนน

ระดับคุณภาพ

15-18

ดีมาก

10-14

ดี

6-9

พอใช้

แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึงประสงค์

(โดยครูผู้สอน / หัวหน้ากลุ่ม / ผู้แทนที่ครูมอบหมาย)

ชื่อผู้ประเมิน.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้พิจารณาพฤติกรรมต่อไปนี้ แล้วให้ระดับคะแนนที่ตรงกับการปฏิบัติของนักเรียนตามความเป็นจริง

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	ระดับปฏิบัติการ			หมายเหตุ
		3	2	1	
- มุ่งมั่นตั้งใจในการทำงาน	1.ตั้งใจเอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และรับผิดชอบในการทำงานจนสำเร็จ				
	2.ทุ่มเทการทำงาน อดทน ไม่ย่อท้อต่อปัญหาในการทำงานและพยายามแก้ปัญหาในการทำงานให้สำเร็จ				
	3.ชื่นชมผลงานด้วยความภาคภูมิใจ				
- มีวินัยในการทำงาน	4.มีความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงาน และไม่ลอกเลียนแบบงานของกลุ่มอื่น				
	5.เคารพในสิทธิของเพื่อนในกลุ่มและมีมารยาทในการแสดงความคิดเห็น				



ตัวชี้วัด	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. ตั้งใจเอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และรับผิดชอบในการทำงานจนสำเร็จ	ตั้งใจ เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และรับผิดชอบในการทำงานจนสำเร็จ	ตั้งใจ เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และรับผิดชอบในการทำงานแต่ต้องได้รับการตักเตือนจากเพื่อนในกลุ่ม/ครูผู้สอน	ไม่ตั้งใจเอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และไม่รับผิดชอบในการทำงาน และไม่สามารถทำงานได้สำเร็จ
2. ทุ่มเทกรทำงานอดทน ไม่ย่อท้อต่อปัญหาในการทำงาน และพยายามแก้ปัญหาในการทำงานให้สำเร็จ	ทุ่มเทกรทำงานอดทน ไม่ย่อท้อต่อปัญหาในการทำงาน และพยายามแก้ปัญหาในการทำงานให้สำเร็จด้วยตนเอง	ทุ่มเทกรทำงานอดทน ไม่ย่อท้อต่อปัญหาในการทำงาน แก้ปัญหาในการทำงานให้สำเร็จโดยต้องได้รับการช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม/ครูผู้สอน	ไม่ทุ่มเทกรทำงาน ไม่อดย่อท้อต่อปัญหาในการทำงาน และไม่พยายามที่จะแก้ปัญหาในการทำงานด้วยตัวเอง
3. ชื่นชมผลงานด้วยความภาคภูมิใจ	ชื่นชมผลงานของกลุ่มตนเอง และกลุ่มอื่นด้วยความภาคภูมิใจ	ชื่นชมผลงานของกลุ่มตนเอง ไม่ชื่นชมผลงานกลุ่มอื่น/ครูผู้สอน	ไม่ชื่นชมผลงานของตนเองและของกลุ่มอื่น

ตัวชี้วัด	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
4.มีความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงาน และไม่ลอกเลียนแบบงานของคนอื่น	มีความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงาน และไม่ลอกเลียนแบบงานของคนอื่น	มีการดัดแปลงลอกเลียนแบบงานของคนอื่นในบางส่วน	มีการดัดแปลงลอกเลียนแบบงานของคนอื่นทั้งหมด
5.เคารพในสิทธิของเพื่อนในกลุ่มและมีมารยาทในการแสดงความคิดเห็น	เคารพในสิทธิของเพื่อนในกลุ่มและมีมารยาทในการแสดงความคิดเห็น	เคารพในสิทธิของเพื่อนในกลุ่มแต่ไม่มีมารยาทในการแสดงความคิดเห็นในบางครั้ง	ไม่เคารพในสิทธิของเพื่อนในกลุ่มและขาดมารยาทในการแสดงความคิดเห็น

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

ช่วงคะแนน ระดับคุณภาพ

12 - 15 ดีเยี่ยม

8 - 11 ดี

4 - 7 ผ่าน



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค21202 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง การหาพื้นที่รูปเรขาคณิต (สวนสนุกจำลอง) จำนวน 4 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวสุนารี ศรีบุญ โรงเรียนด่านทับตะโกราษฎร์อุปถัมภ์ จังหวัดราชบุรี

ผลการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (Science)	เทคโนโลยี (Technology)	วิศวกรรม (Engineering)	ศิลปะ (Arts)	คณิตศาสตร์ (Mathematic)
1. ทดลองและอธิบาย ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็วและความเร็ว ในการเคลื่อนที่ของวัตถุ 2. อธิบายหลักการเกิด พลังงานจลน์ พลังงาน ศักย์โน้มถ่วง รวมทั้งนำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์	สืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับการ เลือกใช้ เครื่องมือหรือ วัสดุอุปกรณ์ใน การสร้างสร้ง ชิ้นงานได้อย่าง เหมาะสม	มีความรู้ ความสามารถใน การวางแผนและ การออกแบบ สร้งสร้ง ชิ้นงาน	มีความคิดริเริ่ม ดัดแปลงใช้ องค์ประกอบทาง ทัศนศิลป์นำเสนอ คิดค้นเทคนิควิธีการ รูปแบบใหม่ๆในการ สร้งสร้งชิ้นงาน ทัศนศิลป์ที่เป็น เอกลักษณ์เฉพาะตัวได้	1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูป เรขาคณิต และการหา พื้นที่รูปเรขาคณิต แก้ปัญหาในสถานการณ์ ต่าง ๆ ได้ 2. ใช้ความรู้และทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์แก้ปัญหาได้

สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ (Science)	- อัตราเร็ว คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา - ความเร็ว คือ การกระจัดของวัตถุในหนึ่งหน่วยเวลา - พลังงานจลน์เป็นพลังงานของวัตถุขณะวัตถุเคลื่อนที่ - พลังงานศักย์โน้มถ่วงของวัตถุเป็นพลังงานของวัตถุที่อยู่สูงจากพื้นโลก
เทคโนโลยี (Technology)	- การสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต - หลักในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์
วิศวกรรม (Engineering)	- กระบวนการวางแผนออกแบบสร้งสวนสนุกจำลอง
ศิลปะ (Arts)	- การใช้องค์ประกอบทางทัศนศิลป์ในการสร้งสร้งชิ้นงาน
คณิตศาสตร์ (Mathematic)	- รูปเรขาคณิต - การหาพื้นที่รูปเรขาคณิต

สาระสำคัญ

วิทยาศาสตร์ (Science)	เทคโนโลยี (Technology)	วิศวกรรม (Engineering)	ศิลปะ (Arts)	คณิตศาสตร์ (Mathematic)
อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของสไลเดอร์ คือ ระยะทางที่ผู้เล่นสไลเดอร์เคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปถึงจุดสิ้นสุดในหนึ่งหน่วยเวลา ในการเล่นเครื่องเล่นสไลเดอร์ ในขณะที่ตัวผู้เล่นเคลื่อนสไลด์ลงจากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุดจะเกิดจะทำให้เกิดพลังงานอย่างหนึ่ง เรียกว่า พลังงานจลน์	การสืบค้นข้อมูล หมายถึง การค้นหาความรู้ต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือการสร้างงานให้มีประสิทธิภาพ หลักในการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการเลือกสร้างชิ้นงานแต่ละครั้ง จะต้องคำนึงถึงลักษณะหรือคุณสมบัติของในการใช้งานและสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลัก	การออกแบบ เป็นกระบวนการถ่ายทอดความคิด และกำหนดแบบของชิ้นส่วนผลงานของชิ้นส่วนผลงาน ให้สามารถทำงานได้ตามที่กำหนด โดยอาศัยหลักวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน	หลักการจัดองค์ประกอบทางทัศนศิลป์ คือ การนำเอาทัศนธาตุ ได้แก่ จุด เส้น รูปร่าง รูปทรง น้ำหนักอ่อนแก่ บริเวณว่าง สี และพื้นผิว มาจัดประกอบเข้าด้วยกัน จนเกิดความพอดี เหมาะสม ทำให้งานศิลปะชิ้นนั้นมีคุณค่าอย่างสูงสุด	รูปเรขาคณิต เป็นรูปที่ประกอบด้วยจุด เส้นตรง เส้นโค้ง ระนาบ และอื่น ๆ อย่างน้อยหนึ่งอย่าง พื้นที่ คือ ปริมาณที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างและความยาวของวัตถุ 2 มิติ

รูปเรขาคณิตสองมิติ แบ่งตามลักษณะของด้าน หรือขอบของรูปนั้น เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปหลายเหลี่ยม หรือ รูปวงกลม

รูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นรูปเรขาคณิตทรงสามมิติที่มีฐาน หรือหน้าตัดเป็นรูปทรงต่าง ๆ เช่น รูปทรงกระบอก รูปทรงกลม รูปพีระมิด รูปปริซึม รูปกรวย

สูตรการหาพื้นที่รูปเรขาคณิต

สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส = ด้าน × ด้าน

สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า = กว้าง × ยาว

สูตร การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม = $1/2 \times$ ฐาน × สูง

สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน = ฐาน × สูง

สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน = ฐาน × สูง

สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมรูปร่าง = $1/2 \times$ ผลคูณของเส้นทแยงมุม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการหาอัตราเร็วและความเร็วในการเคลื่อนที่ของสไลเดอร์ได้ถูกต้อง (S)/K
2. นักเรียนสามารถคำนวณหาอัตราเร็ว ความเร็วและพื้นที่ของสวนสนุกจำลองได้ถูกต้อง (M)/K
3. นักเรียนสามารถออกแบบและกำหนดส่วนประกอบของสวนสนุกจำลองได้ (E)/P
4. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่ององค์ประกอบศิลป์มาสร้างสวนสนุกจำลองให้มีความสวยงามได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด (Arts)/P
5. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องสไลเดอร์ได้อย่างเหมาะสม (T)/P
6. นักเรียนมีความมุ่งมั่นตั้งใจในการทำงาน (A)
7. นักเรียนมีวินัยในการทำงาน (A)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา

(ชั่วโมงที่ 1)

1. ครูแบ่งนักเรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง กลาง อ่อน) กลุ่มละ 6 คน และสมาชิกในกลุ่มร่วมกันตั้งชื่อกลุ่มตามชนิดของรูปเรขาคณิต
2. สมาชิกในกลุ่มได้รับมอบหมายให้ศึกษาเนื้อหาดังต่อไปนี้
 - สมาชิกในกลุ่มจำนวน 2 คน ศึกษาใบความรู้ที่ 2.1 เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ สูตรการหาพื้นที่รูปเรขาคณิต (M)
 - สมาชิกในกลุ่มจำนวน 2 คน ศึกษาใบความรู้ที่ 2.2 เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ (S)
 - สมาชิกในกลุ่มจำนวน 2 คน ศึกษาใบความรู้ที่ 2.3 เรื่อง กิ่งจากสไลเดอร์ (S)

3. สมาชิกในกลุ่มแต่ละกลุ่ม แยกย้ายไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่นที่ได้รับเนื้อหาเดียวกัน แล้วร่วมกันทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นอย่างละเอียด และร่วมกันอภิปรายหาคำตอบ ประเด็นที่ผู้สอนมอบหมายให้

4. นักเรียนทุกคนกลับเข้าสู่กลุ่มเดิม แต่ละกลุ่มช่วยสอนเพื่อนในกลุ่มให้เข้าใจเนื้อหา สาระที่ตนได้ศึกษามาแล้ว สมาชิกทุกคนก็จะได้เรียนรู้ภาพรวมของสาระทั้งหมด

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง ความรู้สู่สวนสนุก

(ชั่วโมงที่ 2-3)

1. ครูเปิดคลิปวิดีโอสวนสนุกในสถานที่ต่าง ๆ ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ (T)
2. ประเด็นปัญหา : ให้นักเรียนเป็นเจ้าของกิจการสวนสนุกดริมเวอร์แลนด์ที่กำลังเปิด ใหม่ ซึ่งเจ้าของกิจการจะต้องออกแบบสวนสนุกจำลองที่มีขนาด 600ตารางเซนติเมตร และใน สวนสนุกจำลองจะต้องมีเครื่องเล่นอย่างน้อย 3 ชนิด โดยเครื่องเล่น 1 ใน 3 ชนิดนี้จะต้องเป็น เครื่องเล่นสไลเดอร์ที่มีความสูงมากกว่า 20 เซนติเมตร และสามารถไถลเล่นบนสไลเดอร์ได้ นาน 20 วินาที ทั้งนี้เจ้าของกิจการจะต้องออกแบบตกแต่งสวนสนุกให้สวยงามเพื่อดึงดูดความ สนใจของนักท่องเที่ยว

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา

1. ครูสอบถามนักเรียนว่าใครเคยไปเที่ยวสวนสนุกบ้าง และในสวนสนุกมีเครื่องเล่น อะไรบ้างที่นักเรียนชื่นชอบอยากเล่นมากที่สุด
2. ครูตั้งคำถามว่าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนจะอย่างไร ในการสร้างสวน สนุกจำลองที่มีเครื่องเล่นสไลเดอร์

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและหาวิธีแก้ปัญห

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นหลักการทำงานของเครื่องเล่นในสวนสนุกจาก อินเทอร์เน็ต และทำใบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง บันทึกการสืบค้น (T,A)
2. นักเรียนแต่ละคนทำใบกิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง ชวนคิดก่อนลุย (งานเดี่ยว) เพื่อใช้ ความรู้ของตนเองในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

3. ครูให้นักเรียนสืบค้นวิธีการออกแบบสวนสนุกจำลองในรูปแบบต่าง ๆ จากอินเทอร์เน็ต (T)

คำถาม : สวนสนุกจำลองที่นักเรียนศึกษานั้นมีหลักการออกแบบอย่างไรและใช้กลไกใดในการทำงาน (S)

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดร่วมกันเพื่อออกแบบสวนสนุกจำลอง จากนั้นทำใบกิจกรรมที่ 2.4 เรื่อง ออกแบบสวนสนุก (S,E,A)

5. นักเรียนออกแบบสวนสนุกจำลองที่มีเครื่องเล่นอย่างน้อย 3 ชนิด และมีเครื่องสไลเดอร์สูงมากกว่า 20 เซนติเมตร (S,E,A)

6. นักเรียนวางแผนสร้างสวนสนุกจำลอง

7. นักเรียนดำเนินการสร้างสวนสนุกจำลอง

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานออกมานำเสนอ ผลการทำกิจกรรม โดยอธิบายถึงเทคนิคและวิธีการออกแบบสวนสนุกจำลอง พร้อมทั้งทดลองใช้เครื่องเล่นสไลเดอร์

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการออกแบบ การสร้างสวนสนุกจำลอง และประสิทธิภาพของเครื่องเล่นสไลเดอร์

ขั้นที่ 5 สรุป นำเสนอและประเมินผลงาน

(ชั่วโมงที่ 4)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำสวนสนุกจำลองมาโชว์ พร้อมทั้งทดลองหาความเร็วในการสไลด์ของวัตถุที่ใช้ทดลองกับเครื่องเล่นสไลเดอร์จำนวน 3 ครั้ง และบันทึกผล (S,M)

กิจกรรม : 1) ตัวแทนนำวัตถุที่ใช้ทดสอบการสไลด์ของเครื่องสไลเดอร์ มาทดสอบจำนวน 3 รอบและบันทึกผล

2) หาค่าเฉลี่ยและความเร็วในการสไลด์ของเครื่องสไลเดอร์

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์กระบวนการตั้งแต่การออกแบบและการทดสอบเพื่อหาข้อสรุปในการสร้างสวนสนุกจำลอง และหาข้อสรุปในการสร้างเครื่องสไลเดอร์ที่มีประสิทธิภาพในการสไลด์ดีที่สุด

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบกิจกรรมที่ 2.5 เรื่อง บันทึกความเร็ว
4. ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอรูปภาพการออกแบบสวนสนุกจำลอง และชิ้นงานเพื่อหา

ข้อสรุป

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 2.1 เรื่อง รูปเรขาคณิตและสูตรการหาพื้นที่รูปเรขาคณิต (M)
2. ใบความรู้ที่ 2.2 เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ (S)
3. ใบความรู้ที่ 2.3 เรื่อง ก็นจากสไลเดอร์ (S)
4. ใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง ความรู้สู่สวนสนุก
5. ใบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง บันทึกการสืบค้น
6. ใบกิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง ชวนคิดก่อนลุย
7. ใบกิจกรรมที่ 2.4 เรื่อง ออกแบบสวนสนุก
8. ใบกิจกรรมที่ 2.5 เรื่อง บันทึกความเร็ว
3. คลิปวิดีโอ <https://www.youtube.com/watch?v=yCM2xPOGgl8>

แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม

1. ห้องสมุดโรงเรียน
2. อินเทอร์เน็ต
3. เว็บไซต์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ภาระงาน

1. การนำเสนอหน้าชั้นเรียน สรุปผล
2. การบันทึกผล

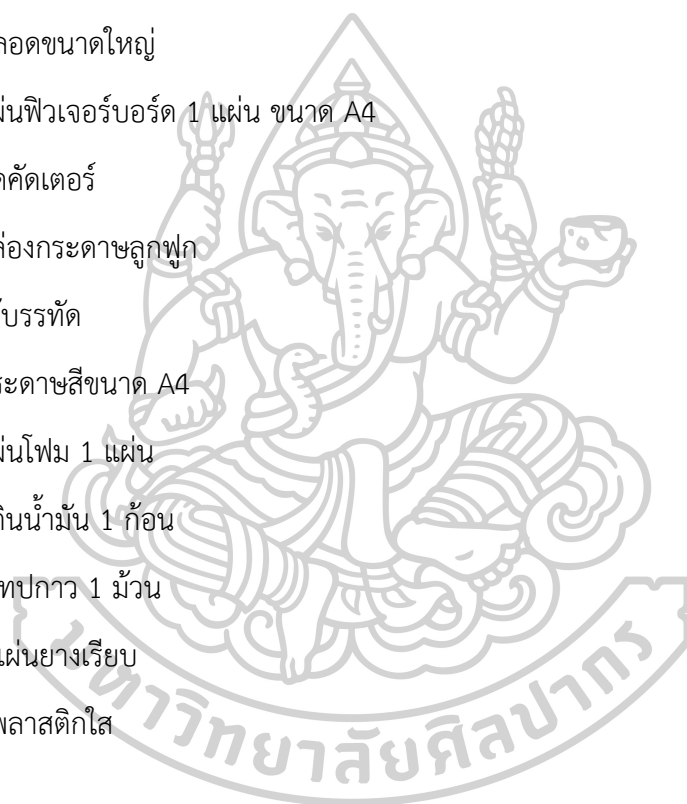
ชิ้นงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง ความรู้สู่สวนสนุก
2. ใบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง บันทึกการสืบค้น
3. ใบกิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง ชวนคิดก่อนลุย

4. ใบกิจกรรมที่ 2.4 เรื่อง ออกแบบสวนสนุก
5. ใบกิจกรรมที่ 2.5 เรื่อง บันทึกความเร็ว
6. สวนสนุกจำลอง

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรม

1. กล่องกระดาษแข็ง 1 กล่อง
2. ไม้ไอติม
3. หลอดขนาดใหญ่
4. แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด 1 แผ่น ขนาด A4
5. มีดคัตเตอร์
6. กล่องกระดาษลูกฟูก
7. ไม้บรรทัด
8. กระดาษสีขนาด A4
9. แผ่นโฟม 1 แผ่น
10. ดินน้ำมัน 1 ก้อน
11. เทปกาว 1 ม้วน
12. แผ่นยางเรียบ
13. พลาสติกใส



การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์/ภาระชิ้นงาน	วิธีการวัดผล และประเมินผล	เครื่องมือวัดผล และประเมินผล	เกณฑ์การ พิจารณา
1. ด้านความรู้ 1.1 อธิบายเกี่ยวกับการหาอัตราเร็วและความเร็วในการเคลื่อนที่ของสไลเดอร์ (S) 1.2 การคำนวณหาอัตราเร็วความเร็วและพื้นที่ของสวนสนุกจำลอง (M)	- ตรวจสอบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง ความรู้สู่สวนสนุก - ตรวจสอบกิจกรรมที่ 2.5 เรื่อง บันทึกความเร็ว	- แบบประเมินใบกิจกรรม - แบบประเมินแผนผังความคิด	ระดับดีขึ้นไป (70 % ขึ้นไป)
2. ด้านทักษะ 2.1 การออกแบบและกำหนดส่วนประกอบของสวนสนุกจำลอง (E) 2.2 การนำความรู้เรื่ององค์ประกอบศิลป์มาสร้างสวนสนุกจำลองให้มีความสวยงามได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด (A) 2.3 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องสไลเดอร์ (T)	- ตรวจสอบกิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง ชวนคิดก่อนลุย - ตรวจสอบกิจกรรมที่ 2.4 เรื่อง ออกแบบสวนสนุก - ประเมินชิ้นงาน - ตรวจสอบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง บันทึกการสืบค้น	- แบบประเมินใบกิจกรรม - แบบประเมินชิ้นงาน - แบบประเมินใบกิจกรรม	ระดับดีขึ้นไป (70 % ขึ้นไป)
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 3.1 ความมุ่งมั่นตั้งใจในการทำงาน 3.2 นักเรียนมีวินัยในการทำงาน	- ประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับดีขึ้นไป (70 % ขึ้นไป)

บันทึกหลังการเรียนรู้

ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวสุนารี ศรีบุญ)

ชื่อกลุ่ม.....

ใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง ความรู้สู่สวนสนุก

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

.....

.....

.....

2. จงตอบคำถามต่อไปนี้

- รูปเรขาคณิตสองมิติกับสามมิติแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

- อัตราเร็วของสไลเดอร์ หมายถึง

.....

- ความเร็วของสไลเดอร์ หมายถึง

.....

- จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความยาว 8 ซม. กว้าง 4 ซม.

.....

.....

- จงหาความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่ 81 ตารางเซนติเมตร

.....

- นักเรียนชอบเครื่องเล่นอะไรในสวนสนุกมากที่สุดเพราะเหตุใด

.....

.....

- นักเรียนไม่ชอบเครื่องเล่นอะไรในสวนสนุกมากที่สุดเพราะเหตุใด

.....

.....

ชื่อกลุ่ม.....

ใบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง บันทึกการสืบค้น

ชื่อวัสดุอุปกรณ์	คุณสมบัติ	รูปร่างรูปทรง (วาดภาพ)
ดินน้ำมัน		
แผ่นยางเรียบ		
พลาสติกใส		
หลอดขนาดใหญ่		
กล่องกระดาษลูกฟูก		

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างสวนสนุก

ใบกิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง ขวนคิดก่อนลุย (งานเดี่ยว)

1. ให้นักเรียนระบุชื่อวัสดุอุปกรณ์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นเพื่อจะนำมาสร้างสวนสนุกจำลอง

.....

.....

.....

2. วิธีดำเนินการสร้างสวนสนุกจำลอง

.....

.....

.....

.....

3. ปัญหาและอุปสรรคที่นักเรียนคาดว่าจะเกิดขึ้นในระหว่างดำเนินงาน

- ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

- แนวทางในการแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2.4 เรื่อง ออกแบบสวนสนุกจำลอง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดสรุปการออกแบบสวนสนุกจำลองในตารางดังต่อไปนี้

วัสดุอุปกรณ์	ชื่อกลุ่ม.....
วิธีดำเนินการ	ออกแบบสวนสนุกจำลอง (วาดภาพรูปทรงของสวนสนุก)
ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางแก้ไข

ชื่อกลุ่ม.....

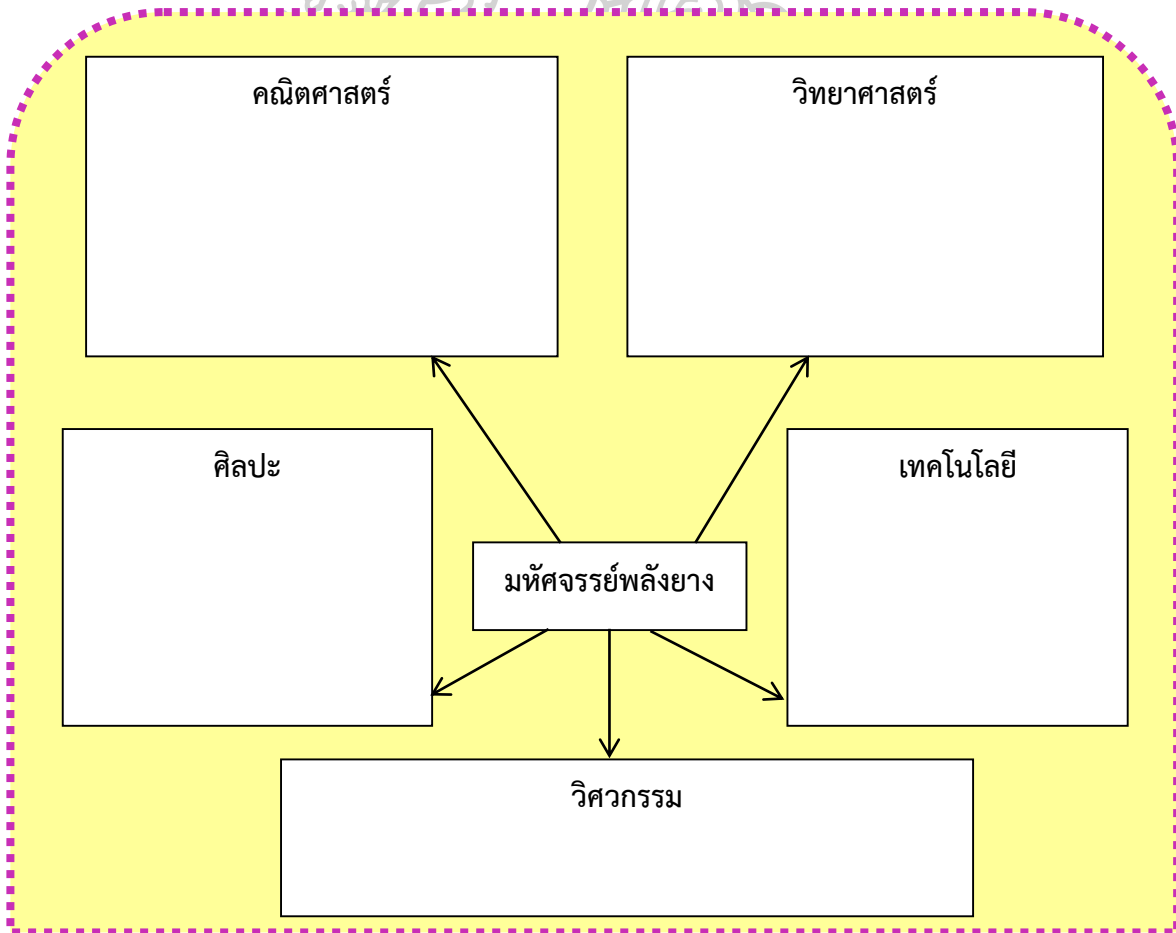
ใบกิจกรรมที่ 2.5 เรื่อง บ้านที่ความเร็ว

1. ให้นักเรียนบันทึกเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนไหลของสไลเดอร์ลงในตารางต่อไปนี้

	การเคลื่อนไหล	เวลา (วินาที)	ความเร็ว/ วินาที	อัตราเร็ว/ วินาที
จำนวนครั้ง				
ครั้งที่ 1				
ครั้งที่ 2				

ความสูงของสไลเดอร์.....ซ.ม. พื้นที่ของสวนสนุก.....
 ขนาดความกว้างของสวนสนุก.....ซ.ม. ขนาดความยาวของสวนสนุก.....ซ.ม.

2. ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสร้างสวนสนุกจำลองออกมาในรูปแบบแผนผังความคิด

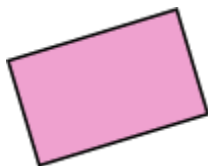


ใบความรู้ที่ 2.1 เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

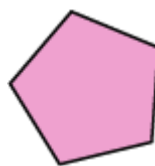
รูปเรขาคณิตสองมิติ แบ่งตามลักษณะของด้าน หรือ ขอบของรูปนั้น เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปหลายเหลี่ยม หรือ รูปวงกลม เป็นต้น ตัวอย่างรูปเรขาคณิตสองมิติ



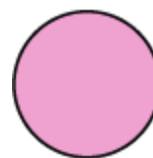
รูปสามเหลี่ยม



รูปสี่เหลี่ยม



รูปหลายเหลี่ยม

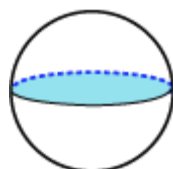


รูปวงกลม

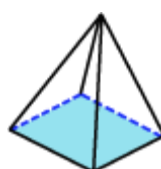
รูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นรูปเรขาคณิตทรงสามมิติที่มีฐานหรือหน้าตัดเป็นรูปทรงต่าง ๆ เช่น รูปทรงกระบอก รูปทรงกลม รูปพีระมิด รูปปริซึม รูปกรวย เป็นต้น ตัวอย่างรูปเรขาคณิตสามมิติ



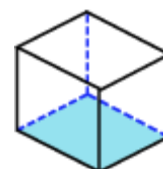
รูปทรงกระบอก



รูปทรงกลม



รูปพีระมิด



รูปปริซึม

สูตรการหาพื้นที่รูปเรขาคณิต

สูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส

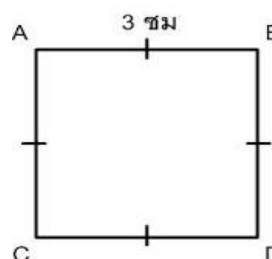
สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส = ด้าน \times ด้าน

ตัวอย่าง หาพื้นที่ของสี่เหลี่ยม ABCD ซึ่งยาว 3 เซนติเมตร

$$= \text{ด้าน} \times \text{ด้าน}$$

$$= 3 \times 3$$

$$= 9 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$



สูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า

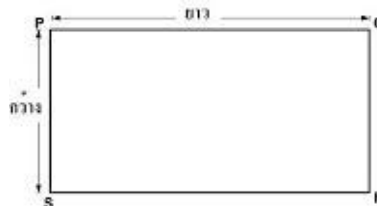
สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า = กว้าง \times ยาว

ตัวอย่าง หาพื้นที่สี่เหลี่ยม PQRS ซึ่งยาว 5 เซนติเมตร กว้าง 3 เซนติเมตร

$$= \text{กว้าง} \times \text{ยาว}$$

$$= 3 \times 5$$

$$= 15 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$



สูตรการหาพื้นที่สามเหลี่ยม



$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม} &= \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ฐาน} \\
 \text{พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม MNO} &= \frac{1}{2} \times 12 \times 23 \\
 &= \frac{1 \times 12 \times 23}{2} \\
 &= \frac{276}{2} \\
 &= 138 \text{ ตร. ซม.}
 \end{aligned}$$



สูตรการหาพื้นที่สี่เหลี่ยมด้านขนาน

สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน = ฐาน × สูง หรือ

$$= \frac{1}{2} \times \text{ความยาวเส้นทแยงมุม} \times \text{ผลบวกเส้นกึ่ง}$$

ตัวอย่าง หาพื้นที่สี่เหลี่ยมด้านขนานซึ่งยาว 6 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร

$$= \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

$$= 6 \times 4$$

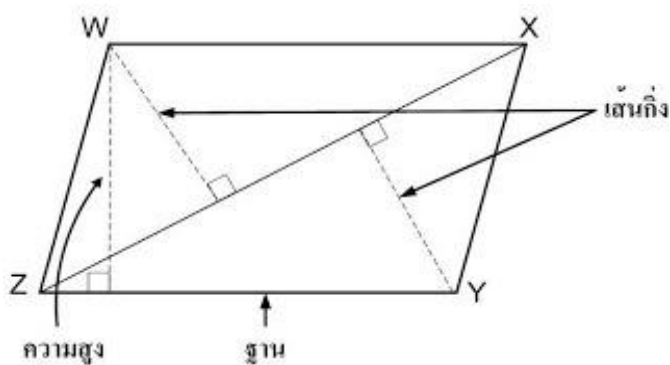
$$= 24 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

หรือ หาพื้นที่สี่เหลี่ยมด้านขนานมีเส้นทแยงมุมยาว 12 เซนติเมตรและความยาวเส้นกึ่งยาว 2 เซนติเมตรและ 2 เซนติเมตร

$$= \frac{1}{2} \times \text{ความยาวเส้นทแยงมุม} \times \text{ผลบวกเส้นกึ่ง}$$

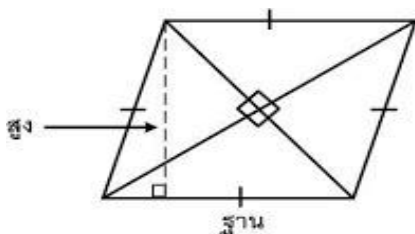
$$= \frac{1}{2} \times 12 \times (2+2)$$

$$= 24 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$



สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน = ฐาน \times สูง หรือ
 $= \frac{1}{2} \times$ ผลคูณของเส้นทแยงมุม



ตัวอย่าง หาพื้นที่สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนซึ่งยาวด้านละ 5 เซนติเมตร สูง 3 เซนติเมตร

$$\begin{aligned} &= \text{ฐาน} \times \text{สูง} \\ &= 5 \times 3 \\ &= 15 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

หรือ หาพื้นที่สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนซึ่งมีเส้นทแยงมุมยาว 5 เซนติเมตรและ 6 เซนติเมตร

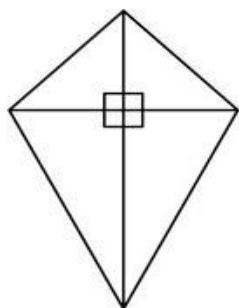
$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \times \text{ผลคูณของเส้นทแยงมุม} \\ &= \frac{1}{2} \times 5 \times 6 \\ &= 15 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

สี่เหลี่ยมรูปร่าง

สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมรูปร่าง $= \frac{1}{2} \times$ ผลคูณของเส้นทแยงมุม

ตัวอย่าง หาพื้นที่สี่เหลี่ยมรูปร่าง ซึ่งมีเส้นทแยงมุมยาว 4 และ 6 เซนติเมตร

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \times \text{ผลคูณของเส้นทแยงมุม} \\ &= \frac{1}{2} \times 4 \times 6 \\ &= 12 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$



ใบความรู้ที่ 2.2 เรื่อง อัตราเร็วและความเร็วในการเคลื่อนที่

ในขณะที่วัตถุมีการเคลื่อนที่ได้ระยะทางและการกระจัดในเวลาเดียวกัน และต้องใช้เวลาในการเคลื่อนที่จึงทำให้เกิดปริมาณสัมพันธ์ขึ้นปริมาณดังกล่าวคือ

1. อัตราเร็ว คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา จัดเป็นปริมาณสเกลลาร์ หน่วยในระบบเอสไอ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที
2. ความเร็ว คือ ขนาดของการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา จัดเป็นปริมาณเวกเตอร์ ใช้หน่วยเดียวกับอัตราเร็ว

อัตราเร็ว และความเร็ว เป็นปริมาณที่แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุถ้าในทุก ๆ หน่วยเวลาของการเคลื่อนที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยขนาดของอัตราเร็ว หรือ ความเร็วเท่ากันตลอดการเคลื่อนที่ เรียกว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอหรืออัตราเร็วคงที่

ถ้าพิจารณาแล้วพบว่าในแต่ละหน่วยเวลาของการเคลื่อนที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วหรือความเร็วที่แตกต่างกัน กล่าวหาว่า วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่ง หรือ ความเร่ง ในกรณีนี้การหาค่าอัตราเร็วหรือความเร็ว หาได้สองลักษณะคือ

1. อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง หรือความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง เป็นการหาค่าอัตราเร็วหรือความเร็วในช่วงเวลาสั้น ๆ ช่วงใดช่วงหนึ่งของการเคลื่อนที่
2. อัตราเร็วเฉลี่ยหรือความเร็วเฉลี่ย เป็นการหาค่าอัตราเร็วหรือความเร็วหลังจากมีการเคลื่อนที่ โดยคำนวณหาจากการเฉลี่ยระยะทางทั้งหมดของการเคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลาของการเคลื่อนที่ หรือการเฉลี่ยการกระจัดของการเคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลา

ข้อสังเกต วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ ค่าอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง กับค่าอัตราเร็วเฉลี่ยมีค่าเท่ากัน

การคำนวณหาอัตราเร็วและความเร็วโดยการใช้สูตร ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นอัตราเร็ว} &= \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลา}} \\ &= \frac{10}{2} \\ &= 5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความเร็ว} &= \frac{\text{การกระจัด}}{\text{เวลา}} \\ &= \frac{10}{2} \\ &= 5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

ใบความรู้ที่ 2.3 เรื่อง กีนจากสไลเดอร์



มนุษย์มีความสุขอีกรูปแบบนั่นคือการได้
ผจญความตื่นเต้นเร้าใจ เมื่อเราได้เผชิญกับ
ความเร้าใจ ซึ่งหมายถึงการต่อสู้กับสัญชาติ
ญาณความกลัวตายของเรา ความสุขใน
รูปแบบนี้จะทำให้เราหลงสารอีกตัวหนึ่ง
ออกมานั่นคือ อะตินารีน กิจกรรมที่สร้าง

ความตื่นเต้นในรูปแบบนี้ เช่น กระโดดบันจี้จัม การเล่นเครื่องเล่นสวนสนุก ขับรถชิง เป็นต้น เจ้าสไลเดอร์ก็เป็นสิ่ง
หนึ่งที่กระตุ้นให้เกิดการหลั่งอะตินารีนออกมา และสิ่งนี้เองที่กระตุ้นสัญชาติญาณของมนุษย์ให้ชอบเครื่องเล่น
เสียๆต่าง ๆ การออกแบบเครื่องเล่นต่าง ๆ จึงได้อาหลักการเหล่านี้มาออกแบบเครื่องเล่นเพื่อเร่งสัญชาติญาณ ซึ่ง
หลักการออกแบบนี้ก็คือนการสร้างความเร็วในระยะเวลาสั้นๆ ในที่นี้เราใช้หลักการสุดคลาสสิกที่เรียกว่า กฎการ
อนุรักษ์พลังงาน (กฎทรงพลังงานหรือ Conservation of Energy) นั่นคือกฎการที่เกี่ยวกับเปลี่ยนแปลงพลังงาน
จากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่ง ในที่นี้จะกล่าวถึงพลังงานในทางกลศาสตร์ นั่นคือพลังงานศักย์และพลังงาน
จลน์



หลักการง่ายๆนั่นคือเมื่อเราอยู่ในที่สูง เราจะมีพลังงานที่เรียกว่าพลังงานศักย์ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการ
ได้ ดังนี้ เกิดจากผลคูณของมวล ค่าแรงดึงดูดของโลกและความสูง ในภาพประกอบนั้นใช้ตัว U เป็นสัญลักษณ์ของ
สมการ จะเห็นว่าสองในสามตัวเป็นตัวเลขคงที่ คือ มวลกับแรงโน้มถ่วงโลก
ส่วนพลังงานอีกรูปแบบหนึ่งที่เกิดขึ้นคือ พลังงานจากการเคลื่อนที่หรือที่เรียกว่าพลังงานจลน์ เกิดเป็นครึ่งหนึ่งของ
ผลคูณของ มวลและกำลังสองของความเร็ว ในภาพประกอบใช้ ตัว K เป็นสัญลักษณ์ของสมการ
ส่วนหลักการคำนวณง่ายๆนั่นคือตอนอยู่จุดสูงสุดพลังงานทั้งหมด(ด้านบนก่อนลื่น) เป็นพลังงานศักย์ทั้งหมด ส่วน
ด้านล่างสุดพลังงานทั้งหมดจะเป็นพลังงานจลน์ทั้งหมด นั่นคือ ยิ่งสไลเดอร์ยิ่งสูงความเร็วที่เกิดขึ้นยิ่งสูงขึ้น

แบบประเมิน ใบกิจกรรม

(โดยครูผู้สอน / หัวหน้ากลุ่ม / ผู้แทนที่ครูมอบหมาย)

ชื่อผู้ประเมิน..... ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้พิจารณาพฤติกรรมต่อไปนี้ แล้วให้ระดับคะแนนที่ตรงกับการปฏิบัติของนักเรียนตามความเป็นจริง

เกณฑ์การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)
1.เนื้อหา	- ถูกต้องชัดเจนของข้อมูล/เนื้อหา - รายละเอียดครอบคลุม - สอดคล้องกับหัวข้อ - เขียนสะกดคำถูกต้อง	ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น
2.ความเป็นระเบียบเรียบร้อย	- ลายมือสวยงามหน้าอ่าน - ใบกิจกรรมสะอาด - เขียนงานเป็นระเบียบเรียบร้อย - ส่งงานภายในเวลาที่กำหนด	ปฏิบัติได้ 3 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น
3. คิดสร้างสรรค์	-	- รูปแบบสวยงาม - สีเส้นสวยงาม - ชิ้นงานแปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร	ปฏิบัติได้ 2 ประเด็น	ปฏิบัติได้ 1 ประเด็น

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
8-11	ดีมาก
5-7	ดี
2-4	พอใช้
0-3	ปรับปรุง

แบบประเมินการสร้างชิ้นงาน

(โดยครูผู้สอน / หัวหน้ากลุ่ม / ผู้แทนที่ครูมอบหมาย)

ชื่อผู้ประเมิน.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้พิจารณาพฤติกรรมต่อไปนี้ แล้วให้ระดับคะแนนที่ตรงกับการปฏิบัติของนักเรียนตาม

ความเป็นจริง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีมาก 4	ดี 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1
1. ด้านความคิดสร้างสรรค์ คะแนนเต็ม 4 คะแนน	สร้างชิ้นงานที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม/ตัดแปลง/ประยุกต์และสามารถนำไปใช้ได้ อย่างถูกต้อง	สร้างชิ้นงานที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม/ตัดแปลง/ไม่สามารถนำไปใช้ได้	สร้างชิ้นงานที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม ไม่มีแนวทางการนำไปใช้	สร้างชิ้นงานตามแบบเหมือนกับคนอื่นทั้งหมด หรือ ลอกเลียนแบบ ชิ้นงานที่มีอยู่แล้ว
2. ด้านความถูกต้องในการทำงาน คะแนนเต็ม 4 คะแนน 1) ตรงตามหัวข้อที่กำหนด 2) สร้างชิ้นงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ตรงตามหัวข้อที่กำหนด และสร้างชิ้นงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ตรงตามหัวข้อที่กำหนดแต่สร้าง ชิ้นงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด	ไม่ตรงตามหัวข้อที่กำหนดแต่สร้าง ชิ้นงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ไม่ตรงตามหัวข้อที่กำหนดและสร้าง ชิ้นงานไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด
3. ด้านคุณสมบัติของชิ้นงาน คะแนนเต็ม 4 คะแนน	ใช้งานได้เกินเกณฑ์/ เงื่อนไขที่กำหนด	ใช้งานได้ตามเกณฑ์/ เงื่อนไขที่กำหนด	ใช้งานได้ต่ำกว่า เกณฑ์/เงื่อนไข	ใช้งานไม่ได้
4. ด้านทักษะการทำงาน คะแนนเต็ม 4 คะแนน 1) การใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี 2) ดูแลรักษาเครื่องมือหลังใช้งาน 3) สถานที่สร้างชิ้นงานมีสะอาด ความเรียบร้อย	มีครบทั้ง 3 ประเด็น	มีครบทั้ง 2 ประเด็น	มีครบทั้ง 1 ประเด็น	ใช้เครื่องมือผิดวิธี, ไม่เก็บหรือดูแลรักษา เครื่องมือและสถานที่ สร้างผลงานไม่ เรียบร้อย
5. ด้านความสามารถในการ ประยุกต์ใช้ความรู้ STEAM คะแนนเต็ม 4 คะแนน	สามารถอธิบาย ชิ้นงาน โดยบูรณาการ STEAM ได้ครบ 5 วิชา	สามารถอธิบาย ชิ้นงานโดย บูรณาการ STEAM ได้ 4 วิชา	สามารถอธิบาย ชิ้นงานโดย บูรณาการ STEAM ได้ 3 วิชา	สามารถอธิบาย ชิ้นงานโดย บูรณาการ STEAM ได้ 2 วิชา

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
17-20	ดีมาก
13-16	ดี
9-12	พอใช้
5-8	ปรับปรุง

แบบประเมินแผนผังความคิด

กลุ่มที่.....

สมาชิกภายในกลุ่ม

1..... 2.....

3..... 4.....

5..... 6.....

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	ดีมาก 3	ดี 2	พอใช้ 1
1. ออกแบบแผนผังความคิดได้สวยงาม			
2. ลำดับเรื่อง/เหตุการณ์			
3. เนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วน			
4. ใช้ภาษาสื่อสารได้ชัดเจน			
5. นำเสนอผลงาน			
6. ทำงานได้ทันเวลา			

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. ออกแบบแผนผังความคิดได้สวยงาม	ออกแบบแผนผังความคิดได้สวยงามและสร้างสรรค์	ออกแบบแผนผังความคิดได้สวยงามแต่ไม่สร้างสรรค์	ออกแบบแผนผังความคิดได้โดยคัดลอกจากของผู้อื่น
2. ลำดับเรื่อง/เหตุการณ์	ลำดับเรื่องเหตุการณ์ไม่สลับวากวน	ลำดับเลขเหตุการณ์ได้ แต่สลับที่บ้าง	ลำดับเรื่องวากวนไปมา
3. เนื้อหาถูกต้องครบถ้วน	เขียนเนื้อหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนจบ	เขียนได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	เขียนเนื้อหาไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน และไม่ต่อเนื่อง
4. ใช้ภาษาสื่อสารได้ชัดเจน	ใช้ภาษาในภาษาเขียนได้ ชัดเจนทำให้เข้าใจสิ่งที่สื่อสาร	ใช้ภาษาสื่อสารได้ชัดเจน แต่บกพร่องในบางประเด็น	ใช้ภาษาสื่อสารไม่ชัดเจน
5. นำเสนอผลงาน	การนำเสนอผลงานมีความมั่นใจครบถ้วนทุกประเด็นครบสมบูรณ์ ตั้งแต่ต้นจนจบ	การนำเสนอผลงานมีความมั่นใจ แต่เนื้อหาไม่สมบูรณ์	นำเสนอผลงานไม่มี ความมั่นใจ และไม่มีการเตรียมตัว
6. ทำงานได้ทันเวลา	ทำงานได้ทันเวลากำหนด	ทำงานเกินเวลาเล็กน้อย	ทำงานเกินเวลามาก

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

ช่วงคะแนน

ระดับคุณภาพ

15-18

ดีมาก

10-14

ดี

6-9

พอใช้

แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึงประสงค์

(โดยครูผู้สอน / หัวหน้ากลุ่ม / ผู้แทนที่ครูมอบหมาย)

ชื่อผู้ประเมิน.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้พิจารณาพฤติกรรมต่อไปนี้ แล้วให้ระดับคะแนนที่ตรงกับการปฏิบัติของนักเรียนตามความเป็นจริง

รายการประเมิน	พฤติกรรมที่แสดงออก	ระดับปฏิบัติการ			หมายเหตุ
		3	2	1	
- มุ่งมั่นตั้งใจในการทำงาน	1.ตั้งใจเอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายและรับผิดชอบในการทำงานจนสำเร็จ				
	2.ทุ่มเทการทำงาน อดทน ไม่ย่อท้อต่อปัญหาในการทำงานและพยายามแก้ปัญหาในการทำงานให้สำเร็จ				
	3.ชื่นชมผลงานด้วยความภาคภูมิใจ				
- มีวินัยในการทำงาน	4.มีความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงาน และไม่ลอกเลียนแบบงานของกลุ่มอื่น				
	5.เคารพในสิทธิของเพื่อนในกลุ่มและมีมารยาทในการแสดงความคิดเห็น				

ตัวชี้วัด	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. ตั้งใจเอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และรับผิดชอบในการทำงานจนสำเร็จ	ตั้งใจ เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และรับผิดชอบในการทำงานจนสำเร็จ	ตั้งใจ เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และรับผิดชอบในการทำงาน แต่ต้องได้รับการตักเตือนจากเพื่อนในกลุ่ม/ครูผู้สอน	ไม่ตั้งใจเอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย และไม่มีรับผิดชอบในการทำงาน และไม่สามารถทำงานได้สำเร็จ
2. ทุ่มเทการทำงาน อดทน ไม่ย่อท้อต่อปัญหาในการทำงาน และพยายามแก้ปัญหาในการทำงานให้สำเร็จ	ทุ่มเทการทำงาน อดทน ไม่ย่อท้อต่อปัญหาในการทำงาน และพยายามแก้ปัญหาในการทำงานให้สำเร็จ ด้วยตนเอง	ทุ่มเทการทำงาน อดทน ไม่ย่อท้อต่อปัญหาในการทำงาน แก้ปัญหาในการทำงานให้สำเร็จโดยต้องได้รับการช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม/ครูผู้สอน	ไม่ทุ่มเทการทำงาน ไม่อดทนย่อท้อต่อปัญหาในการทำงาน และไม่พยายามที่จะแก้ปัญหาในการทำงานด้วยตัวเอง
3. ชื่นชมผลงานด้วยความภาคภูมิใจ	ชื่นชมผลงานของกลุ่มตนเอง และกลุ่มอื่นด้วยความภาคภูมิใจ	ชื่นชมผลงานของกลุ่มตนเอง ไม่ชื่นชมผลงานกลุ่มอื่น/ครูผู้สอน	ไม่ชื่นชมผลงานของตนเอง และของกลุ่มอื่น

ตัวชี้วัด	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
4.มีความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงาน และไม่ลอกเลียนแบบงานของคนอื่น	มีความซื่อสัตย์สุจริตในการทำงาน และไม่ลอกเลียนแบบงานของคนอื่น	มีการตัดแปลงลอกเลียนแบบงานของคนอื่นในบางส่วน	มีการตัดแปลงลอกเลียนแบบงานของคนอื่นทั้งหมด
5.เคารพในสิทธิของเพื่อนในกลุ่มและมีมารยาทในการแสดงความคิดเห็น	เคารพในสิทธิของเพื่อนในกลุ่มและมีมารยาทในการแสดงความคิดเห็น	เคารพในสิทธิของเพื่อนในกลุ่มแต่ไม่มารยาทในการแสดงความคิดเห็นในบางครั้ง	ไม่เคารพในสิทธิของเพื่อนในกลุ่มและขาดมารยาทในการแสดงความคิดเห็น

เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

ช่วงคะแนน

ระดับคุณภาพ

12 - 15

ดีเยี่ยม

8 - 11

ดี

4 - 7

ผ่าน





แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้
เรื่อง การประยุกต์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 30 คะแนน ให้นักเรียนทำทุกข้อ
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

ผลการเรียนรู้

1. นำความรู้เกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการแก้ปัญหา (ปรนัยข้อ 1- 10)
2. นำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่รูปเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหา (ปรนัยข้อ 11 – 22)
3. เข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตในเรื่อง การเลื่อนขนาน การสะท้อนและการหมุน และการนำไปใช้ (ปรนัยข้อ 23 - 30)

คำสั่ง ให้นักเรียนกากบาท ข้อที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. มีกระดุม 14 แผง แผงละ 6 เม็ด ถ้านำไปติดเสื้อ 24 เม็ดจะเหลือกระดุมกี่เม็ด

ก. 60	ข. 70
ค. 75	ง. 80
2. รถพลังยางคันหนึ่งสามารถวิ่งบนบกได้ระยะทาง 447 เซนติเมตร และวิ่งในน้ำได้ระยะทาง 418 เซนติเมตร รวมระยะทางที่รถพลังยางวิ่งได้กี่เซนติเมตร

ก. 847 เซนติเมตร	ข. 848 เซนติเมตร
ค. 866 เซนติเมตร	ง. 865 เซนติเมตร
3. ครูซื้อขนมตาลมา 30 ห่อ ซื้อขนมกล้วยอีก 15 ห่อ นำไปแจกเด็ก 9 คน คนละเท่า ๆ กัน เด็กจะได้รับขนมคนละกี่ห่อ

ก. 3	ข. 4
ค. 5	ง. 6

9. ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ใช่สิ่งที่เกิดจากรูปเรขาคณิตสามมิติ

ก.



ข.



ค.



ง.



10. ข้อใดเป็นการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ก. ด้าน X ด้าน

ข. กว้าง X ยาว

ค. ฐาน X สูง

ง. พื้นที่ฐาน X สูง

11. อาณาเขตรอบสวนสนุกเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 12 เมตร ยาว 28 เมตร ถ้าล้อมรั้ว

โดยรอบสวนสนุกจะต้องเตรียมรั้วไว้กี่เมตร

ก. 320 เมตร

ข. 336 เมตร

ค. 340 เมตร

ง. 356 เมตร

12. พ่อต้องการสร้างรั้วบ้าน กว้าง 18 เมตร ยาว 22 เมตร พ่อต้องเสียค่าจ้างทำรั้วเมตรละ

550 บาท จะต้องจ่ายเงินเท่าไร จากโจทย์ข้อใดเป็นวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง

ก. (ความยาว + ความกว้าง) X 550

ข. (ความยาว + ความกว้าง) ÷ 550

ค. ความยาวของรั้ว X 550

ง. พื้นที่บ้านทั้งหมด X 550

13. บ่อน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง 5 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 3 เมตร จะมีพื้นที่ฐานบ่อน้ำเท่าไร จากโจทย์ข้อใดเป็นวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง

ก. 5×4

ข. $5 \times 4 \times 3$

ค. $5 \times 4 \times 3 \times 1/2$

ง. $5 \times 4 \times 3 \times 2$

14. ป้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้าง 5 เมตร ยาว 9 เมตร ระบายสีรอบขอบป้ายด้านละ 20 เซนติเมตร จะเหลือพื้นที่ไม่ระบายสีเท่าไร

ก. 45.00 ตร.ม.

ข. 42.24 ตร.ม.

ค. 39.56 ตร.ม.

ง. 41.36 ตร.ม.

15. ห้องครัวรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร ต้องการปูกระเบื้องห้องรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ 25 เซนติเมตร จะต้องใช้กระเบื้องทั้งหมดกี่แผ่น

ก. 162 แผ่น

ข. 258 แผ่น

ค. 296 แผ่น

ง. 384 แผ่น

16. ถ้าความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเท่ากับความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เท่ากับ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ข. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส น้อยกว่า พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ค. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน น้อยกว่า พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ง. พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เป็นครึ่งหนึ่ง ของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

17. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานจะมีพื้นที่เท่ากันในกรณีใด

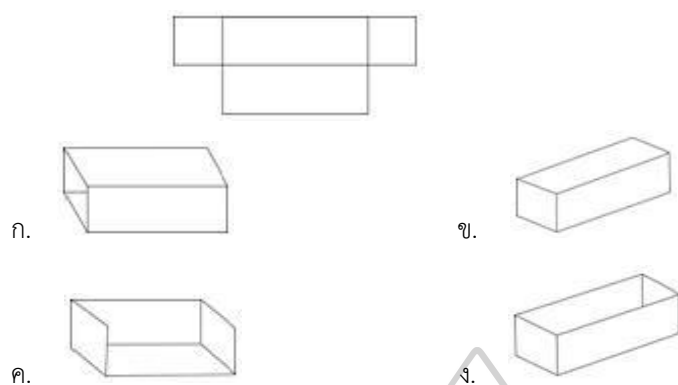
ก. มีด้านยาวเท่ากัน

ข. มีฐานยาวเท่ากัน

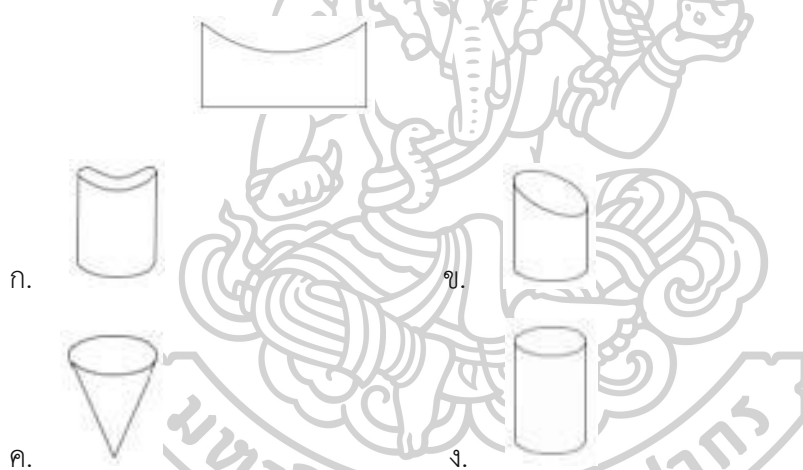
ค. มีส่วนสูงเท่ากัน

ง. มีฐานร่วมกันและมีส่วนสูงเท่ากัน

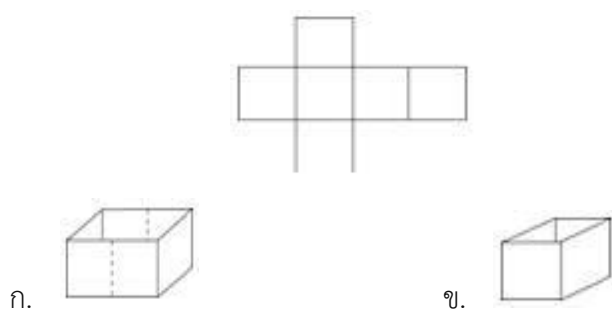
18. จากภาพสองมิติที่กำหนดให้ เมื่อพับเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติจะมีลักษณะอย่างไร

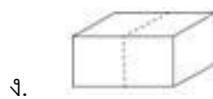
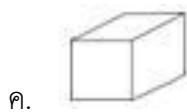


19. จากภาพสองมิติที่กำหนดให้ เมื่อนำม้วนเข้าหากันจะมีลักษณะอย่างไร

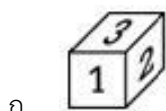
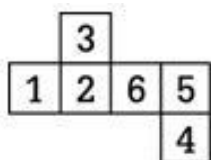


20. จากภาพสองมิติที่กำหนดให้ เมื่อนำมาพับเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติจะมีลักษณะอย่างไร

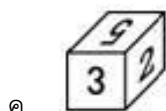
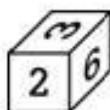




21. จากภาพสองมิติที่กำหนดให้ ข้อใดไม่ใช่ลักษณะรูปเรขาคณิตสามมิติ เมื่อนำมาพับเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ



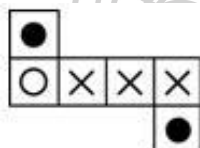
ข.



ง.



22. จากภาพสองมิติที่กำหนดให้ เมื่อนำมาพับเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติจะมีลักษณะอย่างไร



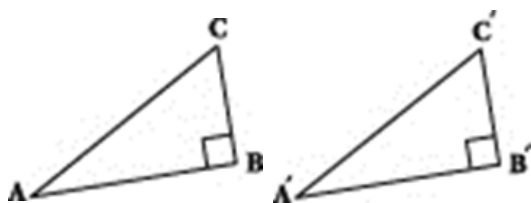
ข.



ง.



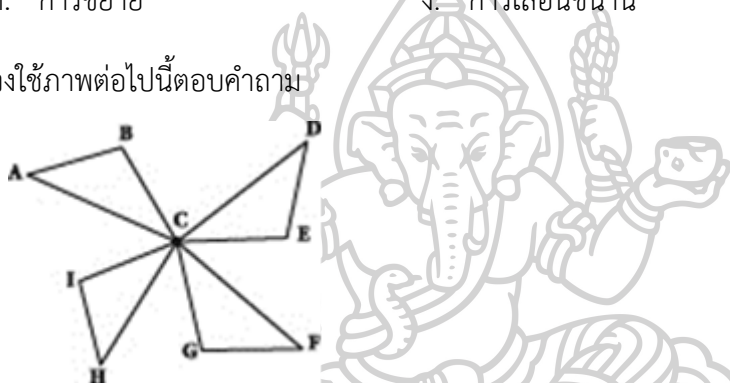
23. จงใช้ภาพต่อไปนี้ตอบคำถาม



จากภาพเป็นการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด

- | | |
|------------|------------------|
| ก. การหมุน | ข. การสะท้อน |
| ค. การขยาย | ง. การเลื่อนขนาน |

24. จงใช้ภาพต่อไปนี้ตอบคำถาม



จากภาพเป็นการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด

- | | |
|-------------|------------------|
| ก. การหมุน | ข. การสะท้อน |
| ค. การเวียน | ง. การเลื่อนขนาน |

25. ข้อใดเป็นการหมุน

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| ก. ลูกบอลกำลังกลิ้งไป | ข. ใบพัดของพัดลมกำลังทำงาน |
| ค. ยกเก้าอี้ขึ้นวางบนโต๊ะ | ง. การเปิดหน้าต่าง |

จงใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามข้อที่ 26 - 28

- | | |
|------------------|--------------|
| ก. การหมุน | ข. การสะท้อน |
| ค. การเลื่อนขนาน | ง. การขยาย |

26. การขึ้นลงของลิฟต์มีสมบัติการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด

27. การแปลงทางเรขาคณิตแบบใดที่ใช้จุดหมุนในการแปลงรูปเรขาคณิต

28. รูปเรขาคณิตที่พับแบ่งครึ่งรูปออกเป็นสองส่วนและนำมาทับกันได้สนิทตามรอยพับ
เปรียบเสมือนเป็นการแปลงทางเรขาคณิตแบบใด

29. ข้อใดไม่ใช่การแปลงทางเรขาคณิต

- ก. การหมุน
- ข. การสะท้อน
- ค. การรอกกลับ
- ง. การเลื่อนขนาน

30. การแปลงทางเรขาคณิตแบบสะท้อนจะต้องกำหนดสิ่งใดเป็นสำคัญ

- ก. พิกัดของจุดบนรูปต้นแบบและจุดหมุน
- ข. ทิศทางและระยะทางที่ต้องการเลื่อนขนาน
- ค. รูปต้นแบบและเส้นสะท้อน
- ง. มุมและพิกัดของจุดบนรูปต้นแบบ



เฉลยแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้
เรื่อง การประยุกต์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

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

แบบประเมินทักษะและกระบวนการคิดศาสตร์



แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ชื่อกลุ่ม.....ชื่อกิจกรรม.....

ชื่อผู้ประเมิน.....

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน.....เวลา.....น.

ที่	รายการประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน				หมายเหตุ
		4	3	2	1	
1.	ความสามารถในการแก้ปัญหา					
2.	ความสามารถในการให้เหตุผล					
3.	ความสามารถในการนำเสนอ การสื่อความหมายและการ นำเสนอ					
4.	ความสามารถในการเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ					
5.	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
รวม						
ค่าเฉลี่ย / ระดับคุณภาพ						

ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	ระดับคะแนน/ แนวทางการให้คะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความสารณใน การแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - ศึกษาปัญหาและทำความเข้าใจปัญหาอย่างครบถ้วนชัดเจน - มีการวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ - มีการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ครบทุกขั้นตอน - สามารถประเมินและเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม 	ปฏิบัติครบ 3 ประเด็น	ปฏิบัติครบ 2 ประเด็น	ปฏิบัติน้อยกว่า 2 ประเด็น
ความสามารถใน การให้เหตุผล	มีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจโดยใช้หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ และสมเหตุสมผล	มีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจโดยใช้หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์	มีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูล และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจโดยไม่ใช้หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
ความสามารถใน การสื่อสาร การ สื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ภาษาพูดหรือเขียนเพื่อนำเสนอแนวคิดทางวิชาคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้องชัดเจน - สามารถสื่อความหมายได้ถูกต้อง กระชับ และชัดเจน - มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง - นำเสนอโดยใช้แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้องและมีรายละเอียดสมบูรณ์ 	ปฏิบัติครบ 3 ประเด็น	ปฏิบัติครบ 2 ประเด็น	ปฏิบัติน้อยกว่า 2 ประเด็น

ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน/ แนวทางการให้คะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความสามารถ ในการเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ	นำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีการทาง คณิตศาสตร์เชื่อมโยง กับสาระคณิตศาสตร์ หรือสาระอื่น เพื่อ อธิบายข้อสรุปของ ปัญหาได้อย่าง ครบถ้วนชัดเจนทุก ขั้นตอนและสามารถ นำไปสู่ข้อสรุปที่ ถูกต้อง	นำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีการทาง คณิตศาสตร์เชื่อมโยง กับสาระคณิตศาสตร์หรือ สาระอื่น เพื่ออธิบาย ข้อสรุปของปัญหาได้ ครบถ้วนแต่ข้อสรุปไม่ ถูกต้อง หรืออธิบาย ข้อสรุปของปัญหาได้ไม่ ครบถ้วนแต่ข้อสรุป ถูกต้อง	นำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีการ ทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง กับสาระคณิตศาสตร์ หรือสาระอื่น แต่ อธิบายข้อสรุปของ ปัญหาไม่ครบถ้วน และข้อสรุปไม่ ถูกต้อง	นำความคิดรวบ ยอดหลักการและ วิธีทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง กับสาระ คณิตศาสตร์หรือ สาระอื่น แต่ไม่ได้ หาข้อสรุป
ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	มีแนวคิดหรือ วิธีการ ทาง คณิตศาสตร์ที่แปลก ใหม่และสามารถ นำไปปฏิบัติได้ ถูกต้องสมบูรณ์	มีแนวคิดหรือวิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ และสามารถนำไปปฏิบัติ ได้ถูกต้องแต่ยังไม่ สมบูรณ์	มีแนวคิดหรือวิธีการ ทางคณิตศาสตร์ที่ ดัดแปลงมาจาก องค์ความรู้อื่นและ สามารถนำไปปฏิบัติ ได้ถูกต้องสมบูรณ์	มีแนวคิดหรือ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ ดัดแปลงมาจาก องค์ความรู้อื่น และไม่สามารถ นำไปปฏิบัติได้



แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

คำชี้แจง 1. แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามแบบเลือกตอบ รวม 3 ประเด็นคำถาม จำนวนทั้งสิ้น 20 ข้อ โดยมีระดับความพึงพอใจเพื่อเลือกตอบดังนี้

ระดับคะแนน	ความหมาย	ระดับความพึงพอใจ
ระดับ 5	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง	พึงพอใจมาก
ระดับ 3	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
ระดับ 1	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 แบบสอบถามแบบปลายเปิดเพื่อแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม

2. การตอบแบบสอบถามนี้ใช้ประโยชน์ทางการวิจัยเท่านั้น **ไม่มี**ผลต่อการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด และ**ไม่มี**คำตอบใดถูกหรือผิด จึงขอความกรุณาให้นักเรียนตอบคำถามตามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตอนที่ 1 จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจของนักเรียนโดยเลือกเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้						
1	นักเรียนได้รับความสนุกสนานในการเรียนรู้					
2	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนอยากตอบปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้					
3	ในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ นักเรียนมีความสุข					
4	นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันกับเพื่อน					
5	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้					
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
6	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย					
7	นักเรียนได้แสวงหาความรู้และหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง					
8	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนบูรณาการความรู้ตามแนวคิด STEAM เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา					

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
9	นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแสวงหาคำตอบที่จะศึกษาตามความสนใจ					
10	นักเรียนมีการวางแผนค้นหาคำตอบ และแหล่งการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
11	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะเรียนได้					
12	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มต้นจากปัญหาใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องกับสังคมในท้องถิ่นของตนเอง					
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้						
13	นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและแก้ปัญหาอย่างมีลำดับตามขั้นตอน					
14	นักเรียนได้รับประสบการณ์และความรู้ใหม่ จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน					
15	นักเรียนสามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจได้ด้วยตนเอง					
16	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนเป็นผู้มีความรับผิดชอบ					
17	นักเรียนเกิดการพัฒนากิจกรรมและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น					
18	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนตัดสินใจโดยใช้เหตุผลได้ดียิ่งขึ้น					
19	การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น					
20	นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....



รูปภาพกิจกรรมการเรียนการสอน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (มัทศจรย์พลงยาง)



ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา



ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา



ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและหาวิธีแก้ปัญห



ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและหาวิธีแก้ปัญหา (ต่อ)



ขั้นที่ 4 สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล



ขั้นที่ 5 สรุปร นำเสนอและประเมินผลงาน

รูปภาพกิจกรรมการเรียนการสอน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (สวนสนุกจำลอง)



ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา



ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา



ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและหาวิธีแก้ปัญหา



ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและหาวิธีแก้ปัญหา (ต่อ)



ขั้นที่ 4 สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล



ขั้นที่ 5 สรุป นำเสนอและประเมินผลงาน



ขั้นที่ 5 สรุป นำเสนอและประเมินผลงาน (ต่อ)

รูปภาพกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (กังหันมินิ)



ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา



ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา



ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและหาวิธีแก้ปัญหา



ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและหาวิธีแก้ปัญหา (ต่อ)



ขั้นที่ 4 สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล



ขั้นที่ 5 สรุป นำเสนอและประเมินผลงาน



ชั้นที่ 5 สรุป นำเสนอและประเมินผลงาน (ต่อ)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวสุนารี ศรีบุญ
วัน เดือน ปี เกิด	8 พฤศจิกายน 2532
สถานที่เกิด	98 หมู่ 8 ต.หนามแท่ง อ.ศรีเมืองใหม่ จ.อุบลราชธานี
วุฒิการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ที่อยู่ปัจจุบัน	98 หมู่ 8 ต. หนามแท่ง อ.ศรีเมืองใหม่ จ.อุบลราชธานี 34250

