ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

โดย
นางสาวถีระจิต บุญเจริญ

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

ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

โดย
นางสาวถีระจิต บุญเจริญ

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

THE EFFECT OF PROJECT – BASED LEARNING MANAGEMENT ON MATHEMATICAL ACHIEVEMENT FOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS

By

MISS Theerajit BUNJAROEN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (MATHEMATICS STUDY)

Department of MATHEMATICS

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2019

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
โดย	ถีระจิต บุญเจริญ
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรทรัพย์ พรสวัสดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

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

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สืบสกุล อยู่ยืนยง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทรัพย์ พรสวัสดิ์)

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

60316303 : คณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ฟังก์ชัน

นางสาว ถีระจิต บุญเจริญ: ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรทรัพย์ พรสวัสดิ์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 ของโรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ จังหวัดกาญจนบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 29 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าสถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนก่อนเรียนแตกต่างจากคะแนนหลังเรียนโดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มหาวิทยาลัยศิลปากร

60316303 : Major (MATHEMATICS STUDY)
Keyword : PROJECT-BASED LEARNING, LEARNING ACHIEVEMENT, FUNCTION

MISS THEERAJIT BUNJAROEN : THE EFFECT OF PROJECT – BASED LEARNING MANAGEMENT ON MATHEMATICAL ACHIEVEMENT FOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR PORNSARP PORNSAWAD, Ph.D.

The purpose of this research was to compare the learning achievement in the function of the 12th grade students by using project-based learning management. The sample of this research was 29 students in the second classroom of 12th grade from Kanchananukroh School in the first semester of the academic year 2019. The research tools were the learning management activities by using project-based learning and the learning achievement test. The data were analyzed by using statistics such as means, percentages, and standard deviation. The statistical t-test for the dependent sample was used for hypotheses testing. The results were as follows: 1) The students' learning outcome scores of the tests before and after study with the use of project-based learning were difference at .05 percent of statistical significance whereas the scores after study with the project-based learning management were higher than before the study. 2) the achievement results after using the project-based learning management for the 12th grade students were higher than 70 percent at the statistical significant level of .05.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ และให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทรัพย์ พรสวัสดิ์ ซึ่งเป็นผู้ให้คำปรึกษาและผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สืบสกุล อยู่ยืนยง ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ ศรีปัญญา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยชี้แนะด้วยความเมตตาและใจใส่ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสมบูรณ์ อีกทั้งความเมตตาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูชิต ภูชำนิ อาจารย์สุบิน ยมบ้านกวย คุณครูศิริพร คล่องจิตต์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ และให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังได้รับความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณภา พนิตสุภากมล และอาจารย์ ดร.ภาสวรรณ นพแก้ว ที่ให้ความเมตตาเป็นคณะกรรมการในการนำเสนอโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียน อีกทั้งยังชี้แนะที่ควรแก้ไขปรับปรุงและสิ่งที่สามารถพัฒนาต่อยอดด้วยความเมตตา และขอกราบขอบพระคุณความอนุเคราะห์จาก ดร.ณรินทร์ ชำนาญดู ผู้อำนวยการโรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา รวมถึงญาติพี่น้อง เพื่อน ๆ ที่ใกล้ชิดทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุน ความรัก ความห่วงใยเป็นกำลังใจที่ดีให้ผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเรื่องบูชาพระคุณบุพการี บูรพาจารย์ กัลยาณมิตร และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่สนับสนุนการศึกษาแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ถีระจิต บุญเจริญ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

ความสำคัญของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

กรอบแนวคิดของการวิจัย 6

สมมติฐานทางการวิจัย 6

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 7

1. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 8

1.1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 8

1.2 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 9

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 12

2.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน 12

2.2 ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 13

2.3 แนวคิดสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 15
2.4 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 15
2.5 บทบาทของครูการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 19
2.6 การประเมินผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 22
3. ฟังก์ชัน 24
3.1. ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน 24
3.2. ฟังก์ชันเชิงเส้น 25
3.3. ฟังก์ชันกำลังสอง 25
3.4. ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล 25
3.5. ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์ 25
3.6. ฟังก์ชันขั้นบันได 25
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25
4.1 งานวิจัยในประเทศ 25
4.2 งานวิจัยต่างประเทศ 27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 28
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 28
แบบแผนการวิจัย 28
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 29
การดำเนินการทดลอง 33
การวิเคราะห์ข้อมูล 34
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 35
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 38
ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 39

ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 40

ตอนที่ 3 ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70..... 42

ตอนที่ 4 ผลการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 44

ตอนที่ 5 ผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน..... 45

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 47

สรุปผลการวิจัย..... 48

อภิปรายผลการวิจัย..... 48

ข้อเสนอแนะ..... 51

รายการอ้างอิง..... 52

ภาคผนวก..... 53

ภาคผนวก ก..... 54

ภาคผนวก ข..... 92

ภาคผนวก ค..... 94

ภาคผนวก ง..... 110

ประวัติผู้เขียน..... 120

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)..... 39

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน..... 44

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นฐาน (นักเรียนเป็นผู้ประเมิน)..... 45

ตารางที่ 4 ตารางแสดงผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นฐาน (ครูเป็นผู้ประเมิน)..... 46

ตารางที่ 5 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน กิจกรรมให้ความรู้พื้นฐาน (ระยะเริ่มต้นโครงงาน) โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 95

ตารางที่ 6 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน กิจกรรมกระตุ้นความสนใจ (ระยะเริ่มต้นโครงงาน) โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 96

ตารางที่ 7 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน กิจกรรมจัดกลุ่มร่วมมือ (ระยะปฏิบัติโครงงาน) โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 97

ตารางที่ 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน กิจกรรมแสวงหาความรู้ (ระยะปฏิบัติโครงงาน) โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 98

ตารางที่ 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน กิจกรรมสรุปสิ่งที่เรียนรู้ (ระยะสิ้นสุดโครงงานและสรุปผล) โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 99

ตารางที่ 10 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องฟังก์ชัน กิจกรรมนำเสนอผลงาน (ระยะสิ้นสุดโครงงานและสรุปผล) โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 100

ตารางที่ 11 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 101

ตารางที่ 12 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน..... 109

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 6

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาและกระทรวงศึกษาธิการ 15

ภาพที่ 3 โมเดล จักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL 16

ภาพที่ 4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน 18

ภาพที่ 5 บทบาทของครูในฐานะผู้กระตุ้นการเรียนรู้ 21

ภาพที่ 6 แผนภาพแสดงการจัดการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 34

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิสัยทัศน์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 คือ มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีความรู้และ ทักษะพื้นฐานรวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 4)

อีกทั้งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 มาตรา 22 กำหนดแนวทางในการจัดการศึกษาไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้พัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาจะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติเต็มตามศักยภาพ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องเป็นกิจกรรมที่มีลักษณะการฝึกปฏิบัติให้ผู้เรียนทำได้ คิดเป็น ทำเป็น เกิดการใฝ่รู้ใฝ่เรียนอย่างต่อเนื่อง และส่งเสริมสนับสนุนให้ครูผู้สอนจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อม สื่อการเรียนการสอน เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนที่เอื้อต่อการเกิดการเรียนรู้ ทั้งนี้ครูผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กันจากสื่อการเรียนการสอนและ แหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ ได้อีกด้วย (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2547: 12 – 14)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์ มีความคิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน ชัดเจนและรัดกุม นอกจากนี้มนุษย์ยังใช้คณิตศาสตร์ เป็นหลักในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ในศาสตร์แขนงอื่น ๆ รวมถึงด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคมตลอดจนพื้นฐานสำหรับการค้นคว้าวิจัยทุกประเภท โดยถือว่าคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต ตลอดจนช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น จุดประสงค์ในการสอนคณิตศาสตร์นั้นเพื่อต้องการให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจและมีทักษะในการคิดคำนวณตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ สามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิด และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์แห่งการคิด และเป็นเครื่องมือสำคัญต่อการพัฒนาศักยภาพของสมอง จุดเน้นของการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องเน้นให้นักเรียนได้มีความเข้าใจ ในหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีทักษะพื้นฐานเพียงพอที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ นักเรียนจะต้องได้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่

หลากหลายที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวเอง เช่น การสืบค้น การคาดเดา การตรวจสอบ และให้เหตุผลในกิจกรรมการแก้ปัญหาที่มีการพูดแลกเปลี่ยนความคิด ได้อธิบาย อภิปราย และชี้แจงเหตุผล ซึ่งนอกเหนือจากการพัฒนาความสามารถและกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว

ยังช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร และสามารถแก้ปัญหาร่วมกับผู้อื่นได้ (กรมวิชาการ, 2545 : 1) จุดเน้นของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจากการเน้นให้จดจำข้อมูลทักษะพื้นฐาน เป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนได้มีความเข้าใจในหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีทักษะพื้นฐานที่เพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ผู้เรียนจะต้องได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง (วรณัน ขุนศรี, 2546: 74) การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ซึ่งเป็นความรับผิดชอบของสถานศึกษาและครูผู้สอน รวมถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการศึกษาที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้ให้เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลรวมทั้งวุฒิภาวะของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการคิดคำนวณพื้นฐาน ความสามารถในการคิดในใจ ตลอดจนพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียนต้องคำนึงถึงลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์จริง รวมทั้งปลูกฝังนิสัยให้รักในการศึกษา และแสวงหาความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องเพื่อให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544: 27)

เนื่องจากธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์เป็นทักษะการคิดคำนวณ สรุปความคิดรวบยอด มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน และทักษะโครงสร้างที่มีเหตุผล สื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์ มีลักษณะเป็นนามธรรมจึงยากต่อการเรียนรู้และทำความเข้าใจ (ยุพิน พิพิธกุล, 2530: 1-3) ฟังก์ชันเป็นอีกเนื้อหาหนึ่งที่ยากต่อการเรียนรู้และเข้าใจ อีกทั้งยังเป็นนามธรรม ที่ต้องใช้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะความชำนาญ จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้และแก้ปัญหาได้ต่อไป อีกทั้งที่ผ่านมาจากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) พบว่าผลการทดสอบมีสาระการเรียนรู้ที่ต้องพัฒนาอย่างเร่งด่วน คือ พีชคณิต ซึ่งฟังก์ชันเป็นเนื้อหาหนึ่งที่สำคัญในสาระนี้

จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ จังหวัดกาญจนบุรี พบว่าความรู้ในแต่ละเรื่องจะสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่ โดยเฉพาะในเรื่องของฟังก์ชันที่เป็นเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ในเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ เช่น เนื้อหาในเรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้เรียนจึงต้องมีความรู้พื้นฐานที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เรื่องใหม่ ผู้เรียนจะต้อง

มีความพร้อมตั้งแต่เริ่มต้นร่วมกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง มีสมาธิโดยตลอด เมื่อเข้าใจเนื้อหาในชั้นเรียนแล้วยังไม่เพียงพอ ผู้เรียนจะต้องฝึกทักษะความชำนาญอย่างสม่ำเสมอ ทำโจทย์หลาย ๆ รูปแบบโดยทำให้รวดเร็วและแม่นยำ (ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี, 2542: 123) และถ้านักเรียนมีการเรียนรู้จากสิ่งที่นักเรียนสนใจและมีการเชื่อมโยงความรู้กับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันหรือเกิดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริงจะทำให้นักเรียนมีความสนใจเข้าใจและเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยมีความเห็นว่าการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นแนวทางหนึ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นที่จะช่วยให้การปฏิรูปการเรียนรู้ให้ไปสู่ความสำเร็จ เพราะนอกจากการจัดกิจกรรมโครงงานจะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจแล้ว ยังส่งผลให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุขและเต็มศักยภาพ นั่นคือโครงงานเป็นวิธีการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่ความรู้ใหม่และนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ในชีวิตจริงได้

อนึ่งการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เริ่มจากการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหาไว้ในรูปแบบการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเป็นหลัก ผู้สอนทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก เพื่อให้การเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยการเรียนรู้แบบโครงงานนั้นอาจจะเป็นการทำงานที่ต่อยอดจากทฤษฎี การนำทฤษฎีไปใช้ประโยชน์ในการทำโครงงาน เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งความรู้ที่สร้างขึ้นด้วยตนเองมีความสำคัญกับผู้เรียนมากเพราะจะเป็นความรู้ที่คงทน ไม่ลืมง่าย อีกทั้งได้ถ่ายทอดความรู้จากประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนเองส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ สอดคล้องกับแนวคิดของ John Dewey เรื่อง “learning by doing” ซึ่งได้กล่าวว่า “Education is a process of living and not a preparation for future living.” (Dewey John, 1897: 79 cite in Douladeli Efstratia, 2014) ซึ่งเป็นการเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ชีวิตขณะที่เรียน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับหลักพัฒนาการคิดของ Bloom ทั้ง 6 ขั้น คือ ความรู้ความจำ (Remembering) ความเข้าใจ (Understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) การวิเคราะห์ (Analyzing) การประเมินค่า (Evaluating) และ การคิดสร้างสรรค์ (Creating) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน นั้นจึงเป็นเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง ที่ถือได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื่องจากผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อฝึกทักษะต่าง ๆ ด้วยตนเองทุกขั้นตอน โดยมีครูเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ (วัชรินทร์ โพธิ์เงิน และคณะ, 2556)

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นวิธีการหนึ่งที่ครูผู้สอนใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิด เพราะในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานจะมีขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ปัญหา พัฒนาทักษะการคิด

มีกระบวนการคิดอย่างอิสระ รวมทั้งเกิดทักษะในการปฏิบัติงานที่เป็นระบบจากการลงมือปฏิบัติจริง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานจะทำให้ทราบว่าการจัดการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะด้านต่าง ๆ การแสวงหาความรู้ด้วยตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้หรือไม่ รวมทั้งเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการศึกษาในการนำกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ไปปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ ตำบลบ้านเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ซึ่งมีจำนวนห้องเรียน 17 ห้องเรียน และมีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 577 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ ตำบลบ้านเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด จำนวน 29 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีลักษณะคละความสามารถในการเรียนรู้

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ระยะเวลา 5 สัปดาห์ จำนวน 10 คาบเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้
2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โครงงานคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ตามความถนัด ความสนใจและศักยภาพ นำความรู้ หลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่ตนเองสนใจที่จะศึกษาค้นคว้า โดยการฝึกปฏิบัติที่นักเรียนหาข้อสงสัยตั้งสมมติฐาน ทดลองและสืบสวน รวบรวมหาข้อสรุป จัดทำรายงาน และแสดงผลงานเพื่อเผยแพร่ความรู้ การทำโครงงานได้รับคำแนะนำดูแลจากครูหรือผู้ทรงคุณวุฒิ อาจจัดทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้

2. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนที่ผู้ทำได้คิดอย่างอิสระเป็นการฝึกปฏิบัติในข้อที่สงสัย โดยอาศัยความรู้ หลักการ แนวความคิดหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่ตนเองสนใจที่จะศึกษาและค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการตั้งสมมติฐาน หรือตั้งจุดประสงค์ ลงมือทดลองหรือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอหรือเผยแพร่ที่ประกอบด้วย ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน ขั้นกระตุ้นความสนใจ ขั้นจัดกลุ่ม ขั้นแสวงหาความรู้ ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ ขั้นนำเสนอผลงาน

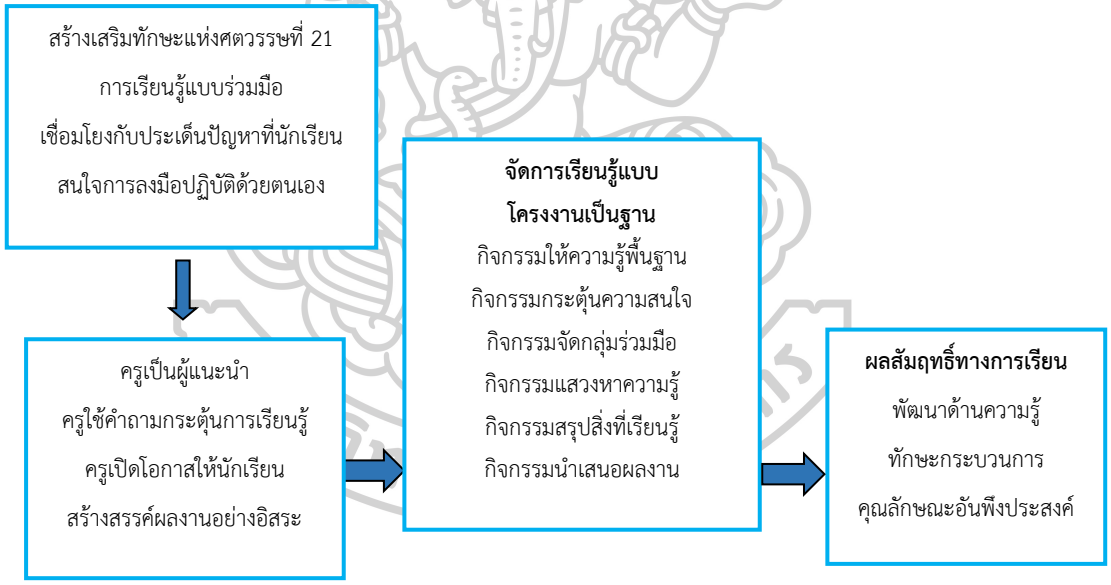
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ผลที่แสดงถึงความสามารถทางการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

4. เกณฑ์ หมายถึง การนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยนำคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนในกลุ่มตัวอย่างนำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ T-test for one sample

5. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยอาศัยการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ที่ปรับจากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย ของ ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557) โดยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน ขั้นกระตุ้นความสนใจ ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ ขั้นแสวงหาความรู้ ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ ขั้นนำเสนอผลงาน โดยการนำกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้หลักการ แนวความคิดหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตามความสามารถและความถนัดของตนเองอย่างเป็นอิสระ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการวิจัยที่มีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้า โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำแก่นักเรียน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานทางการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2.3 แนวคิดสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2.4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2.5 บทบาทของครูของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2.6 การประเมินผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

3. ฟังก์ชัน

3.1 ฟังก์ชัน

3.2 ฟังก์ชันเชิงเส้น

3.3 ฟังก์ชันกำลังสอง

3.4 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

3.5 ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์

3.6 ฟังก์ชันขั้นบันได

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

1. การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งปรับปรุงและพัฒนาจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยมีการปรับปรุงแก้ไขจุดที่เป็นปัญหาอุปสรรคในการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติให้มีความชัดเจนและเหมาะสมยิ่งขึ้น บนฐานข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยและติดตามประเมินผลการใช้หลักสูตรอย่างต่อเนื่อง หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรอิงมาตรฐานมีหลักการและแนวคิดสำคัญคือ มีมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน (Standards based curriculum) โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานมีบทบาทหน้าที่ในการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของชาติ สำหรับให้ท้องถิ่นและสถานศึกษาใช้เป็นกรอบทิศทางในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อพัฒนาผู้เรียนไปสู่มาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ โดยที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการ ศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐานดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

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

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผลคุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศเข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา

1.2 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่าง

ถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ: ความคิดรวบยอดและความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่าง การดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด: ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต: รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนึกภาพแบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต: แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น: การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เมื่อผู้เรียนสำเร็จการศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องมีคุณภาพดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทางความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

3. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

4. เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

5. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

6. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

7. รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

8. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูลและวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน

ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557: 19-20) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม

ปราชญ์ รัตนานันท์ (2553) ให้ความหมายของโครงงานไว้ว่า เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะที่หลากหลายในการศึกษาค้ว้าเรื่องราวที่ผู้เรียนมีความสนใจ เกิดปัญหา

ข้อสงสัยและต้องการคำตอบใหม่ ๆ มาอธิบาย ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนรู้ต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญทุกขั้นตอน ครูเป็นผู้ที่คอยดูแลให้คำปรึกษา หรือกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้

ทิศนา แขมมณี (2560) ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงการ ซึ่งมีความหมายใกล้เคียงกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นหลักไว้ว่า เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเลือกทำโครงการที่ตนสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนสนใจ วางแผนในการทำโครงการร่วมกัน ศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติงานตามแผนงานที่วางไว้จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ แล้วจึงเขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน เก็บข้อมูล แล้วนำผลงานประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดกัน และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีความหมายใกล้เคียงกับการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน (Project - based instruction) ซึ่ง ศศิโสภิต แพงศรี (2561) ให้ความหมายว่า เป็นวิธีการสอนวิธีหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็นรู้จักการแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติโดยใช้วิธีการเรียนรู้ทางปัญญา (Intellectual strategy) ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้โดยการผสมผสานการวิจัยและการสร้างสรรค์โครงงาน โดยรวบรวมทักษะใหม่ ๆ ด้านเทคโนโลยีการสื่อสารกับผู้เชี่ยวชาญ และการฝึกการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สะท้อนถึงความรู้ของผู้เรียน

จากการที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในสิ่งที่ตนเองสนใจและนำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม แล้วนำผลงานประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดกัน และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

2.2 ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่มีผู้ให้ความสนใจมากในปัจจุบัน McDonell (2007) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นรูปแบบหนึ่งของ Child- centered approach ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานตามระดับทักษะที่ตนเองมีอยู่ เป็นเรื่องที่สนใจและรู้สึกสบายใจที่จะทำ นักเรียนได้รับสิทธิในการเลือกว่าจะตั้งคำถามอะไร และต้องการผลผลิตอะไรจากการทำงานชิ้นนี้ โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนอุปกรณ์และจัดประสบการณ์ให้แก่นักเรียน สนับสนุนการแก้ไขปัญหาและสร้างแรงจูงใจให้แก่นักเรียน โดยลักษณะของการเรียนรู้แบบโครงงาน มีดังนี้

1. นักเรียนกำหนดการเรียนรู้ของตนเอง
2. เชื่อมโยงกับชีวิตจริง สิ่งแวดล้อมจริง

3. มีฐานจากการวิจัย หรือ องค์ความรู้ที่เคยมี

4. ใช้แหล่งข้อมูล หลายแหล่ง

5. ฝังตรึงด้วยความรู้และทักษะบางอย่าง (Embedded with knowledge and skills)

6. ใช้เวลามากพอในการสร้างผลงาน

7. มีผลผลิต

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2541: 6) ได้กล่าวถึงลักษณะโครงงานคณิตศาสตร์เป็นหลักการที่สำคัญของกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีหรือความจริงและการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งหมายถึง โครงงานคณิตศาสตร์ที่ทำขึ้นต้องยึดหลักความจริงที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ

2. เป็นการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น โดยใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์

3. คำนึงถึงเสรีภาพและเศรษฐกิจ หมายถึง การให้เสรีภาพแก่ผู้ทำโครงงานในเรื่องที่จะทำโดยคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์และเงินทุนที่มีอยู่เป็นองค์ประกอบ

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2541 อ้างถึงใน อังคณา ตุงคะสมิต, 2559) ได้กำหนดลักษณะสำคัญของโครงงานไว้ 7 ประเด็น ดังนี้

1. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่บูรณาการหลักสูตรกับการจัดการเรียนรู้ได้อย่างกลมกลืนกัน

2. เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจใคร่รู้คำตอบของตัวผู้เรียนเอง

3. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ (Construct) ด้วยตนเอง

4. เป็นวิธีการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลึกซึ้งลุ่มลึกด้วยวิธีการ มีระบบ เป็นขั้นตอนและต่อเนื่อง

5. เป็นวิธีการเรียนรู้ที่แสวงหาความรู้และสรุปความรู้ด้วยตนเอง

6. เป็นวิธีการที่นำเสนอผลการศึกษาค้าคว้าด้วยวิธีการที่เหมาะสม โดยกระบวนการและผลงานที่พบ

7. สำหรับข้อค้นพบ สิ่งที่ค้นพบสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ “เป็นการหาคำตอบข้อสงสัยโดยใช้ทักษะการเรียนรู้และปัญญาหลาย ๆ ด้าน”

จากการที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน คือการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดการเรียนรู้ของตนเองโดยสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อมในชีวิตจริงจากองค์ความรู้ที่เคยมีและใช้แหล่งข้อมูลจากหลากหลายแหล่งนำมาสร้างสรรค์ผลงาน

2.3 แนวคิดสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ศิริพล แสนบุญส่ง (2560) ได้กล่าวไว้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานนั้น มีแนวคิดสอดคล้องกับ John Dewey เรื่อง “learning by doing” ซึ่งได้กล่าวว่า “Education is a process of living and not a preparation for future living.” (Dewey John, 1897: 79 cite in Douladeli Efstratia, 2014) ซึ่งเป็นการเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ชีวิตขณะที่เรียน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับหลักพัฒนาการคิดของ Bloom ทั้ง 6 ขั้น คือ ความรู้ความจำ (Remembering) ความเข้าใจ (Understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) การวิเคราะห์ (Analyzing) การประเมินค่า (Evaluating) และการคิดสร้างสรรค์ (Creating) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน นั้นจึงเป็นเป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่ถือได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื่องจากผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อฝึกทักษะ ต่าง ๆ ด้วยตนเองทุกขั้นตอน โดยมีครูเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้

2.4 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานนั้น มีกระบวนการและขั้นตอนแตกต่างกันไปตามแต่ละทฤษฎี ซึ่งในคู่มือการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานฉบับนี้ ขอนำเสนอ 3 แนวคิดที่ถูกพิจารณาแล้วเหมาะสมกับบริบทของเมืองไทย คือ 1. การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงาน ของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาและกระทรวงศึกษาธิการ (2550) 2. ขั้นการจัดการเรียนรู้ตามโมเดลจักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL ของ วิจารณ์ พาณิช (2555) และ 3. การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย ของ ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557) ดังนี้

แนวคิดที่ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาและกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ภาพที่ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาและกระทรวงศึกษาธิการ

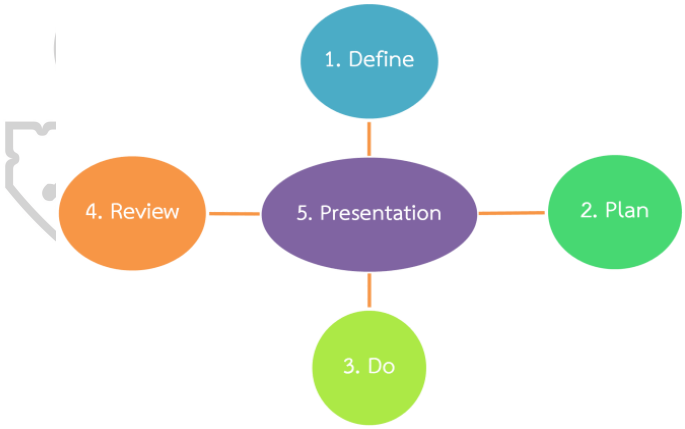
1. ขั้นนำเสนอ หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาใบความรู้ กำหนดสถานการณ์ ศึกษาสถานการณ์ เล่นเกม ดูรูปภาพ หรือผู้สอนใช้เทคนิคการตั้งคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน เช่น สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรและสาระการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนของโครงงานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนรู้

2. ขั้นวางแผน หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิด อภิปรายหาข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ

3. ขั้นปฏิบัติ หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน

4. ขั้นประเมินผล หมายถึง ขั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน

แนวคิดที่ 2 ขั้นการจัดการเรียนรู้ตามโมเดลจักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL ของ วิจารณ์ พาณิช (2555: 71-75) ซึ่งแนวคิดนี้ มีความเชื่อว่า หากต้องการให้การเรียนรู้มีพลังและฝังในตัวผู้เรียนได้ ต้องเป็นการเรียนรู้ที่เรียนโดยการลงมือทำเป็นโครงการ (Project) ร่วมมือกันทำเป็นทีม และทำกับปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง ซึ่งส่วนของวงล้อแต่ละชิ้น ได้แก่ Define, Plan, Do, Review และ Presentation



ภาพที่ 3 โมเดล จักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL

1. Define คือ ขั้นตอนการทำให้สมาชิกของทีมงาน ร่วมทั้งครูด้วยมีความชัดเจนร่วมกันว่า คำถาม ปัญหา ประเด็น ความท้าทายของโครงการคืออะไร และเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อะไร

2. Plan คือ การวางแผนการทำงานในโครงการ ครูก็ต้องวางแผน กำหนดทางหนีทีไล่ในการทำหน้าที่โค้ช รวมทั้งเตรียมเครื่องอำนวยความสะดวกในการทำโครงการของนักเรียน และที่สำคัญเตรียมคำถามไว้ถามทีมงานเพื่อกระตุ้นให้คิดถึงประเด็นสำคัญบางประเด็นที่นักเรียนมองข้าม โดยถือหลักว่า ครูต้องไม่เข้าไปช่วยเหลือจนทีมงานขาดโอกาสคิดเองแก้ปัญหาเอง นักเรียนที่เป็น

ทีมงานก็ต้องวางแผนงานของตน แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ การประชุมพบปะระหว่างทีมงาน การแลกเปลี่ยนข้อค้นพบแลกเปลี่ยนคำถาม แลกเปลี่ยนวิธีการ ยิ่งทำความเข้าใจร่วมกันไว้ชัดเจนเพียงใด งานในขั้น Do ก็จะสะดวกเลื่อนไหลดีเพียงนั้น

3. Do คือ การลงมือทำ มักจะพบปัญหาที่ไม่คาดคิดเสมอ นักเรียนจึงจะได้เรียนรู้ทักษะในการแก้ปัญหา การประสานงาน การทำงานร่วมกันเป็นทีม การจัดการความขัดแย้ง ทักษะในการทำงานภายใต้ทรัพยากรจำกัด ทักษะในการค้นหาความรู้เพิ่มเติมทักษะในการทำงานในสภาพที่ทีมงานมีความแตกต่างหลากหลาย ทักษะการทำงานในสภาพกดดัน ทักษะในการบันทึกผลงาน ทักษะในการวิเคราะห์ผล และแลกเปลี่ยนข้อวิเคราะห์กับเพื่อนร่วมทีม เป็นต้น ในขั้นตอน Do นี้ เพื่อครูจะได้มีโอกาสสังเกตทำความรู้จักและเข้าใจศิษย์เป็นรายคน และเรียนรู้หรือฝึกทำหน้าที่เป็น “วาทยากร” และโค้ชด้วย

4. Review คือ การที่ทีมนักเรียนจะทบทวนการเรียนรู้ ที่ไม่ใช่แค่ทบทวนว่า โครงการได้ผลตามความมุ่งหมายหรือไม่ แต่จะต้องเน้นทบทวนว่างานหรือกิจกรรม หรือพฤติกรรมแต่ละขั้นตอนได้ให้บทเรียนอะไรบ้าง เอาทั้งขั้นตอนที่เป็นความสำเร็จและความล้มเหลวมาทำความเข้าใจ และกำหนดวิธีทำงานใหม่ที่ถูกต้องเหมาะสมรวมทั้งเอาเหตุการณ์ระทึกใจ หรือเหตุการณ์ที่ภาคภูมิใจ ประทับใจมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ขั้นตอนนี้เป็นการเรียนรู้แบบทบทวนไตร่ตรอง (Reflection) หรือในภาษา KM เรียกว่า AAR (After action review)

5. Presentation คือ การนำเสนอโครงการต่อชั้นเรียน เป็นขั้นตอนที่ให้การเรียนรู้ทักษะอีกชุดหนึ่งต่อเนื่องกับขั้นตอน Review เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดการทบทวนขั้นตอนของงานและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างเข้มข้น แล้วเอามานำเสนอในรูปแบบที่เร้าใจ ให้อารมณ์และให้ความรู้ (ปัญญา) ทีมงานของนักเรียนอาจสร้างนวัตกรรมในการนำเสนอก็ได้ โดยอาจเขียนเป็นรายงาน และนำเสนอเป็นการรายงาน หน้าชั้นมีเพาเวอร์พอยท์ (PowerPoint) ประกอบ หรือจัดทำวีดิทัศน์นำเสนอ หรือนำเสนอเป็นละคร เป็นต้น

แนวคิดที่ 3 การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ที่ปรับจากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย ของ ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557) โดยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

ภาพที่ 4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน
(ปรับปรุงจากดุษฎี โยเหลา และคณะ, 2557: 20-23)

ในการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานครั้งนี้ ได้นำแนวคิดที่ปรับปรุงจาก ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557: 20-23) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาจากการศึกษาโรงเรียนในประเทศไทย โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน ครูให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงงานก่อนการเรียนรู้ เนื่องจากการทำโครงงานมีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนและรัดกุม ดังนั้นนักเรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้อง มีความรู้เกี่ยวกับโครงงานไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะทำงานโครงงานจริง ในขั้นแสวงหาความรู้

2. ขั้นกระตุ้นความสนใจ ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยต้องคิดหรือเตรียมกิจกรรมที่ดึงดูดให้นักเรียนสนใจ ใคร่รู้ ถึงความสนุกสนานในการทำโครงงานหรือกิจกรรมร่วมกัน โดยกิจกรรมนั้นอาจเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว ทั้งนี้ในการกระตุ้นของครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่หรือเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3. ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนของตนเอง โดยระดมความคิดและหารือ แบ่งหน้าที่เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้ในภาคเรียนนั้น ๆ เรียบร้อยแล้ว

4. ขั้นแสวงหาความรู้ ในขั้นแสวงหาความรู้มีแนวทางปฏิบัติสำหรับนักเรียนในการทำกิจกรรม ดังนี้ นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน ตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจนักเรียนปฏิบัติหน้าที่ของตนตามข้อตกลงของกลุ่ม พร้อมทั้งร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรม โดยขอคำปรึกษาจากครูเป็นระยะเมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้นนักเรียนร่วมกันเขียนรูปเล่ม สรุปรายงานจากโครงงานที่ตนปฏิบัติ

5. ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถามถามนักเรียนนำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้

6. ขั้นนำเสนอผลงาน ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรมหรือจัดเวลาให้นักเรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้น และนักเรียนอื่น ๆ ในโรงเรียนได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในการทำโครงงาน

จากการที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ที่มีความเหมาะสมกับการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนและผู้เรียน คือแนวคิดที่ปรับปรุงจาก ดุษฎี โยเหลา และคณะ(2557: 20-23) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาจากการศึกษาโรงเรียนในประเทศไทย ซึ่งมี 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน ขั้นกระตุ้นความสนใจ ขั้นจัดกลุ่ม ขั้นแสวงหาความรู้ ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ ขั้นนำเสนอผลงาน

2.5 บทบาทของครูการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง ครูจะต้องเป็นผู้ที่มีความพร้อมและมีความแม่นยำในเนื้อหาเพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างราบรื่น และสามารถอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ขณะร่วมกิจกรรม ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว มีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ 2 รูปแบบ คือ การจัดกิจกรรมตามความสนใจของผู้เรียน และการจัดกิจกรรมตามสาระการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมตามความสนใจของผู้เรียน เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเลือกศึกษาโครงงานจากสิ่งที่สนใจอยากรู้ที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน สิ่งแวดล้อมในสังคม หรือจากประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ยังต้องการคำตอบ ข้อสรุป ซึ่งอาจจะอยู่นอกเหนือจากสาระการเรียนรู้ในบทเรียนของหลักสูตร มีขั้นตอนดังนี้

- ตรวจสอบ วิเคราะห์ พิจารณา รวบรวม ความสนใจ ของผู้เรียน
- กำหนดประเด็นปัญหา / หัวข้อเรื่อง
- กำหนดวัตถุประสงค์
- ตั้งสมมติฐาน
- กำหนดวิธีการศึกษาและแหล่งความรู้
- กำหนดเค้าโครงของโครงงาน
- ตรวจสอบสมมติฐาน

- สรุปผลการศึกษาและการนำไปใช้
- เขียนรายงานวิจัยแบบง่าย ๆ
- จัดแสดงผลงาน

การจัดกิจกรรมตามสาระการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยยึดเนื้อหาสาระตามที่หลักสูตรกำหนด ผู้เรียนเลือกทำโครงงานตามที่สาระการเรียนรู้ จากหน่วยเนื้อหาที่เรียนในชั้นเรียน นำมาเป็นหัวข้อโครงงาน มีขั้นตอนที่ผู้สอนดำเนินการดังต่อไปนี้

- ศึกษาเอกสาร หลักสูตร คู่มือครู
- วิเคราะห์หลักสูตร
- วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา เพื่อแยกเนื้อหา จุดประสงค์และจัดกิจกรรมให้เด่นชัด
- จัดทำกำหนดการสอน
- เขียนแผนการจัดการเรียนรู้
- ผลิตสื่อ จัดหาแหล่งเรียนรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่น
- จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเริ่มตั้งแต่ แจ้งวัตถุประสงค์ กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน จัดกลุ่มผู้เรียนตามความสนใจ การใช้คำถามกระตุ้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน

นอกจากนั้นแล้ว เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557) ได้กล่าวถึงบทบาทสำคัญของครูในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าครูจะต้องแสดงบทบาทต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning ขึ้น คือครูจะต้องเป็นผู้สังเกต โดยสังเกตการทำงานของนักเรียนและการเล่นของนักเรียน ครูต้องสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ โดยใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นการเรียนรู้แทนการบอกกล่าว ครูต้องศึกษาและรู้จักข้อมูลนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อแสดงบทบาทให้เหมาะสมในการทำให้เกิด Active Learning กับนักเรียนเป็นรายคน ซึ่งบทบาทหรือสิ่งเหล่านี้ที่ครูแสดงออก มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ บทบาทของครูจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ครูเองจะต้องจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการรายวิชา โดยใช้แหล่งเรียนรู้ชุมชนและสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เป็นเรื่องใกล้ตัวนักเรียนและมีความเป็นปัจจุบัน ณ ขณะนั้น เช่น ข่าว ละครทีวี เรื่องราวในท้องถิ่น เป็นต้น มาเชื่อมโยงกับเนื้อหาบทเรียน นอกจากนั้นแล้วครูเองจะต้องคอยให้คำแนะนำ ชี้แนะ ชี้แจงให้รายละเอียดต่าง ๆ เท่าที่จำเป็นเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย โดยครูจะต้องแสดงบทบาทเป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนดังนี้

ภาพที่ 5 บทบาทของครูในฐานะผู้กระตุ้นการเรียนรู้

ครูใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ คำถามที่ใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้นั้น ต้องเป็นคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด และเพื่อให้นักเรียนได้อธิบาย โดยขึ้นต้นว่า “ทำไม” หรือ ลงท้ายว่า “อย่างไรบ้าง” “อะไรบ้าง” “เพราะอะไร” โดยคำถามเหล่านี้อาจเป็นคำถามในใบกิจกรรมหรือครูถามก่อนปฏิบัติกิจกรรม กำลังลงมือปฏิบัติกิจกรรมและ/หรือหลังปฏิบัติกิจกรรม ทุกคำถามต้องเชื่อมโยงไปยังรายวิชาที่เรียนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดด้วย

ครูทำหน้าที่เป็นผู้สังเกต ครูจะต้องคอยสังเกตว่า นักเรียนแต่ละคนมีพฤติกรรมอย่างไร ขณะปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกตต้องเป็นไปอย่างเหมาะสม คือ เมื่อครูเห็นว่าพฤติกรรมที่นักเรียนกำลังเรียนรู้ไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนหรืออันตรายแก่นักเรียนอื่นรอบตัว แต่ในทางกลับกันหากพฤติกรรมที่นักเรียนกำลังเรียนรู้ทำให้เกิดความเดือดร้อนหรือเกิดอันตรายต่อตัวนักเรียนเองและนักเรียนคนอื่น ครูจะต้องเข้าไปแทรกแซงและหยุดพฤติกรรมดังกล่าวทันที

ครูสอนให้นักเรียนเรียนรู้การตั้งคำถาม เมื่อนักเรียนสามารถตั้งคำถามได้ จะทำให้นักเรียนรู้จักถามเพื่อค้นคว้าข้อมูล รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และร่วมแสดงความคิดเห็นของตนเองในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เรื่อง การรู้จักถามเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้และได้มาซึ่งความรู้ที่นักเรียนสนใจ

ครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย ครูจะต้องเป็นผู้คอยแนะนำ ชี้แจง ให้ข้อมูลต่าง ๆ หรือยกตัวอย่างเหตุการณ์ใกล้ตัวต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียนเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ด้านอื่น ๆ ในขณะทำกิจกรรมเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย หรือคำถามโดยไม่บอกคำตอบแก่นักเรียน

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งหนึ่งๆ ครูจะเป็นผู้สังเกตและคอยกระตุ้นด้วยคำถามให้นักเรียนได้คิดกิจกรรมที่อยากเรียนรู้และหาคำตอบในสิ่งที่สงสัยด้วยตนเอง

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานอย่างอิสระ ตามความคิดและความสามารถของนักเรียนเอง เพื่อให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการและความสามารถของตนเองในการคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มที่

2.6 การประเมินผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

วิธีการประเมินการเรียนรู้

สำหรับการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนนั้น ครูประเมินจากผลงานของนักเรียน โดยการประเมินตามสภาพจริง ใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบิค ทั้งนี้ครูจะต้องออกแบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนร่วมประเมินด้วย การออกแบบดังกล่าวต้องประเมินตามตัวชี้วัดที่ส่วนกลางกำหนด มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนพร้อมประเมินจากการนำเสนอผลงานของนักเรียน อาจให้นักเรียนเล่าเรื่องแล้วสังเกตพฤติกรรม ตรวจชิ้นงาน หรือจากการพูดคุย โดยพิจารณาผลหลังจากการจัดการเรียนรู้ซึ่งมีแนวทางการประเมิน ดังนี้

ยึดรูปแบบการประเมินจากส่วนกลาง มีการวางโครงร่างหรือน้ำหนักคะแนนในการประเมินจากรูปแบบที่ส่วนกลางกำหนดเป็นหลัก

ใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบิคสเกล ทำการประเมินตามลำดับความสามารถหรือลำดับพฤติกรรมที่คาดหวังที่นักเรียนแสดงออกหรือที่ครูสังเกตเห็นอย่างเป็นลำดับขั้น โดยใช้การให้คะแนนแบบรูบิคสเกล ซึ่งครูต้องออกแบบเกณฑ์หรือกำหนดแนวทางการประเมินให้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนเป็นหลัก

วัดและประเมินผลตามเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นการประเมินผล/วัดผลตามเนื้อหาที่สอนสอดคล้องกับตัวชี้วัดที่ระบุในหลักสูตร โดยพิจารณาขณะสอนและวัดหลังการจัดการเรียนรู้

สังเกตและบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยบันทึกผลการสังเกตลงในแบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้

ให้ครูท่านอื่นและนักเรียนร่วมประเมินผลงาน การประเมินผลการจัดการเรียนรู้นั้นนอกจากครูผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินเองแล้ว ครูเองควรเปิดโอกาสให้นักเรียนและครูท่านอื่นร่วมประเมินด้วย

สิ่งที่ครูต้องประเมิน

ในการประเมินนักเรียนนั้น ครูจะมีการพิจารณาประเมินหลายด้าน คือ ด้านผลการเรียนรู้และพฤติกรรมหลังการเรียนรู้ โดยการประเมินดังกล่าวเป็นการประเมินสิ่งที่เปลี่ยนแปลงหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมแล้ว โดยสามารถกล่าวในรายละเอียดได้ดังนี้

ด้านผลการเรียนรู้ ครูจะต้องทำการทดสอบความรู้ที่นักเรียนได้รับหลังจากที่ได้ทำการจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนแล้ว เพื่อให้เห็นพัฒนาการของนักเรียนหลังจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหาบทเรียนที่ครูเป็นผู้สอน

พฤติกรรมนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนลดพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ โดยที่นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในทางที่ดีขึ้นอย่างชัดเจนและเพื่อนในห้องยอมรับในตัวนักเรียนเพิ่มขึ้น

Feichtner and Davis (1992) ได้กล่าวถึง วิธีการประเมินผลการเรียนแบบโครงงาน แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. การประเมินระหว่างทำกิจกรรมการเรียนการสอน (Formative evaluation) เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และปรับพฤติกรรมการเรียนและการทำงานได้ดีขึ้น

2. การประเมินผลสรุป (Summative evaluation) เป็นการประเมินผลครั้งสุดท้ายเพื่อพิจารณาให้เกรดแก่ผู้เรียน การประเมินจะนำไปสู่การคิดคะแนนหรือเกรดของผู้เรียน เกรดกับโครงงานมักมีการเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2548) กล่าวถึงการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้โครงงาน โดยใช้การประเมินผลตามสภาพจริง ดังนี้

1. ประเมินผลในขณะผู้เรียนแสวงหาความรู้

2. ประเมินผลการใช้ภาษาในการถาม – ตอบของผู้เรียนในทุกขั้นตอนของการเรียน โดยยึดหลักที่ว่า “ยิ่งพูด ยิ่งอธิบายมาก ยิ่งถามมาก ยิ่งสงสัยมากก็ยิ่งได้คะแนนมากเท่านั้น”

3. ประเมินผลจากการทดสอบที่กำหนด 2 ช่วงคือ กลางภาค และปลายภาค

อังคณา ตุงคะสมิต (2559) กล่าวถึงการประเมินโครงงานที่ใช้เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนสามารถประเมินได้ 2 ส่วนคือ 1) ส่วนของนักเรียนที่ประเมินตนเอง และ 2) ส่วนที่ครูใช้ประเมินคุณภาพของโครงงาน การทำงานของนักเรียน ประเมินความก้าวหน้าในระหว่างการทำงานและเมื่อโครงงานสิ้นสุด โดยมีข้อคำนึงในการประเมิน ดังนี้

1. ต้องให้นักเรียนเป็นผู้ประเมินหลัก

2. อาจใช้การอภิปรายเป็นกระบวนการประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน

3. อาจให้นักเรียนเขียนแสดงความรู้สึกต่อผลงานของตนเองหรือที่เรียกว่า Reaction sheet

จากการที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ครูประเมินจากผลงานของนักเรียน โดยการประเมินตามสภาพจริง ใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบิค ทั้งนี้ครูจะต้องออกแบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนร่วมประเมินด้วย การออกแบบดังกล่าวต้องประเมินตามตัวชี้วัดที่ส่วนกลางกำหนด มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนพร้อมประเมินจากการนำเสนอผลงานของนักเรียน หรือการถามตอบจากการนำเสนอผลงาน โดยพิจารณาผลหลังจากการจัดการเรียนรู้

3. ฟังก์ชัน

ฟังก์ชัน เป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งในสาระการเรียนรู้พีชคณิต ซึ่งเป็นนามธรรมที่ยากต่อการเข้าใจ อีกทั้งยังมีความสำคัญต่อนักเรียนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ในบทเรียนอื่น ๆ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงจำเป็นเนื้อหาที่สำคัญอย่างยิ่งในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

3.1. ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

ความสัมพันธ์ (Relation)

r เป็นความสัมพันธ์จาก A ไป B ก็ต่อเมื่อ r เป็นสับเซตของ A x B

คู่อันดับ (Ordered pair) เป็นการจับคู่สิ่งของโดยถือลำดับเป็นสำคัญ เช่น คู่อันดับ a, b จะเขียนแทนด้วย (a, b) เรียก a ว่าเป็นสมาชิกตัวหน้า และเรียก b ว่าเป็นสมาชิกตัวหลัง

(การเท่ากับของคู่อันดับ) (a, b) = (c, d) ก็ต่อเมื่อ a = c และ b = d

ผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian product) ผลคูณคาร์ทีเซียนของเซต A และเซต B คือ เซตของคู่อันดับ (a, b) ทั้งหมด โดยที่ a เป็นสมาชิกของเซต A และ b เป็นสมาชิกของเซต B

สัญลักษณ์ผลคูณคาร์ทีเซียนของเซต A และเซต B เขียนแทนด้วย A x B

ตัวผกผันของความสัมพันธ์ (Inverse of relation) อินเวอร์สของความสัมพันธ์ r คือ ความสัมพันธ์ซึ่งเกิดจากการสลับที่ของสมาชิกตัวหน้าและสมาชิกตัวหลังในแต่ละคู่อันดับที่เป็นสมาชิกของ r

โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์

บทนิยาม ให้ r เป็นความสัมพันธ์จาก A ไป B โดเมนของ r คือเซตของสมาชิกตัวหน้าของคู่อันดับใน r เขียนแทนด้วย D_r และเรนจ์ของ r คือเซตของสมาชิกตัวหลังของคู่อันดับใน r เขียนแทนด้วย R_r

ฟังก์ชัน (Function) คือ ความสัมพันธ์ ซึ่งในสองคู่อันดับใด ๆ ของความสัมพันธ์นั้น ถ้าสมาชิกตัวหน้าเท่ากันสมาชิกตัวหลังต้องเท่ากันด้วย หรือ ความสัมพันธ์จากเซตหนึ่ง (โดเมน) ไปยังอีก

เซตหนึ่ง (โคโดเมน ไม่ใช่ เรนจ์) โดยที่สมาชิกตัวหน้าไม่ซ้ำกัน ความคิดรวบยอดของฟังก์ชันนี้เป็นพื้นฐานของทุกสาขาของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เชิงปริมาณในคณิตศาสตร์

3.2. ฟังก์ชันเชิงเส้น

ฟังก์ชันเชิงเส้น คือ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = ax + b$ เมื่อ a, b เป็นจำนวนจริง และ $a \neq 0$

3.3. ฟังก์ชันกำลังสอง

ฟังก์ชันกำลังสอง คือ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ a , b , c เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ $a \neq 0$ ลักษณะของกราฟของฟังก์ชันนี้ขึ้นอยู่กับค่าของ a , b และ c และเมื่อ $a > 0$ กราฟเป็นเส้นโค้งหงายขึ้น $a < 0$ กราฟเป็นเส้นโค้งคว่ำลง

3.4. ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล หมายถึง ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $f = \{(x,y) \in R \times R \mid y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$

3.5. ฟังก์ชันค่าสัมบรูณ์

ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์ คือ ฟังก์ชันที่อยู่ในรูป $y = | x - a | + c$ เมื่อ a และ c เป็นจำนวนจริง

3.6. ฟังก์ชันขั้นบันได

ฟังก์ชันขั้นบันได คือ ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นสับเซตของจำนวนจริงและมีค่าของฟังก์ชันเป็นค่าคงตัวเป็นช่วง ๆ มากกว่าสองช่วง

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

รุจิรัตน์ รุ่งหัวไผ่ (2549: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์มีผลต่อความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในระดับดี โดยมีความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ร้อยละ 86.50 ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ร้อยละ 87.00 และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ร้อยละ 74.36 การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีพัฒนาการด้านความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น โดยหลังการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ระยะที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านสูงกว่าระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นรินทร์ธร ผาริการ (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ที่มีต่อทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผลของการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ โดยทำการศึกษาและเปรียบเทียบทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนและหลังการทดลอง 2 รอบ รอบที่หนึ่งเป็นการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ รอบที่สองเป็นการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ตามความสนใจ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสารสาสน์ธนบุรีประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ใช้ระยะเวลาในการทดลองจำนวน 7 สัปดาห์ โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-group time series design เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ แบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .921 และแบบสอบถามวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .896

ศรัญญา มณีไตรรัตน์เลิศ และสุภาพ อ่วมเจริญ (2561: บทคัดย่อ) รายงานผลการจัดการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้จากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการเรียน โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานของนักเรียนทั้ง 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นกำหนดหัวข้อเรื่องในการทำโครงงาน (2) ขั้นออกแบบและวางแผนการทำโครงงาน (3) ขั้นลงมือทำโครงงาน (4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล และ (5) ขั้นเขียนรายงานและแสดงผลงาน พบว่าในภาพรวมนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.10 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66

ราตรี ทองสามสี (2547: บทคัดย่อ) ศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยวิธีสอนแบบโครงงานที่พัฒนาขึ้น จำนวน 5 แผน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.36 | 83.06 นอกจากนี้ยังรายงานผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้วยแผนที่พัฒนาขึ้น พบว่าผลการจัดการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากการศึกษาความสามารถในการทำโครงงานในส่วนของโครงสร้าง ได้แก่ ชื่อเรื่อง การเขียนข้อความ การเขียนวัตถุประสงค์ บอกขอบเขตการศึกษา เอกสารประกอบ การดำเนินงาน ผลการศึกษาและการสรุปอภิปรายผล พบว่าอยู่ในระดับพอใช้ ($\bar{x}$ = 2.15 S.D. = 0.39) และส่วนการนำเสนอพบว่าอยู่ในระดับพอใช้ ($\bar{x}$ = 2.00 S.D. = 0.50)

น้ำทิพย์ วิมูลชาติ และมาเรียม นิลพันธุ์ (2559: บทคัดย่อ) นำเสนอการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้ข้อมูลท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นการวิจัยและพัฒนา ทำให้ทราบว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานจำนวน 5 แผนได้แก่ รูปทรงเรขาคณิตที่ฉันรู้จัก ลักษณะรูปทรงเรขาคณิตในท้องถิ่นของเรา ปริมาตรและความจุ เรขาคณิตสร้างสรรค์และผลงานจากเรขาคณิต มีประสิทธิภาพ 84.91 | 84.24 นอกจากนี้ความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์โดยใช้ข้อมูลท้องถิ่นอยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 3.43 S.D. = 0.29) และผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 2.15 S.D. = 0.39)

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ทรูจิลโล (Trujillo, 1998: Online) ได้ทำการวิจัยเรื่อง เจตคติของนักเรียนที่มีต่อโครงงานคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อโครงงานคณิตศาสตร์ (เช่น ความวิตกกังวล ความสนใจ การนำเสนอโครงงาน ครู เพศ กรรมพันธุ์ เป็นต้น) ผู้วิจัยสำรวจความคิดเห็นกับกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนจำนวน 304 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติทางบวกต่อโครงงาน และความวิตกกังวลกับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อโครงงานมีค่าสหสัมพันธ์ทางบวก ซึ่งผลการวิจัยทั้งสองแบบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แวกเนอร์ (Wagner, 2002: Online) ได้ทำการวิจัยเรื่องสภาพที่เป็นอยู่ในทางคณิตศาสตร์ การสรุปที่ติดอยู่กับการสืบสวนสอบสวนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีผู้เข้าร่วมจำนวน 10 คน ที่ปฏิบัติโครงงานคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เป็นการสังเกต รวบรวมพฤติกรรมของครูและนักเรียนในสถานการณ์ ที่พวกเขาไปอยู่ในสถานที่ที่ไม่คุ้นเคย เก็บข้อมูลจากการบันทึกการสนทนาและงานที่นักเรียนเขียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชอบปฏิบัติโครงงานแบบสืบสวนสอบสวนทำให้นักเรียนไม่ยอมรับในสิ่งใดง่าย ๆ และแสดงความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มที่

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน พอสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและปฏิบัติงานตามความสนใจและความถนัดของตนเอง เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตามศักยภาพของนักเรียน และนักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งทำให้นักเรียนมีทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลอง
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ จังหวัดกาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 17 ห้องเรียน และมีประชากรรวมทั้งสิ้น 577 คน โดยมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ จังหวัดกาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน และมีกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 29 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ระยะเวลา 5 สัปดาห์ จำนวน 10 คาบเรียน

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดแผนแบบการวิจัยกึ่งการทดลอง (Quasi experimental design) โดยมีรูปแบบ ทดลอง 1 กลุ่มเปรียบเทียบก่อนหลัง (One group pretest posttest design) ดังนี้

Pre test	Treatment	Post test
O_1	X	O_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

O_1 แทน การทดสอบวัดผลก่อนเรียน

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

O_2 แทน การทดสอบวัดผลหลังเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีส่วนประกอบของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ มีการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 ส่วนประกอบของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.1.1 สาระสำคัญ

1.1.2 ผลการเรียนรู้

1.1.3 สาระการเรียนรู้

1.1.4 กิจกรรมการเรียนรู้

1.1.5 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1.1.6 การวัดผลและประเมินผล

1.1.7 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานโดยใช้รูปแบบ PBL ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557) มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ

ขั้นที่ 4 ขั้นแสวงหาความรู้

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอผลงาน

1.3 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1.3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฟังก์ชัน เพื่อนำมาใช้ในการวิจัยและทำการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้

1.3.2 ศึกษาวิธีการ หลักการ หลักทฤษฎีและเทคนิคการเขียนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้จากเอกสาร ตำรา และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ความคิดรวบยอด และกำหนดโครงสร้างของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อนำไปเขียนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

1.3.4 สร้างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งรูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานอยู่ในรูปแบบกิจกรรม และในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ใบความรู้ ใบกิจกรรม แบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน แบบบันทึกการประเมิน โดยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ จำนวนทั้งสิ้น 6 กิจกรรม ใช้เวลาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมเวลา 10 คาบเรียน ดังนี้

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมให้ความรู้พื้นฐาน
กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กิจกรรมกระตุ้นความสนใจ
กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรมจัดกลุ่มร่วมมือ
กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กิจกรรมแสวงหาความรู้ (2 คาบเรียน)
กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 5 กิจกรรมสรุปสิ่งที่เรียนรู้
กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 6 กิจกรรมนำเสนอผลงาน (2 คาบเรียน)

นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบส่วนประกอบของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ความสอดคล้องของมาตรฐาน และตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผล

1.4 นำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

1.5 นำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวิสุทธรังษี อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 6 กิจกรรม เพื่อพิจารณาหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลา ภาษา ขั้นตอนการจัดกิจกรรม คุณภาพของสื่อการเรียนการสอน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการทดลองจริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดเป็นกลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

2. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน แบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 15 คะแนน มีจำนวน 2 ฉบับ คือแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกัน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ให้ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

2.1.2 ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องวิธีสร้างแบบทดสอบ และรูปแบบการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.1.4 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) จากนั้นนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00

2.1.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 34 คน โรงเรียนวิสุทธรังษี อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ปีการศึกษา 2562 ซึ่งผ่านการเรียนเนื้อหานี้มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1.6 นำผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกแล้วมาคำนวณค่าความเชื่อมั่นรายฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อพบว่าแบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.28 - 0.71 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.24 - 0.53 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.7597

2.1.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันที่คัดเลือกแล้วจำนวน 15 ข้อ นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 29 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2.2 แบบประเมินโครงงาน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ศึกษาทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์

2.2.2 จัดทำแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานโดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale)

การประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ เป็นการประเมินผลการจัดทำโครงงานคณิตศาสตร์ของผู้จัดทำโครงงาน ประกอบด้วยการประเมินด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ รายละเอียดดังนี้

1. ด้านความรู้
   1.1 ความถูกต้องของเนื้อหาและตามหลักการทางคณิตศาสตร์
   1.2 เลือกใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสมตรงประเด็น
   1.3 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แปลกใหม่น่าสนใจ
2. ด้านทักษะกระบวนการ
   2.1 มีการอ้างอิงและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
   2.2 นำเสนอผลงานอย่างเป็นระดับขั้นตอนและเป็นระบบที่ชัดเจนเข้าใจง่าย
   2.3 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและเหมาะสม
   2.4 มีการใช้เทคโนโลยีช่วยในการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
   3.1 ปฏิบัติงานทุกขั้นตอนด้วยความรอบคอบ
   3.2 มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

3.3 มีความสนใจและกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การให้คะแนนโครงงานคณิตศาสตร์ ใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

ระดับคะแนน 5	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
ระดับคะแนน 4	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
ระดับคะแนน 3	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
ระดับคะแนน 2	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
ระดับคะแนน 1	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ในกรณีที่มีผู้ประเมินหลายคนก็ให้ค่าเฉลี่ย แล้วแปลผลการประเมินตามเกณฑ์การพิจารณาของสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2541) ดังนี้

4.01 – 5.00	หมายถึง	โครงงานนี้อยู่ในระดับ ดีมาก
3.01 – 4.00	หมายถึง	โครงงานนี้อยู่ในระดับ ดี
2.01 – 3.00	หมายถึง	โครงงานนี้อยู่ในระดับ พอใช้
ต่ำกว่า 2.00 ลงมา	หมายถึง	โครงงานนี้อยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

2.2.3 นำแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาข้อบกพร่องตรวจสอบและประเมินความเหมาะสมและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.2.4 นำแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาข้อบกพร่อง ตรวจสอบและประเมินความเหมาะสม

2.2.5 นำแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ไปใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การดำเนินการทดลอง

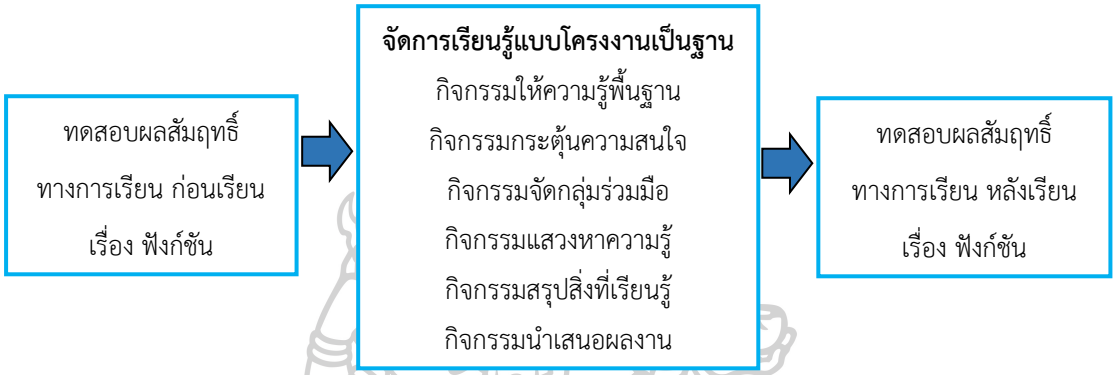
การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ จังหวัดกาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 29 คน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน

2. ทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ จังหวัดกาญจนบุรีภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 29 คน โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานประกอบการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 กิจกรรม

3. ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ จังหวัดกาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 29 คน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน

4. ประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แต่ละกลุ่ม โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน



ภาพที่ 6 แผนภาพแสดงการจัดการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชันก่อนเรียนกับหลังเรียน เนื่องจากเป็นกรณีที่มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยจึงทำการทดสอบการแจกแจงปกติของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ จึงทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยสถิติทดสอบทีกรณีประชากรสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน (T-test for dependent sample)

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ70 เนื่องจากเป็นกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อยจึงทำการทดสอบการแจกแจงปกติของคะแนนหลังเรียน ทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยสถิติทดสอบทีกรณีประชากรกลุ่มเดียว (T-test for one sample)

4. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินโครงงาน เรื่อง ฟังก์ชัน โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ (Percentage) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 104) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 105) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 106) ใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Item of congruence) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตร (ภัทราพร เกษสังข์, 2549 : 130)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

2.2 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20)

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

เมื่อ r_{tt} แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = 1- p

2.3 การหาค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของจอห์นสันและซาเบอร์ (Johnson & Saber)

$$p = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l} \times 100$$

$$r = \frac{R_h - R_l}{n_h}$$

เมื่อ R_h, R_l แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำตามลำดับ

n_h, n_l แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำตามลำดับ

p แทน ค่าความยาก

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยสถิติทดสอบทีกรณีประชากรสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน (T-test for dependent sample) จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 165)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติใช้เพื่อพิจารณาใน T-distribution

$\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนและหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนและหลังเรียนยกกำลังสอง

D แทน ผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนและหลังเรียนแต่ละคู่

n แทน จำนวนคู่

3.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยสถิติทดสอบทีกรณีประชากรกลุ่มเดียว (T-test for one sample) จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 160-161)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S.D.}{\sqrt{N}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติใช้เพื่อพิจารณาใน T-distribution

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

μ แทน ค่าเฉลี่ยที่เป็นค่าเกณฑ์ของลักษณะที่ผู้วิจัยสนใจทดสอบ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนจากกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนผู้เรียนของกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ข้อมูลที่ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบจำนวน 15 ข้อ คะแนนเต็ม 15 คะแนน

โดยผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$\bar{x}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย (Mean)

H_0 หมายถึง สมมติฐานหลัก (Null hypothesis)

H_1 หมายถึง สมมติฐานรอง (Alternative hypothesis)

Sig หมายถึง ค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้จากตัวสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ตอนที่ 3 ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 4 ผลการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ตอนที่ 5 ผลการประเมินพฤติกรรมกลุ่มของนักเรียน โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ตารางที่ 1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)
1	2	10
2	2	10
3	3	11
4	3	11
5	4	11
6	4	12
7	4	12
8	5	12
9	5	12
10	5	12
11	5	12
12	6	12
13	6	13
14	6	13
15	6	13
16	6	13
17	7	13
18	7	13
19	7	13
20	7	13
21	8	14
22	8	14

ตารางที่ 1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน) (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)
23	8	14
24	8	14
25	8	14
26	8	14
27	8	15
28	9	15
29	9	15
$\bar{X}$	**6.00**	**12.76**
S.D.	**2.04**	**1.38**

จากตารางที่ 1 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 6 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.04 เมื่อเปรียบเทียบกับหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 12.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.38

ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบสมมติฐานเพื่อวิเคราะห์ว่าผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงปกติหรือไม่ โดยกำหนดสมมติฐานการทดสอบดังนี้

สมมติฐานที่ทดสอบ

H_0 : ผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างไม่มีการแจกแจงปกติ

H_1 : ผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงปกติ

การทดสอบ	Statistic	df	Sig.
ผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน	0.946	29	0.141

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05

ขั้นตอนที่ 3 เนื่องจาก Sig. = 0.141 > α = 0.05 ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

นั่นคือ สรุปได้ว่าผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงปกติ

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบสมมติฐานหลักเพื่อวิเคราะห์ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยกำหนดสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

สมมติฐานที่ทดสอบ

H_0 : $\mu_2 \leq \mu_1$

H_1 : $\mu_2 > \mu_1$

μ_1 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียน

μ_2 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียน

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบสถิติ

สถิติทดสอบ $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติใช้เพื่อพิจารณาใน T-distribution

$\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนและหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนและหลังเรียนยกกำลังสอง

D แทน ผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนและหลังเรียนแต่ละคู่

n แทน จำนวนคู่

จากผลการเปรียบเทียบข้อมูลจะได้ว่า

$\sum D$ = 193 , $\sum D^2$= 1,373 , df = 28 , n = 29

$$t = \frac{193}{\sqrt{\frac{(29)(1373)-(193)^2}{29-1}}} = \frac{193}{\sqrt{\frac{39817-37249}{28}}} = \frac{193}{\sqrt{91.71}} = \frac{193}{9.58} = 20.15$$

ค่าวิกฤต $t_{.05,28}$ = 1.701

ดังนั้น เขตวิกฤตคือเขตที่มีค่า t ≥ 1.701

สรุป เนื่องจาก t = 20.15 > $t_{.05,28}$ = 1.701 ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

นั่นคือ สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบสมมติฐานเพื่อวิเคราะห์ว่าคะแนนหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงปกติหรือไม่ โดยกำหนดสมมติฐานการทดสอบดังนี้

สมมติฐานที่ทดสอบ

H_0 : คะแนนหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างไม่มีการแจกแจงปกติ

H_1 : คะแนนหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงปกติ

การทดสอบ	Statistic	df	Sig.
คะแนนหลังเรียน	0.942	29	0.112

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05

ขั้นตอนที่ 3 เนื่องจาก Sig. = 0.112 > α = 0.05 ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1

นั่นคือ สรุปได้ว่าคะแนนหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงปกติ

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบสมมติฐานหลักเพื่อวิเคราะห์ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง กับเกณฑ์ร้อยละ 70 มีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยกำหนดสมมติฐานการทดสอบ ดังนี้

สมมติฐานที่ทดสอบ

H_0 : $\mu \leq 10.5$

H_1 : $\mu > 10.5$

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบสถิติ

สถิติทดสอบ $t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S.D.}{\sqrt{n}}}$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติใช้เพื่อพิจารณาใน T-distribution

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

μ แทน ค่าเฉลี่ยที่เป็นค่าเกณฑ์ของลักษณะที่ผู้วิจัยสนใจทดสอบ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนจากกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

จากผลการเปรียบเทียบข้อมูลจะได้ว่า

$\bar{X}$ = 12.66 , μ = 10.5 , S.D. = 1.38 , n = 29

$t = \frac{\bar{x}-\mu}{\frac{S.D}{\sqrt{n}}} = \frac{12.66-10.5}{\frac{1.38}{\sqrt{29}}} = \frac{2.16}{\frac{1.38}{5.39}} = \frac{2.16}{0.26} = 8.31$

ค่าวิกฤต $t_{.05,28}$ = 1.701

ดังนั้น เขตวิกฤตคือเขตที่มีค่า t ≥ 1.701

สรุป เนื่องจาก t = 8.31 > $t_{.05,28}$ = 1.701 ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานโดยประเมินจากคณะกรรมการจำนวน 3 ท่าน มีจำนวน 3 หัวข้อ คือ ภาพรวมของโครงงานคณิตศาสตร์ การนำเสนอและการตอบข้อซักถาม แบ่งเป็นด้านความรู้และด้านทักษะกระบวนการ คะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยแปลผลการประเมินตามเกณฑ์การพิจารณาของสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2541) ดังนี้

ช่วงคะแนนเฉลี่ย	4.01 – 5.00	หมายถึง	อยู่ในระดับ ดีมาก
	3.01 – 4.00	หมายถึง	อยู่ในระดับ ดี
	2.01 – 3.00	หมายถึง	อยู่ในระดับ พอใช้
	ต่ำกว่า 2.00 ลงมา	หมายถึง	อยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ผลการประเมิน	ลำดับที่
1. ภาพรวมของโครงงานคณิตศาสตร์ (25 คะแนน)	**3.24**	**0.61**	**ดี**	**2**
1.1 ชื่อเรื่อง ความสอดคล้องของความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน (5 คะแนน)	3.48	0.64	ดี	1
1.2 มีการศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังศึกษา	2.93	0.27	ดี	4
1.3 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความใหม่ของโครงงาน (5 คะแนน)	3.07	0.62	ดี	3
1.4 วัตถุประสงค์ (5 คะแนน)	3.22	0.75	ดี	2
1.5 ระเบียบวิธีการวิจัย วิธีการดำเนินการ วิธีการวิเคราะห์ ความเหมาะสมของวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล (5 คะแนน)	3.48	0.51	ดี	1
2. การนำเสนอ (10 คะแนน)	**3.02**	**0.60**	**ดี**	**3**
2.1 รูปแบบและวิธีการนำเสนอ (5 คะแนน)	2.81	0.68	ดี	2
2.2 บุคลิกภาพและการใช้ภาษาในการพูดนำเสนอ (5 คะแนน)	3.22	0.42	ดี	1
3. การตอบข้อซักถาม (5 คะแนน)	**4.04**	**0.65**	**ดีมาก**	1
ภาพรวม	**3.43**	**0.62**	**ดี**	

จากตารางแสดงผลการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน พบว่า การประเมินโครงงานคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ =3.43 , S.D. = 0.62) โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามลำดับคือ ด้านทักษะกระบวนการ การตอบข้อซักถาม อยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.04 , S.D. = 0.65) การนำเสนอ อยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 3.02 , S.D. = 0.60) ด้านความรู้ ภาพรวมของโครงงาน อยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ =3.24 , S.D. = 0.61)

ตอนที่ 5 ผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียน โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (นักเรียนเป็นผู้ประเมิน) มีจำนวน 5 หัวข้อ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ มีเกณฑ์การให้คะแนน 2 (ดี) 1 (พอใช้) 0 (ปรับปรุง) คะแนนเต็ม 10 คะแนน โดยแปลผลการประเมินตามเกณฑ์ ดังนี้

ช่วงคะแนนเฉลี่ย	1.34 – 2.00	หมายถึง	อยู่ในระดับ ดี
	0.68 – 1.33	หมายถึง	อยู่ในระดับ พอใช้
	0.00 – 0.67	หมายถึง	อยู่ในระดับ ปรับปรุง

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (นักเรียนเป็นผู้ประเมิน)

รายการประเมิน	นักเรียนเป็นผู้ประเมิน			
	$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน	ลำดับที่
1. การให้ความร่วมมือในการทำงาน	1.83	0.38	ดี	2
2. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	1.79	0.41	ดี	3
3. การแสดงความคิดเห็น	1.79	0.41	ดี	3
4. การทำงานตามบทบาทหน้าที่	1.69	0.47	ดี	4
5. ความสุขในการทำงาน	2.00	0.00	ดี	1
ภาพรวม	**1.82**	**0.34**	**ดี**	

จากตารางแสดงผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน พบว่า การประเมินพฤติกรรมกลุ่มอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 1.82 , S.D. = 0.34) โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มซึ่งอยู่ในด้านด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของ

นักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามลำดับคือ ความสุขในการทำงาน ($\overline{X}$ = 2.00 , S.D. = 0.00) การให้ความร่วมมือในการทำงาน ($\overline{X}$ = 1.83 , S.D. = 0.38) ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ($\overline{X}$ =1.79 , S.D. = 0.41) การแสดงความคิดเห็น ($\overline{X}$ = 1.79 , S.D. = 0.41) และการทำงานตามบทบาทหน้าที่ ($\overline{X}$ = 1.69 , S.D. = 0.47) อยู่ในระดับดี

ตารางที่ 4 ตารางแสดงผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มโดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (ครูเป็นผู้ประเมิน)

รายการประเมิน	ครูเป็นผู้ประเมิน			
	$\overline{X}$	S.D.	ผลการประเมิน	ลำดับที่
1. การให้ความร่วมมือในการทำงาน	1.78	0.44	ดี	2
2. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	1.78	0.44	ดี	2
3. การแสดงความคิดเห็น	1.78	0.44	ดี	2
4. การทำงานตามบทบาทหน้าที่	1.67	0.50	ดี	3
5. ความสุขในการทำงาน	1.89	0.33	ดี	1
ภาพรวม	**1.78**	**0.43**	**ดี**	

จากตารางแสดงผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน พบว่า การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ =1.78 , S.D. = 0.43) โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินพฤติกรรมกลุ่มซึ่งอยู่ในด้านด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามลำดับคือ ความสุขในการทำงาน ($\overline{X}$ =1.89 , S.D. = 0.33) การให้ความร่วมมือในการทำงาน ($\overline{X}$ =1.78 , S.D. = 0.44) ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ($\overline{X}$ =1.78 , S.D. = 0.44) การแสดงความคิดเห็น ($\overline{X}$ =1.78 , S.D. = 0.44) และการทำงานตามบทบาทหน้าที่ ($\overline{X}$ =1.67 , S.D. = 0.50) อยู่ในระดับดี

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ซึ่งมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ จังหวัดกาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 17 ห้องเรียน และมีประชากรรวมทั้งสิ้น 577 คน โดยมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ จังหวัดกาญจนบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน และมีกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 29 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย 6 กิจกรรม คือ

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมให้ความรู้พื้นฐาน
กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กิจกรรมกระตุ้นความสนใจ
กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรมจัดกลุ่มร่วมมือ
กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กิจกรรมแสวงหาความรู้
กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 5 กิจกรรมสรุปสิ่งที่เรียนรู้
กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 6 กิจกรรมนำเสนอผลงาน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน แบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานในการวิจัยคือ การทดสอบเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง (T-test for dependent sample) และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (T-test for one sample)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคือ 6 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคือ 12.76 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคือ 12.76 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า

1. ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้อันเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ 6 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมให้ความรู้พื้นฐาน 2) กิจกรรมกระตุ้นความสนใจ 3) กิจกรรมจัดกลุ่มร่วมมือ 4) กิจกรรมแสวงหาความรู้ 5) กิจกรรมสรุปสิ่งที่เรียนรู้ และ 6) กิจกรรมนำเสนอผลงาน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นักเรียนได้เรียนเนื้อหา เรื่องฟังก์ชัน อีกทั้งยังมีการให้ความรู้เพิ่มเติมขณะทำกิจกรรม และการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมค่อนข้างมาก โดยนักเรียนเป็นผู้ตั้งประเด็นปัญหาหรือหัวข้อโครงงานที่สนใจด้วยตนเอง และลงมือค้นหาคำตอบด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ลงมือปฏิบัติจริง ทดลอง เก็บข้อมูล แล้วนำมาสรุป อภิปรายผล มีการวางแผนงานอย่างเป็นระบบ และการที่นักเรียนต้องมีส่วนร่วม

รับผิดชอบในการเรียนและการทำงานกลุ่มทำให้นักเรียน มีประสบการณ์ตรงเกิดการเรียนรู้และเข้าใจอย่างแท้จริง สามารถแสดงออกผ่านทางผลงานหรือการนำเสนอโครงงานที่นักเรียนได้ทำจนสำเร็จซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศรัญญา มณีไตรรัตน์เลิศ และสุภาพ อ่วมเจริญ (2561: บทคัดย่อ) กล่าวว่า ผลการจัดการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ในภาพรวมนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดี และราตรี ทองสามสี (2547: บทคัดย่อ) ศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยวิธีสอนแบบโครงงานที่พัฒนาขึ้น พบว่าผลการจัดการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานนั้น เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผนการปฏิบัติภาระงานร่วมกัน รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะทางสังคม ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มเพื่อนดีมาก เพราะทุกคนทราบว่า เมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จตนเองก็จะได้รับความสำเร็จนั้นด้วย เมื่อครูตรวจให้คะแนนใบงานเสร็จแล้ว สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น มีการวางแผนการเรียนในครั้งต่อไปอย่างกระตือรือร้น ผู้เรียนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มค่อนข้างดี มีความสนใจและเอาใจใส่ในการเรียนมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากเพื่อนให้ความช่วยเหลือ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของดุษฎี โยเหลาและคณะ (2557) ที่ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ ที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม ด้วยเหตุนี้อาจส่งผลให้ผลการเรียนรู้เรื่องฟังก์ชันมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับวรรณ์วิไล หงส์ทอง (2551: บทคัดย่อ) กล่าวว่าผลการเรียนรู้สาระเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้

2. ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์นั้น เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ คือผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผนการปฏิบัติภาระงานร่วมกัน รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะทางสังคม ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มเพื่อนดีมาก เพราะทุกคนทราบว่า เมื่อกลุ่มประสบความสำเร็จตนเองก็จะได้รับความสำเร็จนั้นด้วย

อีกทั้งเป็นการฝึกให้นักเรียนฝึกแสวงหาความรู้ ฝึกการทำงานกลุ่มฝึกความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่ตนคิด หรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจ (สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ, 2544: 4) ตลอดจนสอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 มาตรา 22 กล่าวคือ “ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการการเรียนการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ” ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างเต็มความสามารถส่งผลให้มีผลการเรียนรู้ที่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ผู้สอนต้องชี้แจงทำความเข้าใจเรื่องรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน อธิบายขั้นตอน บทบาทหน้าที่ของครูผู้สอนและนักเรียน การวัดผลประเมินผล ให้นักเรียนเข้าใจให้ตรงกันเพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปในทางที่ถูกต้อง

2. ผู้สอนควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย หรือเกิดคำถามที่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชัน เพื่อนำไปสู่การตั้งประเด็นหรือหัวข้อโครงงานที่เหมาะสมก่อนที่นักเรียนจะได้ศึกษาค้นคว้า ทดลอง หาคำตอบด้วยตนเอง

3. ผู้สอนควรทำความเข้าใจกับนักเรียนว่าการทำโครงงานคณิตศาสตร์มีประโยชน์อย่างไร อาจจะเป็นการตอบคำถามของนักเรียนที่ว่า “เรียนคณิตศาสตร์ไปทำไม” เพราะหากนักเรียนทำโครงงานสำเร็จนักเรียนจะได้เห็นประโยชน์ของการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้จริง

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐานไปเป็นแบบอย่างในการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาสาระอื่นๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่อไป หรือเพื่อตรวจสอบให้แน่ใจว่าการจัดการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐานช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้จริง

2. การจัดการเรียนรู้โดยโครงงานเป็นฐานต้องใช้เวลานานพอสมควร เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ จนได้ผลงานที่มีคุณภาพ ทั้งนี้อาจต้องให้นักเรียนได้ทาโครงงานนอกเวลาเรียน แต่ผู้สอนต้องติดตามดูแลอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นอย่างสม่ำเสมอ

รายการอ้างอิง

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

1. กิจกรรมให้ความรู้พื้นฐาน
2. กิจกรรมกระตุ้นความสนใจ
3. กิจกรรมจัดกลุ่มร่วมมือ
4. กิจกรรมแสวงหาความรู้
5. กิจกรรมสรุปสิ่งที่เรียนรู้
6. กิจกรรมนำเสนอผลงาน

กิจกรรมให้ความรู้พื้นฐาน

(ระยะเริ่มต้นโครงงาน)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **เวลา 50 นาที**

สาระสำคัญ

ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์

โครงงานคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่ผู้เรียนศึกษาปัญหาที่ตนเองสนใจต้องการหาคำตอบและลงมือทำด้วยความสามารถของตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่การตั้งข้อคำถาม/ข้อสงสัย วางแผนการศึกษาหาคำตอบ ลงมือทำและสรุปผลการทำงานว่า สามารถตอบข้อคำถาม/ข้อสงสัยที่ตั้งไว้หรือไม่ แล้วนำเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้ามาแล้ว โดยมีครูผู้สอนและ/หรือครูที่ปรึกษาโครงงาน ช่วยให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด

จุดมุ่งหมายของโครงงานคณิตศาสตร์

การทำโครงงานคณิตศาสตร์เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการค้นคว้า ลงมือปฏิบัติกิจกรรมวิชาคณิตศาสตร์ในเชิงบูรณาการ มีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง ผสมผสานกับทักษะและกระบวนการต่าง ๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอผลงานที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อีกทั้งยังเป็นการฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบ การทำงานร่วมกับผู้อื่น ความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์อีกด้วย

ประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์จำแนกออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. โครงงานคณิตศาสตร์ประเภททดลอง
2. โครงงานคณิตศาสตร์ประเภทการสำรวจ
3. โครงงานคณิตศาสตร์ประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์
4. โครงงานคณิตศาสตร์ประเภทสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

ขั้นตอนในการทำโครงงานคณิตศาสตร์

1. การคิดหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา
2. การวางแผนในการทำโครงงาน
3. การลงมือทำโครงงาน
4. การเขียนรายงาน
5. การนำเสนอผลงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายจุดมุ่งหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ได้
3. นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์ได้
4. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้

สาระการเรียนรู้

ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ จุดมุ่งหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ ประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์ และขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้

1. สร้างบรรยากาศในการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่อง โครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน โดยการสนทนาซักถาม
2. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่าง เรื่อง ฟังก์ชัน ในชีวิตประจำวันที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้หรือต่อยอดในการทำโครงงานได้

2.1 ฟังก์ชันเชิงเส้นกับยอดขายสินค้า

เช่น ยอดขายสินค้าใหม่ของบริษัทอยู่ที่ 12,000 ชิ้น/ปี ในปีแรก ถ้าบริษัทต้องการยอดขายสินค้าเพิ่มขึ้นปีละ 10% ของยอดขายในปีแรก เราสามารถหาสมการแทนยอดขายสินค้าของแต่ละปี หาได้ว่าในอีก 5 ปีถัดไป บริษัทนี้ควรจะมียอดขายสินค้าเท่าใด

2.2 ฟังก์ชันกำลังสองกับการโยนลูกบอล สามารถหาเวลาที่ลูกบอลจะตกถึงพื้น ระยะทางที่ลูกบอลอยู่สูงที่สุด

2.3 ฟังก์ชันเอกซ์โพแนนเชียล สามารถทำนายการเพิ่มขึ้นของประชากร การเพิ่มจำนวนของเชื้อแบคทีเรีย การสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี เป็นต้น

2.4 ฟังก์ชันขั้นบันไดที่พบเห็นในชีวิตประจำวันได้แก่ อัตราค่าบริการไปรษณียภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ โดยครูนำตัวอย่างมาให้นักเรียนดู เช่น จดหมาย พัสดุ พัสดุไปรษณีย์ อัตราค่าธรรมเนียมในการส่งธนาณัติ และอัตราภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา เป็นต้น

3. ครูอธิบายรูปแบบการเขียนรายงานของโครงงาน โดยกระตุ้นให้นักเรียนฝึกการคิดด้วยการตั้งคำถามเกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์ เช่น สิ่งที่ควรมีอยู่ในโครงงานมีอะไรบ้าง ใช้หลักเกณฑ์ใดในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ โครงงานคณิตศาสตร์มีกี่ประเภทอะไรบ้าง

4. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน นักเรียนแต่ละกลุ่มและครูร่วมกันสนทนาและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอนการทำโครงงาน

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเล่นเกมบอกขั้นตอนตอนการทำโครงงาน โดยให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมากลุ่มละ 1 คน ทำการเลือกข้อความที่เป็นขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์จากกล่องเก็บข้อความแล้วนำข้อความไปติดบนกระดานคนละ 1 ข้อความตามลำดับขั้นตอนการทำโครงงานจนครบทุกขั้นตอน

5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ทำใบกิจกรรมที่ 1 โดยการสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต หรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

6. นักเรียนร่วมกันสรุปความคิดที่ได้จากการทำใบกิจกรรมที่ 1 อธิบายความหมาย จุดมุ่งหมาย ประเภทของโครงงานและขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

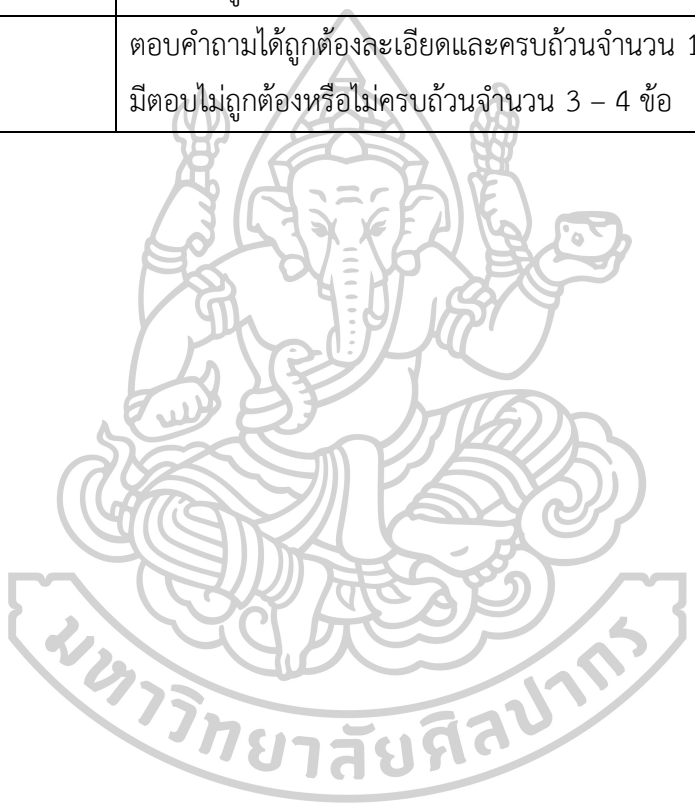
1. Power Point เรื่อง “โครงงานคณิตศาสตร์”
2. ใบกิจกรรมที่ 1 “โครงงานคณิตศาสตร์”
3. เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายของโรงเรียน

การวัดและประเมินผล

ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายจุดมุ่งหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ได้ 3. นักเรียนสามารถบอกประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์ได้ 4. นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้	การตรวจใบกิจกรรมที่ 1	ใบกิจกรรมที่ 1	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

เกณฑ์การวัดและประเมินผล

ระดับคะแนน	ผลการตรวจใบกิจกรรม
4	ตอบคำถามได้ถูกต้องละเอียดและครบถ้วนทุกข้อ
3	ตอบคำถามได้ถูกต้องละเอียดและครบถ้วนจำนวน 3 ข้อ มีตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วนจำนวน 1 ข้อ
2	ตอบคำถามได้ถูกต้องละเอียดและครบถ้วนจำนวน 2 ข้อ มีตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วนจำนวน 2 ข้อ
1	ตอบคำถามได้ถูกต้องละเอียดและครบถ้วนจำนวน 1 ข้อ มีตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วนจำนวน 3 – 4 ข้อ



ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง โครงงานคณิตศาสตร์

กลุ่มที่ ..... ชั้น .....

สมาชิก

1. .....เลขที่ ..... 2. .....เลขที่ .....

3. .....เลขที่ ..... 4. .....เลขที่ .....

5. .....เลขที่ ..... 6. .....เลขที่ .....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนร่วมปรึกษาหารือกันภายในกลุ่ม แล้วสรุปความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ จุดมุ่งหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ ประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์ และขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์ แล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้ต่อไปนี้

โครงงานคณิตศาสตร์ หมายถึง

.....

.....

.....

.....

.....

จุดมุ่งหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ คือ

.....

.....

.....

.....

.....

ประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กลุ่มของเราค้นคว้าคำตอบมาจาก.....

.....

กิจกรรมกระตุ้นความสนใจ

(ระยะเริ่มต้นโครงงาน)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **เวลา 50 นาที**

สาระสำคัญ

การพิจารณาปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้าและเกณฑ์การเลือกปัญหาของผู้ที่ทำโครงงานคณิตศาสตร์ มีเกณฑ์ที่ควรพิจารณา ดังต่อไปนี้

1. เป็นปัญหาที่ตรงกับความสนใจของตนเอง
2. เป็นปัญหาที่ตรงกับระดับความรู้ ความสามารถของตนเองเป็นอย่างดี
3. เป็นปัญหาที่แปลกใหม่น่าสนใจ
4. เป็นปัญหาที่มีแหล่งข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าอย่างเพียงพอ
5. เป็นปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ไขชัดเจน
6. เป็นปัญหาที่ส่งเสริมความรู้และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถคิดและเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะทำโครงงานคณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้

การเลือกหัวข้อเรื่องโครงงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูสนทนากับนักเรียนถึงความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ จุดมุ่งหมายของการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์ ขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการทบทวนความรู้ ใช้คำถามในการกระตุ้นนักเรียน โดยกิจกรรม Kahoot
2. ครูสนทนาซักถามกับนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในบทเรียนเรื่อง ฟังก์ชัน แล้วให้นักเรียนคิดว่าปัญหาใดบ้างที่น่าสนใจ
3. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 “การคิดและเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะทำโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน” ให้แต่ละคนศึกษาและทำใบกิจกรรมที่ 2

มหาวิทยาลัยศิลปากร

4. นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูล เพื่อคิดเลือกหัวข้อ หรือปัญหาที่จะทำโครงงานคณิตศาสตร์ ตามหัวข้อที่กำหนดในใบกิจกรรม ตามแนวคิดและความสนใจ

5. สุ่มนักเรียนออกมานำเสนอหัวข้อของโครงงานคณิตศาสตร์พร้อมอธิบายบอกเหตุผลและแสดงความคิดเห็นต่อหัวข้อที่เลือกทำโครงงาน

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 2 “ การคิดและเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะทำโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน”
2. เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายของโรงเรียน

การวัดและประเมินผล

ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถคิดและเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะทำโครงงานคณิตศาสตร์	การตรวจใบกิจกรรมที่ 2	ใบกิจกรรมที่ 2	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

เกณฑ์การวัดและประเมินผล

ระดับคะแนน	ผลการตรวจใบกิจกรรม
4	หัวข้อโครงงานสั้นกะทัดรัด ชัดเจน สามารถสื่อความหมายได้ดี มีความเฉพาะเจาะจงว่าต้องการศึกษาอะไร และเชื่อมโยงกับเรื่องฟังก์ชันได้
3	หัวข้อโครงงานสั้นกะทัดรัด ชัดเจน สามารถสื่อความหมายได้ดี มีความเฉพาะเจาะจงว่าต้องการศึกษาอะไรแต่ไม่สามารถเชื่อมโยงกับเรื่องฟังก์ชันได้
2	หัวข้อโครงงานสั้นกะทัดรัด ชัดเจน ไม่สามารถสื่อความหมายได้ ไม่มีความเฉพาะเจาะจงว่าต้องการศึกษาอะไรและไม่สามารถเชื่อมโยงกับเรื่องฟังก์ชันได้
1	หัวข้อโครงงานสั้นกะทัดรัด แต่ไม่ชัดเจน ไม่สามารถสื่อความหมายได้ ไม่มีความเฉพาะเจาะจงว่าต้องการศึกษาอะไรและไม่สามารถเชื่อมโยงกับเรื่องฟังก์ชันได้

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การคิดและเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะทำโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

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

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนเลือกหัวข้อที่สนใจแล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้ต่อไปนี้

★ ปัญหาหรือหัวข้อที่สนใจ

.....

.....

.....

.....

.....

★ ประเภทของโครงงาน

.....

.....

★ ที่มาของปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

★ ทฤษฎีหรือความรู้ที่เกี่ยวกับเรื่อง ฟังก์ชัน

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมจัดกลุ่มร่วมมือ

(ระยะปฏิบัติโครงงาน)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **เวลา 50 นาที**

สาระสำคัญ

เค้าโครงโครงงานคณิตศาสตร์ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้ คือ ชื่อหัวข้อโครงงาน ชื่อผู้ทำโครงงาน ชื่อที่ปรึกษาโครงงาน ที่มาและความสำคัญของโครงงาน จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า สมมติฐานของการค้นคว้า (ถ้ามี) เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง วิธีดำเนินงาน ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ผลที่คาดว่าจะได้รับ เอกสารอ้างอิง

ผลการเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเขียนเค้าโครงโครงงานคณิตศาสตร์จากหัวข้อที่นักเรียนเลือกทำโครงงานได้
2. นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม

สาระการเรียนรู้

การเขียนเค้าโครงโครงงานคณิตศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้

1. กิจกรรมเกมใจเราตรงกัน กลุ่มละ 3 คน โดยสมาชิกในกลุ่มมีความสนใจในปัญหาหรือหัวข้อเรื่องที่เกี่ยวกับเรื่อง ฟังก์ชันที่นำมาใช้ในการทำโครงงานคล้ายคลึงกัน
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับขั้นตอนในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ โดยการอภิปรายและสนทนา
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาดูตัวอย่างเค้าโครงโครงงานคณิตศาสตร์ จากใบความรู้เรื่องเค้าโครงคณิตศาสตร์
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและวางแผนการเขียนเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์ตามหัวข้อที่ได้กำหนดไว้
5. นักเรียนร่วมเขียนเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์ตามแผนที่กำหนดไว้
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอเค้าโครงของโครงงาน
7. นักเรียนสรุปความรู้ด้วยการเขียนโครงงานลงใบกิจกรรมที่ 3 “ การเขียนเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์”

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. สื่อ Power Point เรื่อง “การเขียนเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์”
2. ใบความรู้เรื่อง “การเขียนเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์”
3. ใบกิจกรรมที่ 3 “การเขียนเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์”
4. เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายของโรงเรียน

การวัดและประเมินผล

ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถคิดและเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะทำโครงงานคณิตศาสตร์ 2. นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม	การตรวจใบกิจกรรมที่ 3 ประเมินการทำงานกลุ่ม	ใบกิจกรรมที่ 3 แบบประเมินการทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป ผลการประเมินอยู่ในระดับดี

เกณฑ์การวัดและประเมินผล

ระดับคะแนน	ผลการตรวจใบกิจกรรม
4	- มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ - การทำงานมีครบทุกขั้นตอน - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ถูกต้องครบถ้วน
3	- มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ - การทำงานไม่ครบทุกขั้นตอน - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ถูกต้องครบถ้วน
2	- มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ได้เป็นส่วนใหญ่
1	- ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข - ไม่จัดเรียงลำดับความสำคัญ

แบบประเมินพฤติกรรมการทำกิจกรรมกลุ่ม

เรื่อง..... กลุ่มที่ .....ชั้น.....

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

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

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

ผู้ประเมิน O ครู O นักเรียน

ข้อ	รายการประเมิน	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)	หมายเหตุ
1.	การให้ความร่วมมือในการทำงาน				
2.	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย				
3.	การแสดงความคิดเห็น				
4.	การทำงานตามบทบาทหน้าที่				
5.	ความสุขในการทำงาน				
	รวม				
	ระดับคะแนนที่ได้ = ($\frac{\text{คะแนนรวม}}{5}$)				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนนการสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมกลุ่ม

รายการสังเกตพฤติกรรม	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
1. การให้ความร่วมมือในการทำงาน	นักเรียนทุกคนให้ความร่วมมือในการทำงานและมีส่วนร่วมในการวางแผน	นักเรียนร้อยละ 50 ของกลุ่มไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานและไม่มีส่วนร่วมในการวางแผน	นักเรียนทุกคนไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานและไม่มีส่วนร่วมในการวางแผน
2. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนทุกคนมีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ทำงานเสร็จตามกำหนดเวลาและผลงานมีคุณภาพ	นักเรียนร้อยละ 50 ของกลุ่มไม่มีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ทำงานไม่เสร็จตามกำหนดเวลา แต่ผลงานมีคุณภาพ	นักเรียนทุกคนไม่มีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ทำงานไม่เสร็จตามกำหนดเวลาและผลงานไม่มีคุณภาพ
3. การแสดงความคิดเห็น	นักเรียนทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนร้อยละ 50 ของกลุ่มมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนทุกคนไม่แสดงความคิดและไม่ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
4. การทำงานตามบทบาทหน้าที่	นักเรียนทุกคนทำงานตามบทบาทหน้าที่ แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี	นักเรียนทุกคนทำงานตามบทบาทหน้าที่ แต่ไม่แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี	นักเรียนทุกคนไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่และไม่แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
5. ความสุขในการทำงาน	นักเรียนทุกคนทำงานร่วมกันอย่างมีความสุข	นักเรียนร้อยละ 50 ทำงานร่วมกันอย่างมีความสุข	นักเรียนทุกคนทำงานร่วมกันอย่างไม่มีความสุข

เกณฑ์การประเมินผล

ช่วงคะแนนเฉลี่ย	พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ
1.34 – 2.00	ดี	ระดับ 2
0.68 – 1.33	พอใช้	ระดับ 1
0.00 – 0.67	ปรับปรุง	ระดับ 0

ใบความรู้

เรื่อง การเขียนเค้าโครงโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

เค้าโครงโครงงานคณิตศาสตร์ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้ คือ

1. ชื่อหัวข้อโครงงาน ชื่อหัวข้อโครงงานจะบอกให้ทราบว่าทำอะไร กับใคร เพื่ออะไร ชื่อหัวข้อโครงงานที่ดีควรมีลักษณะดังนี้ คือ

1.1 สั้นกะทัดรัด

1.2 มีความชัดเจน

1.3 สามารถสื่อความหมายได้ดี

1.4 ชื่อเค้าโครงมีความเฉพาะเจาะจงว่าต้องการศึกษาอะไร

ตัวอย่าง เรื่อง สมการรายได้จากการจำหน่ายผ้าปูที่นอน

2. ชื่อผู้ทำโครงงาน ผู้รับผิดชอบโครงงาน อาจเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มก็ได้ ซึ่งต้องมีการระบุชื่อ นามสกุล ชั้น/ห้อง เลขที่ โรงเรียน ปีการศึกษาที่ทำโครงงาน

3. ชื่อที่ปรึกษาโครงงาน ระบุชื่อ นามสกุล ตำแหน่ง สถานที่ทำงานหรือที่อยู่ ที่ปรึกษาโครงงานอาจเป็นอาจารย์ผู้สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาของโครงงานนั้น ๆ ผู้ปกครองหรือภูมิปัญญาท้องถิ่นซึ่งทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาหรือควบคุมการทำโครงงาน

4. ที่มาและความสำคัญของโครงงาน อธิบายว่าเหตุใดจึงเลือกทำโครงงานนี้ มีข้อสนใจหรือแรงบันดาลใจอย่างไร หรือกล่าวถึงสภาพปัจจุบันที่เป็นความต้องการและความคาดหวังที่จะให้เกิดผลและโครงงานเรื่องนี้มีความสำคัญอย่างไร โดยมีหลักการและทฤษฎีมารองรับ ถ้าเรื่องที่ทำเป็นเรื่องที่มาหรือแนวคิดอะไรจึงได้ทำโครงงานชิ้นดังกล่าว และถ้าเป็นเรื่องที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือเคยมีผู้อื่นได้ทำเรื่องทำนองนี้ไว้บ้างแล้ว ต้องระบุให้ชัดเจนว่าได้ผลเป็นอย่างไร หรือเป็นการทำซ้ำเพื่อตรวจสอบผล

ตัวอย่าง ในปัจจุบันที่นอนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์อีกอย่างหนึ่ง ซึ่งส่วนมากมนุษย์จะนิยมนอนที่นอนมากกว่าเสื่อ หรือแคร่ ซึ่งการนอนที่นอนนั้นจึงจำเป็นมากที่จะต้องดูแลรักษาเป็นอย่างดี วิธีที่ดีที่สุดคือการใช้ผ้าปูที่นอนปกคลุมที่นอน ซึ่งผ้าปูที่นอนนั้นสามารถทำความสะอาดง่ายกว่าการที่จะทำความสะอาดที่นอนโดยตรง ปัจจุบันมีการจำหน่ายผ้าปูที่นอนเป็นจำนวนมาก มีหลากหลายลวดลาย หลากหลายขนาด ซึ่งผ้าปูที่นอนนั้นเป็นที่ต้องการของท้องตลาดในระดับหนึ่ง และยังเป็นที่ต้องการของผู้ซื้อเพราะมีราคาถูกและมีหลากหลายลวดลาย หลากหลายขนาดให้เลือกซื้อ

ในชุมชนของผู้จัดทำมีการผลิตและนำผ้าปูที่นอนออกวางจำหน่ายตามท้องตลาดจังหวัด ต่าง ๆ เป็นจำนวนมากจึงเป็นที่น่าสนใจจึงต้องการศึกษาสมการรายได้จากการจำหน่ายผ้าปูที่นอนขนาดต่าง ๆ เพื่อเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเพื่อให้สามารถทำนายกำไรในการจำหน่ายผ้าปูที่นอนขนาด 6 ฟุตได้

5. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า หมายถึง สิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดโครงงานทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพควรมีความเฉพาะเจาะจงและเป็นสิ่งที่สามารถทำได้เป็นการบอกขอบเขตของงานที่ทำให้ชัดเจนขึ้น

ตัวอย่าง

1. เพื่อศึกษาสมการรายได้จากการจำหน่ายผ้าปูที่นอนขนาด 6 ฟุต
2. เพื่อให้สามารถทำนายกำไรได้จากสมการ

6. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี) สมมติฐานเป็นคำตอบหรือคำอธิบายที่คาดเดาไว้ล่วงหน้าก่อนทำโครงงาน ซึ่งอาจจะถูกต้องหรือไม่ก็ได้ การเขียนสมมติฐานควรมีเหตุผล คือมีทฤษฎีหรือหลักการทางคณิตศาสตร์รองรับ และที่สำคัญ คือเป็นข้อความที่มองเห็นแนวในการทดลองหรือสามารถทดสอบได้

7. เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ให้เขียนเนื้อหาหรือหลักการทางคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน ที่เกี่ยวข้องหรือนำมาใช้กับการทำโครงงาน หรือจะเขียนเฉพาะหัวข้อเรื่องก็ได้

ตัวอย่าง

1. ผ้าปูที่นอน
2. กำไร
3. สมการ
4. ความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชัน
5. สถิติ

8. วิธีดำเนินงาน แบ่งเป็น

8.1 แนวการศึกษาค้นคว้า ระบุการจัดทำและการดำเนินงานโครงงานคณิตศาสตร์โดยละเอียดเป็นขั้นตอน ได้แนวความคิดจากแหล่งใด โดยใครและนำมาประยุกต์ใช้ในโครงงานนี้อย่างไร

ตัวอย่าง

1. ค้นคว้าศึกษาข้อมูล หลักการ เนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับการผลิตผ้าปูที่นอน
2. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตผ้าปูที่นอนขนาด 6 ฟุต ค่าใช้จ่ายจากต้นทุน และกำไรจากการจำหน่าย

3. วิเคราะห์ข้อมูล
   3.1 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ต้นทุนการผลิตผ้าปูที่นอนขนาด 6 ฟุต
   3.2 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กำไรการจำหน่ายผ้าปูที่นอนขนาด 6 ฟุต
   3.3 หาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างข้อมูลแบบเส้นตรง
4. การนำเสนอข้อมูล
   4.1 การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของตาราง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ต้นทุนการผลิตผ้าปูที่นอนขนาด 6 ฟุต และกำไรการจำหน่ายผ้าปูที่นอนขนาด 6 ฟุต
   4.2 นำเสนอสมการรายได้
5. จัดทำรูปเล่มโครงงานคณิตศาสตร์ และแผนผังหรือสื่อนำเสนอ Power Point
6. นำเสนอโครงงาน

8.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ ระบุว่าวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้มีอะไรบ้าง จะได้อุปกรณ์เหล่านั้นมาจากไหน วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้างที่ต้องจัดซื้อ อะไรบ้างที่ต้องจัดทำเอง อะไรบ้างที่ต้องขอยืม

9. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน อธิบายเกี่ยวกับกำหนดวัน เวลา และกิจกรรมการดำเนินการต่าง ๆ ตามที่ระบุไว้ในข้อ 8 ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน

ตารางการดำเนินงาน

วันที่	กิจกรรมที่ปฏิบัติ	ผู้ดำเนินงาน	หมายเหตุ
7 พ.ค. 62	รวบรวมสมาชิกที่มีความสนใจในเรื่องเดียวกัน เพื่อเข้าร่วมกลุ่มทำโครงงานคณิตศาสตร์	ผู้จัดทำโครงงาน	
8 พ.ค. 62	ตั้งชื่อเรื่องโครงงานคณิตศาสตร์	ผู้จัดทำโครงงาน	
10 พ.ค. 62	กำหนดแผนปฏิบัติงานโครงงานคณิตศาสตร์	ผู้จัดทำโครงงาน	
10 พ.ค. 62	แบ่งหน้าที่ให้ทุกคนไปศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์	ผู้จัดทำโครงงาน	
15 พ.ค. 62	รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงงานคณิตศาสตร์	ผู้จัดทำโครงงาน	

วันที่	กิจกรรมที่ปฏิบัติ	ผู้ดำเนินงาน	หมายเหตุ
17 พ.ค. 62	วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล	ผู้จัดทำโครงงาน	
19 พ.ค. 62	จัดทำรูปเล่มโครงงานและ ตรวจสอบความถูกต้อง	ผู้จัดทำโครงงาน	
25 พ.ค. 62	นำเสนอโครงงาน	ผู้จัดทำโครงงาน	

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับ ให้เขียนสภาพของผลที่ต้องการให้เกิดขึ้น หรือคาดว่าจะเกิดขึ้นหลังจากทำโครงงานเสร็จแล้ว ทั้งที่เป็นผลผลิตกระบวนการ และผลกระทบ

ตัวอย่าง

1. ได้ทราบสมการรายได้จากการจำหน่ายผ้าปูที่นอนขนาด 6 ฟุต
2. ได้ทราบกำไรทั้งหมดที่ได้จากการจำหน่ายผ้าปูที่นอน
3. สามารถทำนายจากการจำหน่ายผ้าปูที่นอนกำไรได้อย่างคร่าว ๆ

11. เอกสารอ้างอิง เขียนเอกสารอ้างอิงให้ถูกต้องตามหลักการเขียนบรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง การเขียนเค้าโครงโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน

สมาชิกกลุ่มที่ .....

1. .....เลขที่ .....
2. .....เลขที่ .....
3. .....เลขที่ .....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนร่วมปรึกษาหารือกันภายในกลุ่ม แล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1. ชื่อโครงงาน

.....

2. ชื่อที่ปรึกษาโครงงาน

.....

3. ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

.....

.....

.....

.....

.....

4. วัตถุประสงค์จุดมุ่งหมายของการศึกษา

.....

.....

.....

5. สมมติฐานของการศึกษา (ถ้ามี)

.....

.....

6. เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

.....

.....

7. วิธีดำเนินงาน

.....

.....

.....

.....

.....

7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้

.....

.....

7.2 แนวการศึกษาค้นคว้า

.....

.....

8. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

.....

.....

.....

.....

.....

9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

.....

.....

.....

10. เอกสารอ้างอิง

.....

.....

มหาวิทยาลัยศิลปากร

กิจกรรมแสวงหาความรู้

(ระยะปฏิบัติโครงงาน)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **เวลา 100 นาที**

สาระสำคัญ

การปฏิบัติโครงงานต้องดำเนินงานตามแผนการที่กำหนดไว้ การปฏิบัติงานต้องทำด้วยความรอบคอบ มีการจดบันทึกข้อมูลไว้อย่างละเอียด มีการจัดข้อมูลอย่างเป็นระบบ

ผลการเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถทำโครงงานตามที่วางแผนการปฏิบัติงานตามเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์ที่เขียนได้
2. นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม

สาระการเรียนรู้

การดำเนินการจัดทำโครงงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนและครูสนทนาเกี่ยวกับวิธีการดำเนินโครงงาน และซักถามเกี่ยวกับการทำโครงงานของแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับ “ขั้นตอนการดำเนินงานตามเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์ของแต่ละกลุ่ม
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมที่ 4 “ขั้นตอนการดำเนินงานตามเค้าโครงของโครงงาน”
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาเล่าถึงการดำเนินงานที่วางไว้ และความคืบหน้าของการดำเนินงาน
4. นักเรียนวางแผนในการดำเนินการให้งานสำเร็จตามชั่วโมงที่กำหนดไว้ เช่น การวางแผนการหาข้อมูลที่จะทำโครงงาน การวางแผนจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้มา เป็นต้น
5. นักเรียนลงมือดำเนินงานตามแผนการที่กำหนดไว้ในและนอกห้องเรียน
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงานความก้าวหน้าที่ได้กระทำไป

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 4 “ขั้นตอนการดำเนินงานตามเค้าโครงของโครงงาน”
2. ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์
3. เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายของโรงเรียน

การวัดและประเมินผล

ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถทำโครงงานตามที่วางแผนการปฏิบัติงานตามเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์ที่เขียนได้ 2. นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม	การตรวจใบกิจกรรมที่ 4 ประเมินการทำงานกลุ่ม	ใบกิจกรรมที่ 4 แบบประเมินการทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป ผลการประเมินอยู่ในระดับดี

เกณฑ์การวัดและประเมินผล

ระดับคะแนน	ผลการตรวจใบกิจกรรม
4	- มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ - การทำงานมีครบทุกขั้นตอน - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ถูกต้องครบถ้วน
3	- มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ - การทำงานไม่ครบทุกขั้นตอน - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ถูกต้องครบถ้วน
2	- มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง - จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน – หลัง ได้เป็นส่วนใหญ่
1	- ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข - ไม่จัดเรียงลำดับความสำคัญ

แบบประเมินพฤติกรรมการทำกิจกรรมกลุ่ม

เรื่อง..... กลุ่มที่ .....ชั้น.....

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

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

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

ผู้ประเมิน O ครู O นักเรียน

ข้อ	รายการประเมิน	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)	หมายเหตุ
1.	การให้ความร่วมมือในการทำงาน				
2.	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย				
3.	การแสดงความคิดเห็น				
4.	การทำงานตามบทบาทหน้าที่				
5.	ความสุขในการทำงาน				
	รวม				
	ระดับคะแนนที่ได้ = $\left(\frac{\text{คะแนนรวม}}{5}\right)$				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนนการสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมกลุ่ม

รายการสังเกตพฤติกรรม	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
1. การให้ความร่วมมือในการทำงาน	นักเรียนทุกคนให้ความร่วมมือในการทำงานและมีส่วนร่วมในการวางแผน	นักเรียนร้อยละ 50 ของกลุ่มไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานและไม่มีส่วนร่วมในการวางแผน	นักเรียนทุกคนไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานและไม่มีส่วนร่วมในการวางแผน
2. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนทุกคนมีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ทำงานเสร็จตามกำหนดเวลาและผลงานมีคุณภาพ	นักเรียนร้อยละ 50 ของกลุ่มไม่มีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ทำงานไม่เสร็จตามกำหนดเวลา แต่ผลงานมีคุณภาพ	นักเรียนทุกคนไม่มีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ทำงานไม่เสร็จตามกำหนดเวลาและผลงานไม่มีคุณภาพ
3. การแสดงความคิดเห็น	นักเรียนทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนร้อยละ 50 ของกลุ่มมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนทุกคนไม่แสดงความคิดและไม่ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
4. การทำงานตามบทบาทหน้าที่	นักเรียนทุกคนทำงานตามบทบาทหน้าที่ แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี	นักเรียนทุกคนทำงานตามบทบาทหน้าที่ แต่ไม่แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี	นักเรียนทุกคนไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่และไม่แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
5. ความสุขในการทำงาน	นักเรียนทุกคนทำงานร่วมกันอย่างมีความสุข	นักเรียนร้อยละ 50 ทำงานร่วมกันอย่างมีความสุข	นักเรียนทุกคนทำงานร่วมกันอย่างไม่มีความสุข

เกณฑ์การประเมินผล

ช่วงคะแนนเฉลี่ย	พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ
1.34 – 2.00	ดี	ระดับ 2
0.68 – 1.33	พอใช้	ระดับ 1
0.00 – 0.67	ปรับปรุง	ระดับ 0

ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง ขั้นตอนการดำเนินงานตามเค้าโครงโครงงาน

สมาชิกกลุ่มที่ .....

1. .....เลขที่ .....
2. .....เลขที่ .....
3. .....เลขที่ .....

แบบตารางการปฏิบัติโครงงาน

รายการปฏิบัติ	ระดับความสำเร็จของการปฏิบัติงาน	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไข

ความก้าวหน้าของกิจกรรมโครงงาน

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมสรุปสิ่งที่เรียนรู้

(ระยะสิ้นสุดโครงงานและสรุปผล)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **เวลา 50 นาที**

สาระสำคัญ

การเขียนรายงานเป็นการเขียนสรุปผล รายงานผลการดำเนินโครงงานและประเมินผลงานของตนเอง เพื่อผู้อื่นทราบแนวคิด วิธีดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน ตลอดจนสรุปได้ว่ามีผลตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

ผลการเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์ได้
2. นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม

สาระการเรียนรู้

การเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนและครูร่วมสนทนาเกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์ที่แต่ละกลุ่มได้ดำเนินการเสร็จแล้ว
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำโครงงานคณิตศาสตร์เรื่อง ฟังก์ชัน และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงงาน
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการสังเกตและศึกษาตัวอย่างรูปเล่มการเขียนรายงานโครงงาน
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายหลักและวิธีการเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์
5. นักเรียนสังเกตและศึกษาวิธีการเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์จากการบรรยายและการนำเสนอ Power point
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นและหาข้อมูลเกี่ยวกับหลักการเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์ที่ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว
7. นักเรียนสรุปโครงงานคณิตศาสตร์ลงในใบกิจกรรมที่ 5 “การเขียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากโครงงานคณิตศาสตร์” พร้อมนำเสนอให้หน้าชั้นเรียน
8. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์โดยรวบรวมเป็นรูปเล่มรายงาน
9. ครูคอยชี้แนะเกี่ยวกับการเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนถูกต้อง

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 5 “การเขียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากโครงงานคณิตศาสตร์”
2. รูปเล่มการเขียนรายงานโครงงาน
3. เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายของโรงเรียน

การวัดและประเมินผล

ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถทำโครงงานตามที่วางแผนการปฏิบัติงานตามเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์ที่เขียนได้	การประเมินรูปเล่มรายงานโครงงานคณิตศาสตร์	แบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์	ผลการประเมินอยู่ในระดับดี
2. นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม	ประเมินการทำงานกลุ่ม	แบบประเมินการทำงานกลุ่ม	ผลการประเมินอยู่ในระดับดี

มหาวิทยาลัยศิลปากร

แบบประเมินพฤติกรรมการทำกิจกรรมกลุ่ม

เรื่อง..... กลุ่มที่ .....ชั้น.....

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

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

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

ผู้ประเมิน O ครู O นักเรียน

ข้อ	รายการประเมิน	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)	หมายเหตุ
1.	การให้ความร่วมมือในการทำงาน				
2.	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย				
3.	การแสดงความคิดเห็น				
4.	การทำงานตามบทบาทหน้าที่				
5.	ความสุขในการทำงาน				
	รวม				
	ระดับคะแนนที่ได้ = $(\frac{\text{คะแนนรวม}}{5})$				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนนการสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมกลุ่ม

รายการสังเกตพฤติกรรม	**เกณฑ์การให้คะแนน**		
	2 (ดี)	**1 (พอใช้)**	**0 (ปรับปรุง)**
1. การให้ความร่วมมือในการทำงาน	นักเรียนทุกคนให้ความร่วมมือในการทำงานและมีส่วนร่วมในการวางแผน	นักเรียนร้อยละ 50 ของกลุ่มไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานและไม่มีส่วนร่วมในการวางแผน	นักเรียนทุกคนไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานและไม่มีส่วนร่วมในการวางแผน
2. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนทุกคนมีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ทำงานเสร็จตามกำหนดเวลาและผลงานมีคุณภาพ	นักเรียนร้อยละ 50 ของกลุ่มไม่มีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ทำงานไม่เสร็จตามกำหนดเวลา แต่ผลงานมีคุณภาพ	นักเรียนทุกคนไม่มีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ทำงานไม่เสร็จตามกำหนดเวลาและผลงานไม่มีคุณภาพ
3. การแสดงความคิดเห็น	นักเรียนทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนร้อยละ 50 ของกลุ่มมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนทุกคนไม่แสดงความคิดและไม่ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
4. การทำงานตามบทบาทหน้าที่	นักเรียนทุกคนทำงานตามบทบาทหน้าที่ แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี	นักเรียนทุกคนทำงานตามบทบาทหน้าที่ แต่ไม่แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี	นักเรียนทุกคนไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่และไม่แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
5. ความสุขในการทำงาน	นักเรียนทุกคนทำงานร่วมกันอย่างมีความสุข	นักเรียนร้อยละ 50 ทำงานร่วมกันอย่างมีความสุข	นักเรียนทุกคนทำงานร่วมกันอย่างไม่มีความสุข

เกณฑ์การประเมินผล

ช่วงคะแนนเฉลี่ย	**พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม**	**ระดับคุณภาพ**
1.34 – 2.00	ดี	ระดับ 2
0.68 – 1.33	พอใช้	ระดับ 1
0.00 – 0.67	ปรับปรุง	ระดับ 0

ใบกิจกรรมที่ 5

เรื่อง สรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำโครงงานคณิตศาสตร์

สมาชิกกลุ่มที่ .....

1. .....เลขที่ .....
2. .....เลขที่ .....
3. .....เลขที่ .....

สรุปสิ่งที่เรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประโยชน์ที่ได้รับ

.....

.....

.....

.....

.....

การเชื่อมโยงกับเรื่อง ฟังก์ชัน/การนำไปใช้ในชีวิตจริง

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมนำเสนอผลงาน

(ระยะสิ้นสุดโครงงานและสรุปผล)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **เวลา 100 นาที**

สาระสำคัญ

การเสนอผลงาน คือการนำเสนอผลงานเพื่อให้ผู้อื่นทราบ อาจนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงงาน

ผลการเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถสรุปและเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ได้
2. นักเรียนสามารถบอกปัญหา ข้อเสนอแนะในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้
3. นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม

สาระการเรียนรู้

การนำเสนอผลงานและการแสดงผลงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนและครูร่วมสนทนาถึงการดำเนินการทำโครงงานคณิตศาสตร์ของแต่ละกลุ่ม
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการนำเสนอโครงงานคณิตศาสตร์ของตนเองหน้าชั้นเรียน นักเรียนกลุ่มที่เหลือฟังเพื่อนนำเสนอและประเมินผลของโครงงานคณิตศาสตร์
3. ครูและนักเรียนที่ฟังให้คำแนะนำและเสนอแนะโครงงานคณิตศาสตร์ของเพื่อน
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้รับ ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินกิจกรรมการทำโครงงานคณิตศาสตร์
5. ครูเสนอแนะนักเรียนให้นักเรียนทำโครงงานคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ที่นักเรียนสนใจ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. Power Point ในการนำเสนอโครงงานคณิตศาสตร์

การวัดและประเมินผล

ผลการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถสรุปและเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ได้ 2. นักเรียนสามารถบอกปัญหา ข้อเสนอแนะในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้	การประเมินโครงงานคณิตศาสตร์	แบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์	ผลการประเมินอยู่ในระดับดี
3. นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม	ประเมินการทำงานกลุ่ม	แบบประเมินการทำงานกลุ่ม	ผลการประเมินอยู่ในระดับดี

มหาวิทยาลัยศิลปากร

แบบประเมินพฤติกรรมการทำกิจกรรมกลุ่ม

เรื่อง..... กลุ่มที่ .....ชั้น.....

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

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

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

ผู้ประเมิน O ครู O นักเรียน

ข้อ	รายการประเมิน	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)	หมายเหตุ
1.	การให้ความร่วมมือในการทำงาน				
2.	ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย				
3.	การแสดงความคิดเห็น				
4.	การทำงานตามบทบาทหน้าที่				
5.	ความสุขในการทำงาน				
	รวม				
	ระดับคะแนนที่ได้ = $\left(\frac{\text{คะแนนรวม}}{5}\right)$				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

เกณฑ์การให้คะแนนการสังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรมกลุ่ม

รายการสังเกตพฤติกรรม	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
1. การให้ความร่วมมือในการทำงาน	นักเรียนทุกคนให้ความร่วมมือในการทำงานและมีส่วนร่วมในการวางแผน	นักเรียนร้อยละ 50 ของกลุ่มไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานและไม่มีส่วนร่วมในการวางแผน	นักเรียนทุกคนไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานและไม่มีส่วนร่วมในการวางแผน
2. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนทุกคนมีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ทำงานเสร็จตามกำหนดเวลาและผลงานมีคุณภาพ	นักเรียนร้อยละ 50 ของกลุ่มไม่มีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ทำงานไม่เสร็จตามกำหนดเวลา แต่ผลงานมีคุณภาพ	นักเรียนทุกคนไม่มีความรับผิดชอบต่อการทำงาน ทำงานไม่เสร็จตามกำหนดเวลาและผลงานไม่มีคุณภาพ
3. การแสดงความคิดเห็น	นักเรียนทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนร้อยละ 50 ของกลุ่มมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น	นักเรียนทุกคนไม่แสดงความคิดและไม่ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
4. การทำงานตามบทบาทหน้าที่	นักเรียนทุกคนทำงานตามบทบาทหน้าที่ แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี	นักเรียนทุกคนทำงานตามบทบาทหน้าที่ แต่ไม่แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี	นักเรียนทุกคนไม่ทำงานตามบทบาทหน้าที่และไม่แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
5. ความสุขในการทำงาน	นักเรียนทุกคนทำงานร่วมกันอย่างมีความสุข	นักเรียนร้อยละ 50 ทำงานร่วมกันอย่างมีความสุข	นักเรียนทุกคนทำงานร่วมกันอย่างไม่มีความสุข

เกณฑ์การประเมินผล

ช่วงคะแนนเฉลี่ย	พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ระดับคุณภาพ
1.34 – 2.00	ดี	ระดับ 2
0.68 – 1.33	พอใช้	ระดับ 1
0.00 – 0.67	ปรับปรุง	ระดับ 0

แบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค33101)

ข้อมูลทั่วไป

ชื่อโครงงาน .....

รายชื่อนักเรียน

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

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

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

เกณฑ์การประเมิน

เรื่อง	คะแนน	หมายเหตุ
1. ภาพรวมของโครงงาน (25 คะแนน)		
1.1 ชื่อเรื่อง ความสอดคล้องของความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน (5 คะแนน) 5 คะแนน := ชื่อเรื่องบ่งบอกถึงเนื้อหา แสดงถึงจุดประสงค์และมีความสอดคล้องกันทุกส่วน 4 คะแนน := ชื่อเรื่องบ่งบอกถึงเนื้อหา แสดงถึงจุดประสงค์และมีความสอดคล้องกันเป็นส่วนใหญ่ 3 คะแนน := ชื่อเรื่องบ่งบอกถึงเนื้อหา แสดงถึงจุดประสงค์ได้บ้างและมีความสอดคล้องกันเป็นบางส่วน 2 คะแนน := ชื่อเรื่องบ่งบอกถึงเนื้อหา แต่ไม่แสดงถึงจุดประสงค์และมีความสอดคล้องกันน้อยมาก 1 คะแนน := ชื่อเรื่องไม่บ่งบอกถึงเนื้อหาและจุดประสงค์และไม่มีความสอดคล้องกัน		
1.2 มีการศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังศึกษา (5 คะแนน) 5 คะแนน := แสดงให้เห็นถึงหลักการ เหตุผล และผลงานที่มีมาก่อนในระดับดีมาก 4 คะแนน := แสดงให้เห็นถึงหลักการ เหตุผล และผลงานที่มีมาก่อนในระดับดี 3 คะแนน := แสดงให้เห็นถึงหลักการ เหตุผล และผลงานที่มีมาก่อนในระดับพอใช้ 2 คะแนน := แสดงให้เห็นถึงหลักการ เหตุผล และผลงานที่มีมาก่อนในระดับแย่ 1 คะแนน := แสดงให้เห็นถึงหลักการ เหตุผล และผลงานที่มีมาก่อนในระดับแย่มาก		
1.3 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความใหม่ของโครงงาน (5 คะแนน) 5 คะแนน := แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำโครงงานและมีการสร้างนวัตกรรมหรือองค์ความรู้ใหม่ ๆ ขึ้น 4 คะแนน := แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำโครงงานได้ดีมาก 3 คะแนน := แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำโครงงานได้ดี 2 คะแนน := แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำโครงงานได้ 1 คะแนน :=ไม่มี ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำโครงงาน		

เรื่อง	คะแนน	หมายเหตุ
1.4 วัตถุประสงค์ (5 คะแนน) 5 คะแนน := วัตถุประสงค์ของโครงงานสามารถชี้สิ่งที่จะศึกษาวิจัยได้ทั้งหมด 4 คะแนน := วัตถุประสงค์ของโครงงานสามารถชี้สิ่งที่จะศึกษาวิจัยได้เป็นส่วนใหญ่ 3 คะแนน := วัตถุประสงค์ของโครงงานสามารถชี้สิ่งที่จะศึกษาวิจัยได้เพียงบางส่วน 2 คะแนน := วัตถุประสงค์ของโครงงานสามารถชี้สิ่งที่จะศึกษาวิจัยได้น้อย 1 คะแนน := วัตถุประสงค์ของโครงงานไม่สามารถชี้สิ่งที่จะศึกษาวิจัยได้		
1.5 ระเบียบวิธีการวิจัย วิธีการดำเนินการ วิธีการวิเคราะห์ ความเหมาะสมของวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล (5 คะแนน) 5 คะแนน := 1) ถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ 2) สามารถนำไปสู่มีการดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ที่เป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ทั้งหมด 3) มีความเหมาะสมของวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 4) สามารถนำไปสู่ การวิเคราะห์เชื่อมโยงเนื้อหาอย่างมี เหตุผล 5) สามารถนำไปสู่การสรุปเป็นประเด็นการศึกษาได้ชัดเจน 4 คะแนน := 1) ถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ 2) สามารถนำไปสู่มีการดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ที่เป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นส่วนใหญ่ 3) มีความเหมาะสมของวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นส่วนใหญ่ 4) สามารถนำไปสู่ การวิเคราะห์เชื่อมโยงเนื้อหาอย่างมี เหตุผลเป็นส่วนใหญ่ 5) สามารถนำไปสู่การสรุปเป็นประเด็นการศึกษาได้แต่ยังไม่ชัดเจน 3 คะแนน := 1) ถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เป็นบางส่วน 2) สามารถนำไปสู่มีการดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ที่เป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นบางส่วน 3) มีความเหมาะสมของวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ 4) สามารถนำไปสู่การสรุปเป็นประเด็นการศึกษาได้แต่ยังไม่ชัดเจน 2 คะแนน := 1) สามารถนำไปสู่มีการดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ที่เป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นบางส่วน 2) วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ยังไม่เหมาะสม 3) ไม่สามารถนำไปสู่การสรุปเป็นประเด็นการศึกษาได้ 1 คะแนน := 1) ไม่ถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ 2) ไม่สามารถนำไปสู่มีการดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ที่เป็นไปตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ 3) ไม่สามารถนำไปสู่การสรุปเป็นประเด็นการศึกษาได้		

2. การนำเสนอ (10 คะแนน)		
2.1 รูปแบบและวิธีการนำเสนอ (5 คะแนน) 5 คะแนน := รูปแบบการนำเสนอเหมาะสมถูกต้อง เข้าใจง่ายและดึงดูดความสนใจได้ทั้งหมด 4 คะแนน := รูปแบบการนำเสนอเหมาะสมถูกต้อง เข้าใจง่ายและดึงดูดความสนใจได้เป็นส่วนใหญ่ 3 คะแนน := รูปแบบการนำเสนอเหมาะสมถูกต้อง เข้าใจง่ายและดึงดูดความสนใจได้บางส่วน 2 คะแนน := รูปแบบการนำเสนอเหมาะสมถูกต้อง เข้าใจง่ายและดึงดูดความสนใจได้น้อย 1 คะแนน := รูปแบบการนำเสนอไม่เหมาะสมถูกต้อง เข้าใจยากและไม่น่าสนใจ		
2.2 บุคลิกภาพและการใช้ภาษาในการพูดนำเสนอ (5 คะแนน) 5 คะแนน := 1) มีความมั่นใจมากในการนำเสนอและมีการสบตากับผู้ฟังระหว่างมีการนำเสนอในโอกาสที่เหมาะสมตลอดเวลา 2) พูดได้ชัดเจนและออกเสียงคำได้อย่างถูกต้องตลอดการนำเสนอ 4 คะแนน := 1) มีความมั่นใจ ในการนำเสนอและมีการสบตากับผู้ฟังระหว่างมีการนำเสนอเป็นส่วนใหญ่ 2) พูดได้ชัดเจนและออกเสียงคำได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ตลอดการนำเสนอ 3 คะแนน := 1) มีความมั่นใจมากในการนำเสนอและมีการสบตากับผู้ฟังระหว่างมีการนำเสนอเป็นบางครั้ง 2) พูดได้ชัดเจนและออกเสียงคำผิดพลาดหลายครั้งตลอดการนำเสนอ 2 คะแนน := 1) ขาดความมั่นใจมากในการนำเสนอและไม่สบตากับผู้ฟังระหว่าง การนำเสนอ 2) พูดไม่ค่อย ชัดเจนและออกเสียงคำผิดพลาดบ่อยครั้งตลอดการนำเสนอ 1 คะแนน := 1) ไม่มีความมั่นใจมากในการนำเสนอและไม่สบตากับผู้ฟังระหว่างมีการนำเสนอ 2) พูดพึมพำและพูดผิดเป็นส่วนใหญ่ ตลอดการนำเสนอ		
3. การตอบข้อซักถาม (5 คะแนน)		
5 คะแนน := ตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับงานที่ทำได้ถูกต้องชัดเจนตลอดการนำเสนอ 4 คะแนน := ตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับงานที่ทำได้ถูกต้องชัดเจนเป็นส่วนใหญ่ 3 คะแนน := ตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับงานที่ทำได้บ้าง 2 คะแนน := ตอบคำถามไม่ตรงประเด็น 1 คะแนน := ไม่สามารถตอบคำถามได้เลย		
คะแนนเฉลี่ย = $\left(\frac{\text{คะแนนรวมของกรรมการ3คน}}{24}\right)$		

ผลการประเมิน(คะแนนเฉลี่ย)

ผลการประเมินตามเกณฑ์การพิจารณาของสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2541) ดังนี้

4.01 – 5.00	หมายถึง	โครงงานนี้อยู่ในระดับ ดีมาก
3.01 – 4.00	หมายถึง	โครงงานนี้อยู่ในระดับ ดี
2.01 – 3.00	หมายถึง	โครงงานนี้อยู่ในระดับ พอใช้
ต่ำกว่า 2.00 ลงมา	หมายถึง	โครงงานนี้อยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ(.....)

กรรมการประเมินโครงงาน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคผนวก ข

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และทางด้านการสอน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูชิต ภูชำนิ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

2. อาจารย์สุบิน ยมบ้านกวย อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม

3. คุณครูศิริพร คล่องจิตต์ ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ (วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ) โรงเรียนกาญจนานุเคราะห์ จังหวัดกาญจนบุรี

รายนามผู้เชี่ยวชาญทางด้านโครงงานคณิตศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณภา พนิตสุภากมล อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม

2. อาจารย์ ดร.ภาสวรรณ นพแก้ว อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม

ภาคผนวก ค

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา
- ความยาก – ง่ายของข้อสอบ

ตารางที่ 5 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน กิจกรรมให้ความรู้พื้นฐาน (ระยะเริ่มต้นโครงงาน) โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	คำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและสัมพันธ์กัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2	กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3	กิจกรรมหลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4	มีความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้ในปัจจุบัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5	กิจกรรมเน้นทักษะกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6	กิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7	สื่อ/แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
8	สื่อหลากหลายสอดคล้องกับจุดประสงค์ วัย และความสามารถผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9	วิธีการวัดผลและเครื่องมือสอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
10	เกณฑ์การประเมินผลชัดเจน ครอบคลุม	0	1	1	0.66	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 6 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน กิจกรรมกระตุ้นความสนใจ (ระยะเริ่มต้นโครงงาน) โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	คำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและสัมพันธ์กัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2	กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3	กิจกรรมหลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4	มีความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้ในปัจจุบัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5	กิจกรรมเน้นทักษะกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6	กิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7	สื่อ/แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
8	สื่อหลากหลายสอดคล้องกับจุดประสงค์ วัย และความสามารถผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9	วิธีการวัดผลและเครื่องมือสอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
10	เกณฑ์การประเมินผลชัดเจน ครอบคลุม	1	1	0	0.66	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 7 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน กิจกรรมจัดกลุ่มร่วมมือ (ระยะปฏิบัติโครงงาน) โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	คำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและสัมพันธ์กัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2	กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3	กิจกรรมหลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4	มีความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้ในปัจจุบัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5	กิจกรรมเน้นทักษะกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6	กิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7	สื่อ/แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8	สื่อหลากหลายสอดคล้องกับจุดประสงค์ วัย และความสามารถผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9	วิธีการวัดผลและเครื่องมือสอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
10	เกณฑ์การประเมินผลชัดเจน ครอบคลุม	1	1	0	0.66	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน กิจกรรมแสวงหาความรู้ (ระยะปฏิบัติโครงงาน) โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	คำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและสัมพันธ์กัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2	กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
3	กิจกรรมหลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4	มีความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้ในปัจจุบัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5	กิจกรรมเน้นทักษะกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6	กิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7	สื่อ/แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
8	สื่อหลากหลายสอดคล้องกับจุดประสงค์ วัย และความสามารถผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9	วิธีการวัดผลและเครื่องมือสอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
10	เกณฑ์การประเมินผลชัดเจน ครอบคลุม	1	1	0	0.66	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน กิจกรรมสรุปสิ่งที่เรียนรู้ (ระยะสิ้นสุดโครงงานและสรุปผล) โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	คำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและสัมพันธ์กัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2	กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3	กิจกรรมหลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4	มีความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้ในปัจจุบัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5	กิจกรรมเน้นทักษะกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6	กิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7	สื่อ/แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8	สื่อหลากหลายสอดคล้องกับจุดประสงค์ วัย และความสามารถผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9	วิธีการวัดผลและเครื่องมือสอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
10	เกณฑ์การประเมินผลชัดเจน ครอบคลุม	1	1	0	0.66	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 10 ค่าดัชนีความสอดคล้องของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง ฟังก์ชัน กิจกรรมนำเสนอผลงาน (ระยะสิ้นสุดโครงงานและสรุปผล) โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	คำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและสัมพันธ์กัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2	กิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3	กิจกรรมหลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4	มีความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพการเรียนรู้ในปัจจุบัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5	กิจกรรมเน้นทักษะกระบวนการคิด การลงมือปฏิบัติ และสร้างความรู้ด้วยตนเอง	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6	กิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้น	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7	สื่อ/แหล่งเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8	สื่อหลากหลายสอดคล้องกับจุดประสงค์ วัย และความสามารถผู้เรียน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9	วิธีการวัดผลและเครื่องมือสอดคล้องกับกิจกรรมและจุดประสงค์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
10	เกณฑ์การประเมินผลชัดเจน ครอบคลุม	1	1	0	0.66	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

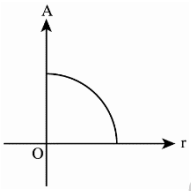
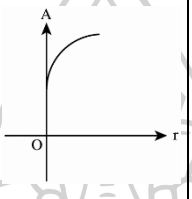
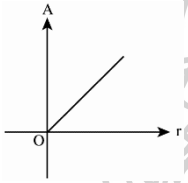
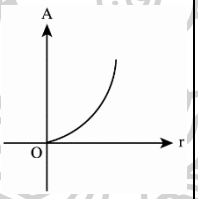
ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

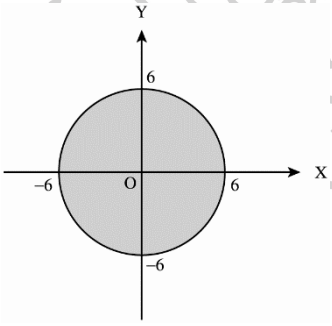
ตารางที่ 11 ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
จุดประสงค์ 1. นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน และสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชันได้						
1	ความสัมพันธ์ในข้อใดเป็นฟังก์ชัน ก. r_1 = {(1, 2), (3, 4), (2, 3), (1,4)} ข. r_2 = {(a, b), (b, a), (a, c)} ค. r_3 = {(4, 5), (5, 4), (6, 5)} ง. r_4 = {(2, 0), (0, 2), (2, 2), (0, 0)}	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2	กำหนดให้ $A=\{1,2,3,4\}$ และ $B=\{2,3,4,5\}$ ถ้า $r=\{(x,y)\in A\times B \mid y\geq x\}$ แล้ว จำนวนสมาชิกในความสัมพันธ์ r เท่ากับข้อใด ก. 10 ข. 13 ค. 14 ง. 16	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3	กำหนดให้ $A=\{x\in I \mid -3<x<6\}$ และ $r=\{(x,y)\in A\times A \mid y=\lvert x+1\rvert\}$ จำนวนสมาชิกในความสัมพันธ์ r เท่ากับข้อใด ก. 5 ข. 6 ค. 7 ง. 8	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4	กำหนดให้ $A=\{x\in N \mid x<11\}$ และ $f=\{(x,y)\in A\times A \mid x=y^2+1\}$ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง ก. $D_f=\{2,5,10\}$ และ $R_f=\{1,2,3\}$ ข. $D_f=\{1,2,3\}$ และ $R_f=\{2,5,10\}$ ค. $D_f=R_f$ ง. f ไม่เป็นฟังก์ชัน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ข้อ	คำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
5	กำหนดให้ $A=\{a,b,c\}$ และ $B=\{0,1\}$ ฟังก์ชันในข้อใดต่อไปนี้เป็นฟังก์ชันจาก B ไป A ก. $\{(b,1),(c,0)\}$ ข. $\{(0,c),(1,b)\}$ ค. $\{(a,1),(b,0),(c,1)\}$ ง. $\{(0,b),(1,a),(1,c)\}$	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6	กำหนดให้ $A=\{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10\}$, $B=\{1,2,3,\ldots,20\}$ และ $S=\left\{(a,b)\in A\times B \middle\vert b=3a-\frac{a}{2}\right\}$ จำนวนสมาชิกของ S เท่ากับข้อใด ก. 2 ข. 3 ค. 4 ง. 5	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7	กำหนดให้ f(x) = 3x - 2 ค่าของ f(x + 1) ในรูปของ f(x) เท่ากับข้อใด ก. f(x) + 3 ข. 3f(x) + 1 ค. f(x) + 1 ง. 3f(x) + 3	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8	กำหนดให้ $f(x)=\begin{cases}1, & x<1\\ x, & 1\le x\le 5\\ 2, & x>5\end{cases}$ ค่าของ f(0) + f(4) + f(6) เท่ากับข้อใด ก. 7 ข. 8 ค. 10 ง. 11	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9	ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง ก. ถ้า f(x)=x-3 และ g(x) = $\frac{x^2-9}{x+3}$ แล้วf=g ข. ถ้า f(x) = $\sqrt{x^2}$ และ g(x) = x แล้ว f = g ค. ถ้า f(x) = x^2+3x-4 แล้ว f(f(1)) =f(0) ง. มีข้อที่เป็นจริงมากกว่า 1 ข้อ	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ข้อ	คำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
10	กำหนดให้ A = {1, 3, 5} B = {2, 4, 6} โดยที่ r = $\{(x,y) \in A \times B \mid y < 2x-1\}$ แล้ว r คือเซตในข้อใด ก. {(3, 2), (3, 4), (5, 2), (5, 4)} ข. {(1, 2), (3, 2), (5, 2), (5, 4), (5, 6)} ค. {(3, 2), (3, 4), (5, 2), (5, 6)} ง. {(3, 2), (3, 4), (5, 2), (5, 4), (5, 6)}	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
11	กำหนดให้ r = $\{(x,y) \mid y = \sqrt{x-4}\}$ โดเมนและเรนจ์ของ r คือข้อใด ก. $D_r = \{x \mid x < 4\}$, $R_r = \{y \mid y \in R\}$ ข. $D_r = \{x \mid x \geq 4\}$, $R_r = \{y \mid y \in R\}$ ค. $D_r = \{x \mid x \geq 4\}$, $R_r = \{y \mid y > 0\}$ ง. $D_r = \{x \mid x \geq 4\}$, $R_r = \{y \mid y \geq 0\}$	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
12	กำหนดให้ f = $\left\{(x,y) \mid y = \frac{2x}{x-3}\right\}$ โดเมนและเรนจ์ของ f คือข้อใด ก. $D_f = \{x \mid x \neq 3\}$, $R_f = \{y \mid y \neq 0\}$ ข. $D_f = \{x \mid x \neq 3\}$, $R_f = \{y \mid y \neq 3\}$ ค. $D_f = \{x \mid x \neq 3\}$, $R_f = \{\{y \mid y \neq 2\}$ ง. $D_f = \{x \mid x \neq 3\}$, $R_f = \{y \mid y \neq 6\}$	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
13	กำหนดให้ g(x) = $(x-2)^2$ แล้ว $\frac{g(x)-g(7)}{x-7}$ ตรงกับข้อใด ก. x - 7 ข. x + 7 ค. x - 3 ง. x + 3	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ข้อ	คำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
14	ถ้า $f(x) = x - \frac{1}{x}$ แล้ว $f(a) + f\left(\frac{1}{a}\right)$ ตรงกับข้อใด (ก.) 0 ข. $2a - \frac{2}{a}$ ค. $a - \frac{1}{a}$ ง. $2a + \frac{1}{a}$	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
15	รูปวงกลมที่มีรัศมียาว r หน่วย และมีพื้นที่ A ตารางหน่วย ของความสัมพันธ์ระหว่าง r และ A ตรงกับข้อใด ก.  ข.  ค.  (ง.) 	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
จุดประสงค์ 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องความสัมพันธ์หรือฟังก์ชันจากสถานการณ์ต่าง ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้						
16	สี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปหนึ่งมีด้านหนึ่งยาว $x + 5$ นิ้ว และอีกด้านหนึ่งยาว $6 - x$ นิ้ว แล้วสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปนี้จะมีพื้นที่มากที่สุด เมื่อ x มีค่าตรงกับข้อใด (ก.) $\frac{1}{2}$ ข. $-\frac{1}{2}$ ค. $\frac{2}{3}$ ง. $-\frac{2}{3}$	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
17	ถ้าผลบวกของจำนวนสองจำนวนเท่ากับ 20 ฟังก์ชัน f ซึ่งเป็นผลคูณของจำนวนทั้งสองคือข้อใด (ก.) $-x^2 + 20x$ ข. $x^2 + 20x$ ค. $x^2 - 20x$ ง. $-x^2 - 20x$	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ข้อ	คำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
18	ลวดหนามยาว 200 เมตร นำมาล้อมรั้วรอบที่ดินรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งมีด้านหนึ่งติดแม่น้ำไม่ต้องล้อมรั้ว จงหาว่าจะต้องล้อมรั้วให้กว้างกี่เมตรจึงจะได้พื้นที่มากที่สุด ก. 65 เมตร ข. 60 เมตร ค. 55 เมตร ง. 50 เมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
19	ในการทดลองทางเกษตรกรรมครั้งหนึ่งได้ผลการทดลองเป็นที่ยอมรับว่า ถ้าใส่ปุ๋ยมากขึ้นก็จะได้ผลผลิตมากขึ้น ให้ x เป็นจำนวนปุ๋ยที่ใช้มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่ และ y เป็นปริมาณของผลผลิตที่ได้มีหน่วยเป็นถังต่อไร่ กำหนดโดย $y = 20 + 24x - x^2$ จะต้องใช้จำนวนปุ๋ยตามข้อใดจึงจะได้ปริมาณของผลผลิตมากที่สุด ก. 10 กิโลกรัมต่อไร่ ข. 11 กิโลกรัมต่อไร่ ค. 12 กิโลกรัมต่อไร่ ง. 13 กิโลกรัมต่อไร่	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
20	กราฟที่กำหนดให้ต่อไปนี้เป็นกราฟของความสัมพันธ์ในข้อใดใด  ก. $\{(x,y) \mid x^2 + y^2 < 36\}$ ข. $\{(x,y) \mid x^2 + y^2 \leq 36\}$ ค. $\{(x,y) \mid x^2 + y^2 > 36\}$ ง. $\{(x,y) \mid x^2 + y^2 \geq 36\}$	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ข้อ	คำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
21	ถ้า $f(x)=-x^2+2x+3$ แล้วข้อสรุปใดต่อไปนี้ถูกต้อง ก. $f(x)\le 0$ เมื่อ $-1\le x\le 3$ ข. จุดวกกลับของกราฟของฟังก์ชัน f อยู่ในจตุภาคที่สอง ค. ฟังก์ชัน f มีค่าสูงสุดเท่ากับที่ $x=-1$ ง. ฟังก์ชัน f มีค่าสูงสุดเท่ากับ 4	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
22	โรงงานแห่งหนึ่งผลิตเสื้อสำเร็จรูปได้วันละ 400 ถึง 500 ตัวค่าใช้จ่ายประจำวันเท่ากับ 50,000บาท และต้นทุนโดยตรงในการผลิตเสื้อ 1 ตัว ราคา 89 บาท ดังนั้นฟังก์ชันแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเสื้อที่ผลิตได้ในหนึ่งวัน (x) กับต้นทุนรวมของเสื้อที่ผลิตได้ f(x) ตรงกับข้อใด ก. f(x) = 50,000x + 89 ข. f(x) = 50,000x – 89 ค. f(x) = 50,000 + 89x ง. f(x) = 50,000 - 89x	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
23	โรงงานแห่งหนึ่งผลิตเสื้อสำเร็จรูปได้วันละ 400 ถึง 500 ค่าใช้จ่ายประจำวันเท่ากับ 50,000 บาท และต้นทุนโดยตรงในการผลิตเสื้อ 1 ตัว ราคา 89 บาท ดังนั้นฟังก์ชันแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเสื้อที่ผลิตได้ในหนึ่งวัน (x) กับต้นทุนเฉลี่ยของเสื้อที่ผลิตได้ p(x) ตรงกับข้อใด ก. p(x) = 50000x + 89 ข. $p(x)=\frac{50000}{x}+89$ ค. $p(x)=\frac{50000}{89x}$ ง. $p(x)=\frac{89x}{50000}$	1	0	1	0.66	สอดคล้อง

ข้อ	คำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
24	ลวดเส้นหนึ่งยาว 20 เซนติเมตร ถ้าตัดลวดเส้นนี้ให้ปลา บรรจบกันเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก จะต้องตัดให้มีด้านกว้างแล ยาวกี่เซนติเมตร จึงมีพื้นที่มากที่สุด ก. ด้านหนึ่งยาว 5 ซม. อีกด้านหนึ่งยาว 5 ซม. ข. ด้านหนึ่งยาว 4 ซม. อีกด้านหนึ่งยาว 6 ซม. ค. ด้านหนึ่งยาว3.5 ซม.อีกด้านหนึ่งยาว 6.5ซม. ง. ด้านหนึ่งยาว 3 ซม. อีกด้านหนึ่งยาว 7ซม.	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
25	วัตถุชิ้นหนึ่งถูกยิงไปในอากาศ วัตถุนี้จะสูงจาก พื้น h เมตร ในเวลา t วินาที โดยมีสมการอยู่ในรูป $h(t) = 8 + 2t - t^2$ ดังนั้นวัตถุนี้ขึ้นไปได้สูงสุด จากพื้นเป็นระยะทางเท่าใด ก. 9.0 เมตร ข. 9.5 เมตร ค. 10.0 เมตร ง. 10.5 เมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
26	ในการล้อมรั้วเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยเปิดรั้วด้าน ยาวด้านหนึ่ง ถ้ารั้วทั้งสามด้านยาว 40 เมตร และจะต้องล้อมรั้วกว้างและยาวเท่าใดจึงจะทำให้มีพื้นที่ มากที่สุด ก. กว้าง 5 เมตร ยาว 30 เมตร ข. กว้าง 10 เมตร ยาว 10 เมตร ค. กว้าง 10 เมตร ยาว 20 เมตร ง. กว้าง 15 เมตร ยาว 30 เมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
27	จำนวนสองจำนวนบวกกันได้ 50 ถ้าผลคูณของสองจำนวน มีค่ามากที่สุด แล้วสองจำนวนนี้คือจำนวน ในข้อใด ก. 10 และ 40 ข. 15 และ 35 ค. 20 และ 30 ง. 25 และ 25	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ข้อ	คำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
28	จากการศึกษาความสัมพันธ์ของผลกำไรกับต้นทุ ผลิตน้ำมันต่อถัง คือ $y = 84x - 2x^2$ ถ้า y เป็นผลกำไร x เป็นต้นทุนผลิตต่อถัง ถ้าต้องการให้ได้กำไรมากที่สุด จะต้องลงทุน ถังละกี่บาท ก. 20 บาท ข. 21 บาท ค. 22 บาท ง. 24 บาท	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
29	ในเมืองหนึ่งมีประชากรที่อาศัยอยู่ 4,000 คน ถ้าจำนวนประชากรในปีต่อ ๆ ไป คือ หาได้จาก ความสัมพันธ์ $f(x) = 4000(1.3)^{\frac{x}{10}}$ เมื่อ x แทนจำนวนปี ใน 10 ปีข้างหน้าจำนวน ประชากรในเมืองแห่งนี้จะมีประมาณกี่คน ก. 3,400 คน ข. 5,200 คน ค. 5,400 คน ง. 6,200 คน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
30	ค่าขนส่งสินค้าจากกรุงเทพฯ ไปยังจังหวัด ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่าขนส่ง เบื้องต้น 300 บาท บวกด้วยค่าขนส่งที่คิด ตามน้ำหนักสินค้ากิโลกรัมละ 5 บาท ข้อใดต่อไปนี้คือฟังก์ชันแสดงค่าขนส่งสินค้า ก. $f(x) = -5x + 300$ ข. $f(x) = 5x - 300$ ค. $f(x) = -5x - 300$ ง. $f(x) = 5x + 300$	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ากว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 12 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน

ข้อ	ความยากง่าย (P)	อำนาจจำแนก (r)	ผลพิจารณา	ข้อ	ความยากง่าย (P)	อำนาจจำแนก (r)	ผลพิจารณา
1	0.71	0.35	ตัดทิ้ง	16	0.35	0.12	ตัดทิ้ง
2	0.71	0.47	ตัดทิ้ง	17	0.44	0.53	นำไปใช้ได้
3	0.47	0.12	ตัดทิ้ง	18	0.41	0.24	นำไปใช้ได้
4	0.56	0.41	นำไปใช้ได้	19	0.44	-0.3	ตัดทิ้ง
5	0.47	0.35	นำไปใช้ได้	20	0.59	0.47	นำไปใช้ได้
6	0.53	0.24	นำไปใช้ได้	21	0.29	0	ตัดทิ้ง
7	0.5	0.41	นำไปใช้ได้	22	0.47	0.35	นำไปใช้ได้
8	0.68	0.41	นำไปใช้ได้	23	0.29	0.12	ตัดทิ้ง
9	0.15	-0.2	ตัดทิ้ง	24	0.5	0.41	นำไปใช้ได้
10	0.65	0.35	ตัดทิ้ง	25	0.32	0.29	ตัดทิ้ง
11	0.44	0.29	นำไปใช้ได้	26	0.38	0.29	ตัดทิ้ง
12	0.47	0.35	นำไปใช้ได้	27	0.62	0.06	นำไปใช้ได้
13	0.68	0.29	ตัดทิ้ง	28	0.18	0.12	ตัดทิ้ง
14	0.68	0.29	ตัดทิ้ง	29	0.53	0.35	นำไปใช้ได้
15	0.41	0.24	นำไปใช้ได้	30	0.82	0.12	ตัดทิ้ง

ค่าความยากง่าย จะมีค่าตั้งแต่ 0.0 – 1.0

ถ้าค่า *P* เข้าใกล้ 1.0 แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย

แต่ถ้าค่า *P* เข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก

ข้อสอบที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ทดสอบ

ข้อสอบที่ค่า *P* ระหว่าง 0.4 – 0.6

ข้อสอบค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

หมายเหตุ ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 โดยก่อนนำไปใช้ได้มีการปรับปรุงแก้ไขแล้ว

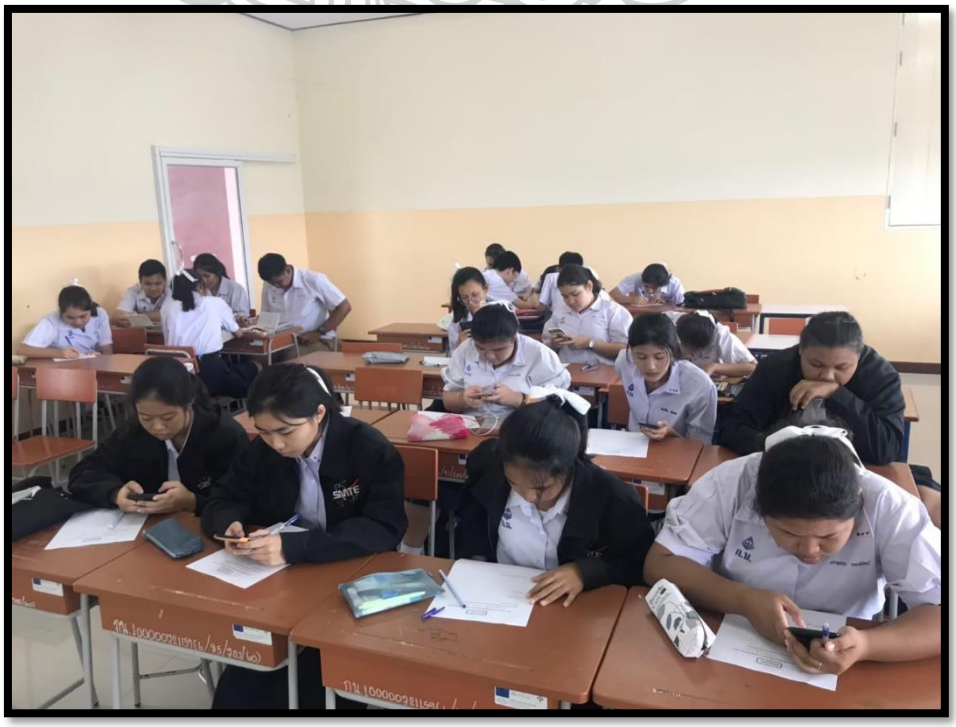
ภาคผนวก ง

รูปภาพการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ภาพการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ภาพกิจกรรมให้ความรู้พื้นฐาน

(ระยะเริ่มต้นโครงงาน)



ภาพกิจกรรมกระตุ้นความสนใจ

(ระยะเริ่มต้นโครงงาน)

ภาพกิจกรรมจัดกลุ่มร่วมมือ

(ระยะปฏิบัติโครงงาน)

ภาพกิจกรรมแสวงหาความรู้

(ระยะปฏิบัติโครงงาน)

ภาพกิจกรรมสรุปสิ่งที่เรียนรู้

(ระยะสิ้นสุดโครงงานและสรุปผล)

ภาพกิจกรรมนำเสนอผลงาน

(ระยะสิ้นสุดโครงงานและสรุปผล)

ภาพกิจกรรมนำเสนอผลงาน

(ระยะสิ้นสุดโครงงานและสรุปผล)

ภาพการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวถีระจิต บุญเจริญ
วัน เดือน ปี เกิด	4 กุมภาพันธ์ 2532
สถานที่เกิด	กาญจนบุรี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2554 ปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ สาขาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่อยู่ปัจจุบัน	808/78 หมู่ 2 ตำบลท่าม่วง อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี 71110

ภาษาไทย

กรมวิชาการ. (2545). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว).

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). **การสอนคณิตศาสตร์**. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2541). **โครงงานคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ดุษฎี โยเหลา และคณะ. (2557). **การสร้างเครื่องมือประเมินและตัวชี้วัดระดับการพัฒนาจิตวิญญาณสำหรับบุคลากรด้านสาธารณสุข**. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.

ทิศนา แขมมณี. (2560). **ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 21: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นรินทร์ธร ผาริการ. (2553). "ผลของการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ที่มีต่อทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2." วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

น้ำทิพย์ วิมูลชาติ และมาเรียม นิลพันธุ์. (2559). "การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานโดยใช้ข้อมูลท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5." **Veridian E-Journal, Silpakorn University :** ฉบับภาษาไทย สาขามนุษย์ศาสตร์สังคมศาสตร์และศิลปะ, 9, 2.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2548). **แนวการออกแบบการจัดการเรียนรู้โครงงานคณิตศาสตร์**. ในประมวลองค์ความรู้และงานวิจัยหลักสูตรและการเรียนรู้. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปราชญ์ รัตนานันท์. (2553). **คิดโครงงานสังคมศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เบ็น ภาษาและศิลปะ.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). **การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์**. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ภัทราพร เกษสังข์. (2549). **การวิจัยทางการศึกษา**. เลย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

ยุพิน พิพิธกุล. (2530). **การสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ราตรี ทองสามสี. (2547). "การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่องโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีสอนแบบโครงงาน." วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

รุจิรัตน์ รุ่งหัวไผ่. (2549). "การศึกษาความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์." วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วรณัน ขุนศรี. (2546). "การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์." **วารสารวิชาการ**, 6, 3: 73-75.

วรรณ์วิไล หงส์ทอง. (2551). "การพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน." วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วัชรินทร์ โพธิ์เงิน และคณะ. (2556). **การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน**. เข้าถึงเมื่อ 15 มิถุนายน 2562. เข้าถึงได้จาก http://www.fte.kmutnb.ac.th/km/project-based%20learning.pdf

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

ศรัญญา มณีไตรรัตน์เลิศ และสุภาพ อ่วมเจริญ. (2561). "การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน." **วารสารศึกษาศาสตร์วิจัย**, 4, 1 (มกราคม-มิถุนายน): 143-155.

ศศิโสภิต แพงศรี. (2561). "การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน การประยุกต์สู่การปฏิบัติในการจัดการศึกษาพยาบาล." **วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า**, 29, มกราคม-มิถุนายน: 215-222.

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ. (2544). **คู่มือการสอนโครงงานคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: Learn and MATHGROUB.

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2541). **คู่มือโครงงานคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : บพิธการพิมพ์

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน). (2547). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. **2552** แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ **2)** พ.ศ. **2545**. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาและกระทรวงศึกษาธิการ. (2550). **การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน**. กรุงเทพมหานคร: กลุ่มส่งเสริมนวัตกรรมการเรียนรู้ของครูและบุคลากรทางการศึกษา.

อังคณา ตุงคะสมิต. (2559). **สังคมศึกษาในโลกอาเซียน Social studies in ASEAN Community**. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภาษาอังกฤษ

Efstratia, D. (2014). "Experiential education through project based learning." **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 152: 1256-1260.

Feichtner, S. B., and Davis, E. A. (1992). "Why some groups fail: A survey of students'experiences with learning groups." **The Organizational Behavior Teaching Review**, 9, 4: 75-88.

McDonnell, K. (2007). "Can 40 seconds of compassion reduce patient anxiety." **Journal of Clinical Oncology**, 17, 1: 371.

Trujillo, K. M. (1998). **Student Attitudes Toward Mathematics Projects. (Alternative Assessment, Cooperative Learning.) Dissertation Abstracts International Learning**. Accessed June 15 ,2019. Available from http://www.iopscience.iop.org/1538-3881/122/1/457/200408.text.html

Wagner, D. R. (2002). "Being in a Mathematical Place: Brief Immersions in Pure Mathematics Investigation." Masters Abstracts International.