



การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน
THE LEARNING MANAGEMENT USING PROJECT-BASED LEARNING TO ENHANCE
STUDENTS' INNOVATIVE ABILITY



พุทธชาติ ศรีประไพ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE LEARNING MANAGEMENT USING PROJECT-BASED LEARNING TO ENHANCE
STUDENTS' INNOVATIVE ABILITY



PUTTACHART SRIPRAPAI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Educational Science & Learning Management)
Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน

ของ

พุทธชาติ ศรีประไพ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี)

ประธาน

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุนิสา สุมิตรณะ)

| | |
|------------------|---|
| ชื่อเรื่อง | การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน |
| ผู้วิจัย | พุทธิชาติ ศรีประไพ |
| ปริญญา | การศึกษามหาบัณฑิต |
| ปีการศึกษา | 2564 |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | รองศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี |

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) ศึกษาระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนผู้เรียน 36 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit) ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 15 คาบ เครื่องมือที่ใช้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม โดยใช้แผนการทดลองแบบหนึ่งกลุ่ม (one shot experimental case study) สถิติที่ใช้ คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t-test for one sample ผลการวิจัย พบว่า 1) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีเลิศขึ้นไป ได้แก่ ระดับดีเลิศและระดับยอดเยี่ยม จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยมีจำนวนผู้เรียนที่มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีเลิศ จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 และมีจำนวนผู้เรียนที่มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับยอดเยี่ยม จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน, ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม, นวัตกรรม

| | |
|----------------|---|
| Title | THE LEARNING MANAGEMENT USING PROJECT-BASED LEARNING TO ENHANCE STUDENTS' INNOVATIVE ABILITY |
| Author | PUTTACHART SRIPRAPAI |
| Degree | MASTER OF EDUCATION |
| Academic Year | 2021 |
| Thesis Advisor | Associate Professor Dr. Chommanad Cheausuwantavee |

The objectives of this research are as follows: (1) to compare the innovative ability of students after learning management using project-based learning to a criterion of 70% ; and (2) to study the innovative ability levels of students learning by using project-based learning. The subjects of this study consisted of 36 students in Mathayomsuksa Two at Bodindecha (Sing Singhaseni) School. They were randomly selected using Cluster Random Sampling. The experiment lasted for 15 periods. The instruments used in this research were lesson plans on project-based learning and innovative ability measurement. The one-shot experimental case study was used in the research. The data were statistically analyzed using percentage, mean, standard deviation and t-test for one sample statistics. The results were as follows: (1) the innovative ability of students after learning management using project-based learning were higher than the criterion of 70% and with a .01 level of statistical significance; (2) students who learned using project-based learning. Moreover, they had an innovative ability at above an excellent level, such as an excellent level and a brilliant level was 36 students counted as 100% , 28 students at an excellent level, counted as 77.78% , and eight students were at a brilliant level, counted as 22.22%.

Keyword : Project-based learning, Innovative ability, Innovation

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการดำเนินงานที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ตลอดจนเสียสละเวลาในการตรวจสอบและแก้ไขงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุคนธ์ อักษรชู ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอนก จันทรวงูญ อาจารย์วีระยุทธ บุญเลิศ และอาจารย์ณัฐชานันท์ จิตติวัชรพงษ์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบและแก้ไข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งให้คำปรึกษา และคำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งทิภา แยมรุ่ง อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข คณะกรรมการสอบ คำาโครงปริญญาานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ประธานสอบปากเปล่า ที่ได้ ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้ปริญญาานิพนธ์มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้บริหารและคณาจารย์ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย รวมทั้งนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษาในหลักสูตรวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ (คณิตศาสตร์) ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ที่มีคุณค่า เพื่อให้ผู้วิจัยนำ ความรู้มาใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณพี่ เพื่อน และน้องในคณะ ที่คอยช่วยเหลือและเป็นแรงบันดาลใจให้เสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัย

พุทธชาติ ศรีประไพ

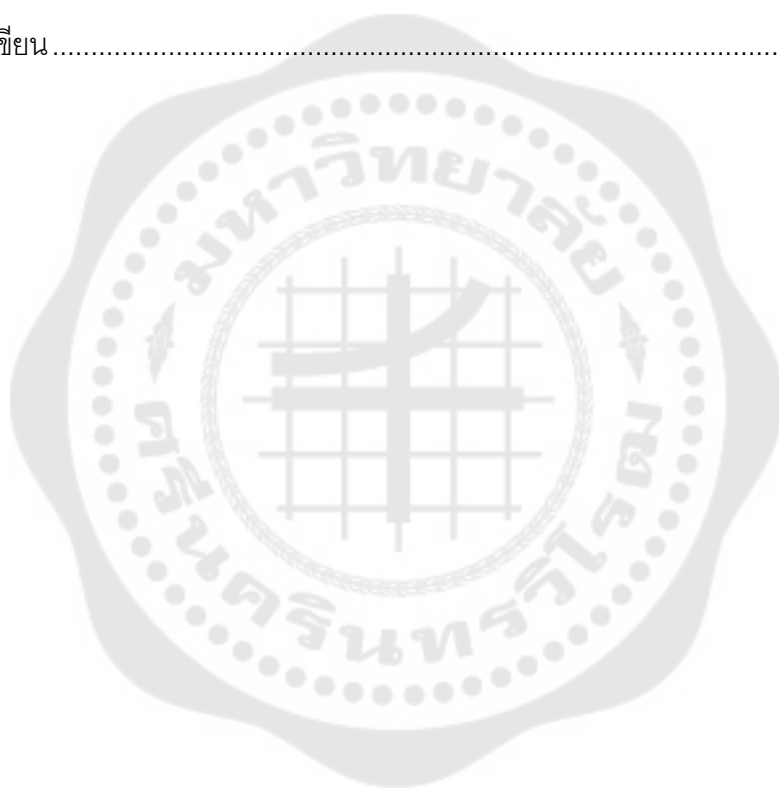
สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญ..... | ช |
| สารบัญตาราง..... | ฎ |
| สารบัญรูปภาพ..... | ฏ |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| ภูมิหลัง..... | 1 |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย..... | 5 |
| ความสำคัญของการวิจัย..... | 5 |
| ขอบเขตของการวิจัย..... | 5 |
| ประชากรที่ใช้ในการวิจัย..... | 5 |
| กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย..... | 5 |
| เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย..... | 5 |
| ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย..... | 6 |
| ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย..... | 6 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 6 |
| กรอบแนวคิดในการวิจัย..... | 8 |
| สมมติฐานในการวิจัย..... | 8 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 9 |
| 1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์..... | 10 |

| | |
|--|----|
| 1.1 ความหมายของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์..... | 10 |
| 1.2 ลักษณะของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์..... | 11 |
| 1.3 ปัญหาและแนวทางการจัดการศึกษาสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทาง คณิตศาสตร์..... | 14 |
| 1.4 รูปแบบการเรียนการสอนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์..... | 17 |
| 1.5 ตัวอย่างรูปแบบการเรียนการสอนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์.... | 20 |
| 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์..... | 33 |
| 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน..... | 35 |
| 2.1 ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์..... | 35 |
| 2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน..... | 36 |
| 2.3 ลักษณะสำคัญและจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน..... | 37 |
| 2.4 ประเภทของโครงงาน..... | 39 |
| 2.5 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน..... | 41 |
| 2.6 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน..... | 45 |
| 2.7 บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน..... | 49 |
| 2.8 การประเมินผลโครงงาน..... | 50 |
| 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน..... | 58 |
| 3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม..... | 61 |
| 3.1 ความหมายของนวัตกรรม..... | 61 |
| 3.2 ความหมายของความสามารถในการสร้างนวัตกรรม..... | 62 |
| 3.3 ลักษณะของนวัตกรรม..... | 62 |
| 3.4 ลักษณะของนวัตกรรม..... | 63 |
| 3.5 การวัดประเมินความสามารถการสร้างนวัตกรรม..... | 63 |

| | |
|--|----|
| 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม | 66 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย | 68 |
| 1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง | 68 |
| ประชากรที่ใช้ในการวิจัย..... | 68 |
| กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย | 68 |
| 2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 68 |
| ขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 68 |
| 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 75 |
| แบบแผนการวิจัย..... | 75 |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล | 75 |
| 4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล | 76 |
| การจัดกระทำข้อมูล | 76 |
| สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล | 76 |
| บทที่ 4 ผลการศึกษา..... | 77 |
| สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล | 77 |
| การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 77 |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 78 |
| บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ | 86 |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย | 86 |
| สมมติฐานของการวิจัย | 86 |
| วิธีดำเนินการวิจัย | 86 |
| สรุปผลการวิจัย | 87 |
| อภิปรายผล..... | 87 |

| | |
|---|-----|
| ข้อเสนอแนะ | 89 |
| บรรณานุกรม..... | 90 |
| ภาคผนวก..... | 95 |
| ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย | 96 |
| ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 99 |
| ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย | 121 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 123 |



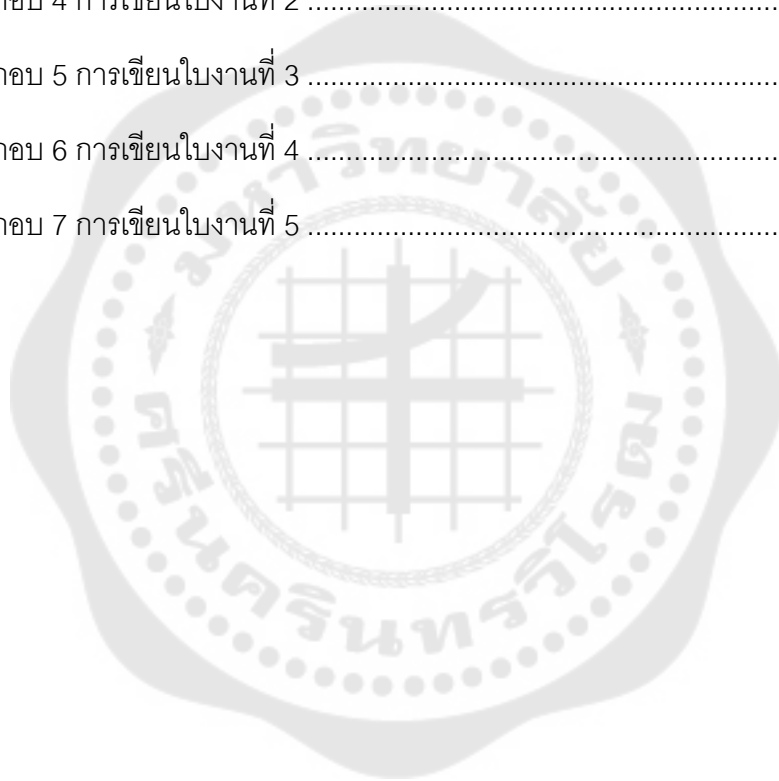
สารบัญตาราง

หน้า

| | |
|---|-----|
| ตาราง 1 ความแตกต่างระหว่างผู้เรียนเรียนเก่งและผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ | 13 |
| ตาราง 2 ลำดับชั้นในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสรรค์ของปาร์น | 21 |
| ตาราง 3 รูปแบบบทบาทและกิจกรรมของครูและผู้เรียนในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ | 24 |
| ตาราง 4 รูปแบบการเรียนรู้แบบนำทางตนเองของเทรฟิงเกอร์..... | 27 |
| ตาราง 5 บทบาทและกิจกรรมของครูและผู้เรียนในรูปแบบการเรียนรู้แบบนำทางตนเอง | 30 |
| ตาราง 6 ปัญหา / อุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ และแนวทาง แก้ปัญหา..... | 43 |
| ตาราง 7 รายละเอียดแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงการคณิตศาสตร์..... | 47 |
| ตาราง 8 รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน | 70 |
| ตาราง 9 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม..... | 72 |
| ตาราง 10 แบบแผนการวิจัย | 75 |
| ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานกับ เกณฑ์ร้อยละ 70..... | 78 |
| ตาราง 12 ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โครงการเป็นฐาน..... | 78 |
| ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน... | 122 |
| ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม | 122 |

สารบัญรูปภาพ

| | หน้า |
|---|------|
| ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย | 8 |
| ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน | 22 |
| ภาพประกอบ 3 การเขียนใบงานที่ 1 | 79 |
| ภาพประกอบ 4 การเขียนใบงานที่ 2 | 80 |
| ภาพประกอบ 5 การเขียนใบงานที่ 3 | 82 |
| ภาพประกอบ 6 การเขียนใบงานที่ 4 | 83 |
| ภาพประกอบ 7 การเขียนใบงานที่ 5 | 83 |



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

อุดมการณ์ที่สำคัญของการศึกษา คือ การจัดให้มีการศึกษาตลอดชีวิต ซึ่งการศึกษาตลอดชีวิตรวมถึงการแสวงหาความรู้ ความใฝ่รู้ การรู้เรา รู้เขา เข้าใจผู้อื่น รวมทั้งเข้าใจในโลกว้าง และเป็นกุญแจสำคัญที่นำไปสู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นการปรับตัวให้ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีความสุข (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2558, น. 4) การส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการเตรียมความพร้อมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสร้างสรรค์และนวัตกรรม การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสาร และการร่วมมือ ส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของโลกและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, น. 1) ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ต้องการศึกษาจากปัญหาในชีวิตจริง และเชื่อมโยงเรื่องหนึ่งไปยังอีกเรื่องหนึ่งในลักษณะสหวิทยาการ ซึ่งครูจะต้องสร้างความร่วมมือระหว่างวิชาอื่น ๆ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น (วิโรจน์ สารรัตน์, 2556, น. 23) ซึ่งนักการศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงการสอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และหากผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงการจะได้รับการส่งเสริมพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหา กล่าวว่าการเรียนรู้แบบโครงการจะแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์พัฒนาทักษะชีวิตและความคิดสร้างสรรค์อันนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557, น. 14-15)

อีกทั้งในข้อบังคับคุรุสภา ว่าด้วยมาตรฐานวิชาชีพ (ฉบับที่ 4) พ.ศ.2562 (2562, 20 มีนาคม, น. 18-20) ได้กำหนดในมาตรฐานประสบการณ์วิชาชีพ ว่าผู้ประกอบวิชาชีพครูต้องมีมาตรฐานการปฏิบัติงาน ดังนี้ 1) การปฏิบัติหน้าที่ครู ได้แก่ มุ่งมั่นพัฒนาผู้เรียนด้วยจิตวิญญาณความเป็นครู ประพฤติตนเป็นแบบอย่างที่ดี มีคุณธรรม จริยธรรม และมีความเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง ส่งเสริมการเรียนรู้ เอาใจใส่ และยอมรับความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละบุคคล สร้างแรงบันดาลใจผู้เรียนให้เป็นผู้ใฝ่เรียนรู้ และผู้สร้างนวัตกรรม และพัฒนาตนเองให้มีความรอบรู้ทันสมัย และทันต่อการเปลี่ยนแปลง 2) การจัดการเรียนรู้ ได้แก่ พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา การจัดการเรียนรู้ สื่อ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ บูรณาการความรู้และศาสตร์การสอนในการวางแผนและจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีปัญญา รู้คิด และมีความเป็นนวัตกร ดูแลช่วยเหลือ และพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคลตามศักยภาพ สามารถรายงานผลการพัฒนาคุณภาพ

ผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบ จัดกิจกรรมและสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียน โดยตระหนักถึงสุขภาพของผู้เรียน วิจัย สร้างนวัตกรรม และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน และปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์และมีส่วนร่วม ในกิจกรรมการพัฒนาวิชาชีพ

ในแนวทางการประเมินคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2561 ในมาตรฐานที่ 1 คุณภาพผู้เรียน ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของผู้เรียน ได้กล่าวถึงความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนมีความสามารถในการรวบรวมความรู้ได้ด้วยตนเอง และการทำงานเป็นทีม เชื่อมโยงองค์ความรู้ และประสบการณ์มาใช้ในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ อาจเป็นแนวความคิด โครงการ โครงงาน หรือชิ้นงาน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2561, น. 13)

จากความสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน จนนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะหรือความสามารถในการสร้างนวัตกรรมซึ่งตรงกับข้อบังคับคุรุสภาและแนวทางการประเมินคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่กล่าวไว้ข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ใช้ทักษะที่หลากหลายในการศึกษา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ฝึกการทำงานกลุ่ม ส่งเสริมพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม จะได้รับการส่งเสริมให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหา ค้นคว้าเรื่องราวหรือความรู้ที่ผู้เรียนสนใจ อยากรู้ เกิดปัญหาสงสัยและต้องการคำตอบมาอธิบาย อาจจะมีสิ่งสงสัย ทดลองหรือคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ขึ้นมา (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557, น. 14; สิริพร กุลวงศ์, 2557, น. 5) สมวงษ์ แปลงประสพโชค (2549, น. 6) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานควรเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา และจะดียิ่งขึ้นถ้าได้ให้เรียนในปีแรกของระดับมัธยมศึกษา โดยกำหนดเป็นส่วนประกอบของรายวิชา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ปล่อยให้ผู้เรียนตั้งข้อสงสัย ตั้งสมมติฐาน ทดสอบ รวบรวมข้อมูล หาข้อสรุป และเผยแพร่ข้อค้นพบด้วยตนเอง ตรงกับงานวิจัยของ ชัยรัตน์ สุล่านาจ (2547, น. 127-130) พบว่าผู้เรียนเกิดทักษะ / กระบวนการคณิตศาสตร์ หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์สูงขึ้น นรินทร์ธรร ภาริกการ (2553, น. 95-100) พบว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์มีพัฒนาการทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองสูงขึ้น และ Trujillo (1998, online) ให้ผู้เรียนนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน พัฒนาความรับผิดชอบและทำงานร่วมกับ

ผู้อื่นได้ และส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2541, น. 6) จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเหมาะกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เป็นผู้เรียนที่มีความสามารถทางสมองโดดเด่นกว่าผู้เรียนทั่วไป มีความสามารถในการใช้ตัวเลขและสัญลักษณ์ มีความสามารถในการจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ดีเยี่ยม เป็นคนชอบเหตุผล ชอบทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่ยากและท้าทาย มองสิ่งต่าง ๆ เกียวโยงเป็นคณิตศาสตร์หรือสัญลักษณ์ มีความรู้ ความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากกว่าผู้เรียนปกติ มีความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ตนสนใจ ได้อย่างรวดเร็ว ชอบทำงานเป็นกลุ่มเล็กหรือทำงานคนเดียว มีอิสระในการคิดและปฏิบัติ มีจินตนาการสูง มองสิ่งต่าง ๆ ในหลายมิติ ชอบแก้ปัญหาโจทย์ในวิธีแปลกใหม่ และร่วมกันอภิปรายโต้แย้ง ชอบเสาะแสวงหา ใฝ่เรียนใฝ่รู้ มีความคิดอิสระและยืดหยุ่น ชอบคิดค้น และประดิษฐ์ ชอบประยุกต์นำความรู้ไปใช้ได้ดี และเป็นคนสนุกกับการคิด (เกรียงศักดิ์ สังข์ชัย, 2548, น. 13-16; ผดุง อารยะวิญญู, 2551, น. 6; อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2547, น. 87-88) ดังนั้น ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จะต้องได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากปกติ เน้นความรู้ที่เป็นแนวกว้างและลึกกว่าผู้เรียนทั่วไป ในการเรียนการสอนของผู้เรียนจะต้องมี 1) การปรับเนื้อหาจัดเนื้อหาให้มีความคิดรวบยอด แนวคิดแบบนามธรรม ให้มีความหลากหลายและซับซ้อนมากขึ้น ให้ศึกษาด้วยวิธีแสวงหาความรู้ สืบสวนสอบสวน และศึกษาด้วยตนเอง 2) ปรับกระบวนการเรียนการสอน ใช้คำถามควรเป็นปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดสร้างสรรค์อย่างกว้างขวางและหลากหลายมากขึ้น คำถามการคิดระดับสูง ถูมนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ส่งเสริมการค้นพบรูปแบบแนวคิด และหลักการด้วยตนเอง ฝึกการแก้ปัญหา ใช้เหตุผล ให้มีการสรุปจากเหตุไปสู่อะไร ผล เปิดโอกาสในการเลือกเรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ จัดเวลาเรียนให้พอเหมาะ ใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย 3) ปรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือผลจากการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนศึกษาปัญหาจริง ได้นำข้อมูลต่าง ๆ มาสร้างหรือปรับปรุงใหม่ 4) ปรับสภาพแวดล้อมในการเรียน เน้นผู้เรียนและความสนใจผู้เรียน มีบรรยากาศส่งเสริมความเป็นอิสระ ผู้เรียนได้ใฝ่หาความรู้ด้วยตนเอง แก้ปัญหาด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมที่เคลื่อนไหวมากขึ้น ให้ทำกิจกรรมกลุ่มหรือศึกษานอกห้องเรียน (เกรียงศักดิ์ สังข์ชัย, 2549, น. 16-17; ผดุง อารยะวิญญู, 2551, น. 74-79; อารี สันหนวี, 2540, น. 2-5) เนื่องจากผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสิ่งรอบตัวได้ เป็นคนมีเหตุผล และชอบแก้ปัญหาโจทย์ในวิธีที่หลากหลายและแปลกใหม่ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรส่งเสริม

ความสามารถในการแก้ปัญหา (อารี สันหนวี, 2540, น. 59-71, 147-174) เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มที่

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดให้มีการเสริมทักษะชีวิตผู้เรียน โดยกำหนดให้พัฒนาภูมิคุ้มกันให้กับเด็กในเรื่องตระหนักรู้และเห็นคุณค่าในตนเองและผู้อื่น การคิดวิเคราะห์ตัดสินใจและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และในแต่ละชั้นปีมีจุดเน้นพัฒนาผู้เรียน ซึ่งในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจุดเน้นตามทักษะดังนี้ 1) ด้านทักษะชีวิต ผู้เรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นบนพื้นฐานความเป็นประชาธิปไตย และมีจิตอาสาช่วยเหลือสังคม 2) การใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ ผู้เรียนมีทักษะการค้นหาข้อมูล และการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อย่างมีคุณธรรมจริยธรรม 3) ทักษะการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ตามช่วงวัย ฟัง ดู พูด อ่าน เขียน อย่างมีมารยาท และพูด เขียน ได้แย้งจากเรื่องที่ฟัง ดู และอ่านได้อย่างสมเหตุสมผลที่ไม่เป็นโทษ ต่อตนเองและผู้อื่น 4) แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนตั้งคำถามออกแบบวิธีการหาคำตอบ หาแหล่งวิธีการหาคำตอบจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย แล้วนำมาสรุปเขียนเป็นรายงาน (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553, น. 13-17) ส่วนแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียนตามจุดเน้นของผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้แก่ 1) ทักษะการคิดขั้นสูง พัฒนาทักษะการสังเคราะห์ และทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้ โดยจัดกิจกรรมส่งเสริมการคิด / ประกอบแข่งขันการคิดอย่างสร้างสรรค์ เช่น โครงงานหรือการวิจัย 2) การแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น กำหนดทางเลือกในการแก้ไขปัญหาได้หลายทางเลือก ประเมินสถานการณ์ คาดการณ์ผลกระทบที่เกิดขึ้นและพิจารณาทางเลือกเพื่อแก้ไขปัญหาได้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้วิธีการเรียนรู้จากกระบวนการแก้ปัญหา 3) การใช้เทคโนโลยี ควบคุมจัดกิจกรรมให้โอกาสผู้เรียนในการใช้เทคโนโลยี การแสวงหาความรู้ และสร้างประสบการณ์ ให้ได้รับความรู้ จากผู้มีความรู้และผู้เชี่ยวชาญ 4) แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนได้มีชิ้นงานที่เกิดจากการค้นคว้า สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ตามความสนใจและความถนัดของผู้เรียน (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2553, น. 49-52)

จากการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานส่งเสริมให้ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้เรียนรู้อย่างอิสระตามความสนใจหรือความถนัดของตนเอง การระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหา ส่งเสริมการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษากิจการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อศึกษาระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ความสำคัญของการวิจัย

ผลจากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระตามความสนใจหรือความถนัดของตนเอง การระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหา ส่งเสริมการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการรับผิดชอบและมีส่วนร่วมในการเรียน ส่งผลให้เห็นคุณค่าของการศึกษามากขึ้น สามารถนำไปใช้เป็นที่กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมผู้เรียน รวมทั้งเป็นแนวทางสำหรับครูคณิตศาสตร์และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการศึกษาทางคณิตศาสตร์ในการนำกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ไปปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางการจัดการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและในรายวิชาอื่น ๆ

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนผู้เรียน 72 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนผู้เรียน 36 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit)

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง

พุทธศักราช 2560) ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในรายวิชา การศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ (I20201)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ใช้เวลาในการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 15 คาบ โดยใช้เวลาในการดำเนินการจัดการเรียนรู้จำนวน 13 คาบ และทดสอบหลังเรียนจำนวน 2 คาบ

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผู้เรียน หมายถึง เป็นผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

2. ผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถทางสมองโดดเด่น มีความสามารถในการคิดคำนวณ ด้านตัวเลข เชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงมิติ มีวิถีคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่และมีเอกลักษณ์เฉพาะตน มีความคิดสร้างสรรค์ และคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะต้องได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากปกติเน้นความรู้ที่เป็นแนวกว้างและลึกกว่าผู้เรียนทั่วไป

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนในทักษะที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ฝึกการทำงานกลุ่ม ส่งเสริมพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหาซึ่งกระบวนการหรือขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ไม่ตายตัว เน้นที่การนำกระบวนการในการทำโครงงานมาเป็นแนวทางหรือขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะเริ่มต้น เป็นการฝึกให้ผู้เรียนสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลที่สนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ฝึกวิเคราะห์โครงงานคณิตศาสตร์จากตัวอย่างโครงงานที่กำหนดให้ รวมทั้งฝึกทำโครงงานคณิตศาสตร์ฉบับตัวอย่างจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยจัดสถานการณ์ หรือสิ่งเร้าเพื่อพบปัญหา

ระยะที่ 2 ระยะลงมือปฏิบัติ เป็นระยะที่ผู้เรียนเริ่มทำโครงงานคณิตศาสตร์โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มละ 4 คน เริ่มจากการระบุปัญหาหรือคำถามเพื่อสร้างสิ่งใหม่ วางแผน

แก้ปัญหา โดยทำเค้าโครงโครงการ ลงมือปฏิบัติทำโครงการ วิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูล สร้างความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ และสรุปผลสะท้อนความคิดขยายความรู้ มีขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเลือกหัวข้อโครงการ ซึ่งหัวข้อเรื่อง que ผู้เรียนจะศึกษานั้นมาจาก ความอยากรู้ ความสนใจ โดยผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีแก้ปัญหา ซึ่งหัวข้อโครงการต้องมีความเฉพาะเจาะจงและชัดเจนว่าจะมุ่งศึกษาสิ่งใด ตัวแปรใด ผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาหรือผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดจุดมุ่งหมายและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เมื่อผู้เรียนได้หัวข้อแล้ว ผู้เรียนกำหนดจุดมุ่งหมายในการทำโครงการ และนำหัวข้อไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม และปรึกษาหารือกับอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงการ ในขั้นตอนนี้เป็นการสร้างแผนที่ความคิด การวางแผน และเป็นขั้นตอนในการทำโครงการไว้ล่วงหน้า

ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติโครงการ ลงมือทำตามแผนการที่กำหนดไว้ เมื่อดำเนินการทำโครงการแล้วควรมีการตรวจสอบผลเพื่อให้ได้ผลที่แน่นอน ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกการสังเกต การคิดวิเคราะห์ และฝึกทักษะต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์จนเกิดความรู้ความเข้าใจ แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอภิปรายผลจากผลที่ได้ อาจตรงหรือไม่ตรงตามสมมติฐานที่วางไว้

ระยะที่ 3 ระยะสิ้นสุดการทำโครงการ เป็นการประเมินผล จัดทำรูปเล่มโครงการ เผยแพร่และนำเสนอโครงการ ให้ผู้เรียนฝึกและจัดป้ายนิเทศการนำเสนอโครงการ มีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินผล โดยประเมินก่อนดำเนินการ ระหว่างดำเนินการ และหลังดำเนินการ โดยให้ผู้เรียนประเมินโครงการของตนเองหรือเพื่อนร่วมประเมิน จากนั้นผู้สอนจึงประเมินผลโครงการตามแบบประเมิน ซึ่งผู้ปกครองอาจมีส่วนร่วมด้วย

ขั้นตอนที่ 2 การเขียนรายงานโครงการ เป็นการเขียนเสนอผลจากการศึกษา และเป็นการสรุปรายงานผลการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด

ขั้นตอนที่ 3 การนำเสนอโครงการ นำเสนอผลการดำเนินงานทั้งหมดให้ผู้อื่นได้ทราบถึงการศึกษา ค้นคว้า วิธีการดำเนินงาน ตลอดจนข้อสรุป ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของโครงการ ซึ่งการแสดงโครงการจัดได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดนิทรรศการ การรายงานด้วยวาจา

4. นวัตกรรม หมายถึง แนวความคิดหรือสิ่งประดิษฐ์ที่คิดค้นขึ้นมาใหม่ หรืออาจพัฒนาของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น

5. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม หมายถึง ความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ โดยใช้ความรู้ที่เกิดจากการเชื่อมโยง ความคิดสร้างสรรค์ การบูรณาการความรู้ จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีรายการประเมิน ได้แก่

5.1 การออกแบบและสร้างนวัตกรรม

5.2 นวัตกรรมใช้ได้ตามความมุ่งหมาย

5.3 ความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่

5.4 การนำนวัตกรรมไปประยุกต์ใช้และเผยแพร่

ซึ่งประเมินโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมที่เป็นคำถามปลายเปิด ให้เขียนถึงกระบวนการสร้างนวัตกรรม รวมทั้งประเมินชิ้นงานและการนำเสนอ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระตามความสนใจหรือความถนัดของตนเอง การระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหา ส่งเสริมการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียน รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาชีวิตจริง ตลอดจนจนสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับดีเลิศขึ้นไป ได้แก่ ระดับดีเลิศและระดับยอดเยี่ยม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.2 ลักษณะของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.3 ปัญหาและแนวทางการจัดการศึกษาสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.4 รูปแบบการเรียนการสอนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.5 ตัวอย่างรูปแบบการเรียนการสอน ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
 - 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
 - 2.1 ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์
 - 2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
 - 2.3 ลักษณะสำคัญ และจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
 - 2.4 ประเภทของโครงงาน
 - 2.5 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
 - 2.6 การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
 - 2.7 บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
 - 2.8 การประเมินผลโครงงาน
 - 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม
 - 3.1 ความหมายของนวัตกรรม
 - 3.2 ความหมายของความสามารถในการสร้างนวัตกรรม
 - 3.3 ลักษณะของนวัตกรรม
 - 3.4 ลักษณะของนวัตกรรม

3.5 การวัดประเมินความสามารถการสร้างนวัตกรรม

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาและกล่าวถึงความหมายของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2548, น. 5) ได้ให้ความหมายของผู้ที่มีความสามารถพิเศษ คือ ผู้ที่แสดงออกซึ่งความสามารถอันโดดเด่นในด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านในด้านสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ การใช้ภาษา การเป็นผู้นำ การสร้างงานทางทัศนศิลป์ และศิลปะการแสดง ความสามารถด้านดนตรี ความสามารถทางกีฬา และความสามารถทางวิชาการในสาขาใดสาขาหนึ่งหรือหลายสาขาอย่างเป็นที่ประจักษ์ เมื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียนอื่นที่มีอายุระดับเดียวกันสภาพแวดล้อมหรือประสบการณ์เดียวกัน

เกรียงศักดิ์ สังข์ชัย (2549, น. 2) ได้ให้ความหมายของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษว่าเป็นผู้เรียนที่แสดงออกซึ่งความสามารถอันโดดเด่นด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างเป็นที่ประจักษ์เพื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียนอื่น ๆ ที่มีอายุระดับเดียวกันสภาพแวดล้อมหรือประสบการณ์เดียวกัน

ผดุง อารยะวิญญู (2551, น. 35) ได้ให้ความหมายของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ / ผู้เรียนที่มีความสามารถ (Gifted) คือ ผู้เรียนที่มีความสามารถทางสมองที่เป็นเลิศกว่าผู้เรียนอื่นทั่วไปและจำเป็นต้องได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนการสอนที่แตกต่างออกไปจากการจัดปกติในชั้นเรียนเน้นความรู้ทั้งในแนวกว้างและแนวลึกทั้งนี้เพื่อให้บรรลุศักยภาพสูงสุดของผู้เรียนจัดให้กับผู้เรียนตั้งแต่ในระดับอนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2547, น. 35-39) ได้ให้ความหมายของความสามารถทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถที่ประกอบไปด้วยความสามารถในการคิดคำนวณ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นสัญลักษณ์ทางรูปธรรมและนามธรรม แต่ไม่ใช่เป็นการแปลสัญลักษณ์ทางภาษา เช่น ภาษาอังกฤษ ภาษาไทย เพราะเป็นภาษาที่อาศัยสัญลักษณ์ที่สัมพันธ์กับเสียง มากกว่าการใช้สัญลักษณ์รูปภาพ แต่ใน ภาษาจีน ภาษาญี่ปุ่น ภาษาอียิปต์โบราณ หรือภาษามือ อาจกล่าวได้ว่าเป็นการใช้ความสามารถทางการแปลจากสัญลักษณ์ ตัวแทนของผู้มีความสามารถทางนี้ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักตรรกศาสตร์ นักประดิษฐ์ วิศวกร ฯลฯ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2554, น. 11-12) ได้ให้ความหมายของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ คือ ผู้ที่มีความสามารถในด้านจำนวนตัวเลข และสัญลักษณ์ การคำนวณอย่างต่อเนื่อง มีกลยุทธ์ในการคิดทางคณิตศาสตร์ที่พลิกแพลงแบบยืด มีความคิดสร้างสรรค์และคิดอย่างมีเหตุผล มองเห็นความสัมพันธ์เชิงมิติได้เป็นอย่างดี สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้หลายรูปแบบ มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่และมีเอกลักษณ์ในการแก้ปัญหาเฉพาะตน ซึ่งผู้เรียนเหล่านี้อาจมีความถนัดหรือความสามารถในด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างโดดเด่นมากกว่าผู้เรียนในวัยเดียวกันและมีสภาพแวดล้อมเดียวกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ผู้เรียนที่มีความสามารถทางสมองโดดเด่นกว่าผู้เรียนทั่วไป มีความสามารถในการคิดคำนวณ ด้านตัวเลข เชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงมิติ มีวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ และมีเอกลักษณ์เฉพาะตน มีความคิดสร้างสรรค์ และคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะต้องได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากปกติเน้นความรู้ที่เป็นแนวกว้างและลึกกว่าผู้เรียนทั่วไป

1.2 ลักษณะของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ลักษณะของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ แบ่งตามลักษณะพื้นฐานการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้ (เกรียงศักดิ์ สังข์ชัย, 2548, น. 13-16; ผดุง อารยะวิญญู, 2551, น. 6; อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์, 2547, น. 87-88)

1. ด้านความรู้ ความคิด

- 1.1 มีความสามารถในการใช้ตัวเลขและสัญลักษณ์
- 1.2 มีความสามารถในการจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ดีเยี่ยม
- 1.3 เป็นคนชอบเหตุผล
- 1.4 ชอบทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่ยากและท้าทาย
- 1.5 มองสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวโยงเป็นคณิตศาสตร์หรือสัญลักษณ์
- 1.6 จะสังเกตในสิ่งที่ผู้อื่นมองข้าม
- 1.7 มีความรู้ ความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากกว่าผู้เรียนปกติ
- 1.8 มีความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น
- 1.9 สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ตนสนใจได้อย่างรวดเร็ว
- 1.10 มีความสามารถในการแยกแยะและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

2. ด้านการแสดงออก

- 2.1 ชอบพูดคุยกับผู้ที่อายุน้อยกว่าและมีความสนใจทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ชอบจัดลำดับหมวดหมู่สิ่งของ
- 2.3 ชอบเล่นซั้ด ตวง วัด นับและสิ่งของต่าง ๆ
- 2.4 ชอบประมาณค่าสิ่งของ
- 2.5 ชอบทำงานกลุ่มเล็กหรือทำงานคนเดียว
- 2.6 ชอบวิพากษ์วิจารณ์เรื่องต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล
- 2.7 ชอบความเป็นระบบ
- 2.8 มีอิสระในการคิดและปฏิบัติ
- 2.9 ชอบซักถาม
- 2.10 เมื่อเข้าใจในสิ่งที่เรียนได้ดีแล้วจะเลิกให้ความสนใจทันที

3. ด้านความคิดสร้างสรรค์

- 3.1 มีจินตนาการสูง มองสิ่งต่าง ๆ ในหลายมิติ
- 3.2 ชอบแก้ปัญหาโจทย์ในวิธีแปลกใหม่ และร่วมกันอภิปรายโต้แย้ง
- 3.3 ชอบเสาะแสวงหา ใฝ่เรียนใฝ่รู้
- 3.4 มีความคิดอิสระและยืดหยุ่น
- 3.5 ชอบคิดค้น และประดิษฐ์
- 3.6 ชอบประยุกต์นำความรู้ไปใช้ได้ดี
- 3.7 ไม่ชอบทำตามผู้อื่น โดยไม่มีเหตุผล
- 3.8 ชอบประสบการณ์ใหม่ ๆ ไม่ยึดติดกับของเดิม
- 3.9 มีความสามารถมองทุกสิ่งเป็นภาพรวม
- 3.10 เป็นคนสนุกกับการคิด

ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมีลักษณะครบทุกข้อ อาจจะมีลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือหลายลักษณะ ซึ่งเป็นลักษณะที่ต่างจากผู้เรียนปกติ ซึ่งคำที่ใช้เรียกผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มีหลายคำ และมีความแตกต่างกัน เช่น ผู้เรียนเรียนเก่งและผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ตาราง 1 ความแตกต่างระหว่างผู้เรียนเรียนเก่งและผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

| ผู้เรียนเรียนเก่ง | ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ |
|---|--|
| 1. รู้คำตอบ | 1. ตั้งคำถามเพื่อให้แสวงหาคำตอบ |
| 2. เรียนหนัก | 2. เรียนไม่หนัก ชอบเล่น แต่ผลการสอบมีคะแนนดี |
| 3. ตอบคำถามได้ดี | 3. ได้เพียง ขยายความ |
| 4. ฟังด้วยความสนใจ | 4. แสดงความรู้สึกลึกและความคิดเห็น |
| 5. ทบทวน 5-8 ครั้ง เพื่อให้เข้าใจยิ่งขึ้น | 5. ทบทวนเพียง 1-5 ครั้ง ก็จำได้ |
| 6. เข้าใจแนวคิด | 6. สร้างแนวคิดก่อให้เกิดรูปธรรม |
| 7. ชอบเล่นกับเพื่อนวัยเดียวกัน | 7. ชอบคุยสนทนากับผู้ที่สนใจคณิตศาสตร์ |
| 8. เข้าใจเรื่องที่สอน | 8. สรุป อ้างอิง ถ่ายโยงข้อมูล |
| 9. ทำงานเสร็จตามที่ได้รับมอบหมาย | 9. สร้างงานโครงการใหม่ ๆ |
| 10. รับฟัง รับรู้ | 10. รับรู้และเข้าใจอย่างลึกซึ้ง |
| 11. ออกแบบได้อย่างแม่นยำ | 11. ออกแบบ สร้างแนวความคิดใหม่ |
| 12. ชอบมาโรงเรียน | 12. ชอบแสวงหาความรู้ใหม่ |
| 13. รับรู้ข้อมูล | 13. นำข้อมูลมาจัดระเบียบใหม่ |
| 14. เป็นช่างเทคนิค | 14. เป็นนักคิด นักประดิษฐ์ |
| 15. ผลการเรียนดี | 15. อาจสอบตก |

ที่มา: ผดุง อารยะวิญญู. (2551). การสอนผู้เรียนปัญญาเลิศ: กรุงเทพฯ : กองทุนการศึกษาเพื่อผู้เรียนพิการ.

จากตาราง 1 จะเห็นได้ว่าผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกัน ซึ่ง ผดุง อารยะวิญญู (2551, น. 17) กล่าวว่าผู้เรียนเรียนเก่งอาจพบเจอได้ง่ายในห้องเรียน ส่วนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์อาจมีผลการเรียนไม่ดีมากนัก และส่งผลให้ไม่ได้รับการตัดสินว่าเป็นผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.3 ปัญหาและแนวทางการจัดการศึกษาสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาและกล่าวถึงปัญหาและแนวทางการจัดการศึกษาสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

อุษณีย์ โพธิสุข (2541, น. 33-35) กล่าวถึงปัญหาของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. รู้สึกเบื่อหน่ายบทเรียนที่ซ้ำซาก
2. มีความกังวลหากทำสิ่งใดพลาดไป
3. รู้สึกโดดเดี่ยวและแตกต่างจากเพื่อนวัยเดียวกัน
4. รู้สึกละอายใจที่ไม่ได้ทำรู้สึกความสามารถ
5. หากมีคำถามหรือปัญหาที่คาดหวังคำตอบผู้เรียนจะรู้สึกเกร็ง
6. รู้สึกภูมิใจที่เข้าใจในสิ่งที่ผู้อื่นไม่เข้าใจ
7. รู้สึกกดดันหากถูกคาดหวังให้เป็นทีหนึ่งเสมอ
8. รู้สึกตนเองไม่มีคุณค่า
9. รู้สึกลำบากในการปรับตัวเข้ากับสังคมและคนรอบข้าง
10. อยากได้อิสระทางความคิด ไม่ชอบการถูกบังคับ

ซึ่งปัญหาที่กล่าวมานั้นเป็นเพียงแค่บางส่วนเท่านั้น ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องได้รับการศึกษาที่เหมาะสมและพัฒนาศักยภาพได้อย่างเต็มที่ เพื่อให้ผู้เรียนมีความสุขกับการเรียนและเป็นบุคลากรที่มีคุณภาพต่อสังคมต่อไป

เกรียงศักดิ์ สังข์ชัย (2548, น. 17) กล่าวว่า ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษบางคนอาจมีปัญหาในการปรับตัวเนื่องจากความสามารถที่แตกต่างไปจากผู้เรียนทั่วไป ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องควรให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษา และควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถของตนออกมาได้อย่างเต็มศักยภาพ และมีโอกาสได้สำรวจความถนัดของตนเอง ซึ่งแนวทางในการจัดการศึกษาสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษแบ่งตามความสามารถทางเชาว์ปัญญา (Intelligence Quotient: IQ) ดังนี้ (ผดุง อารยะวิญญู, 2551, น. 18-19)

1. มีความสามารถพิเศษเล็กน้อย (Mild) IQ 115-129
 - มีประมาณ 1:6 ถึง 1:40 ของประชากร
 - 1.1 จัดสอนเสริมในห้องเรียนปกติ
 - 1.2 ปรับขยายหลักสูตร

- 1.3 จัดหลักสูตรเข้มข้น
2. มีความสามารถพิเศษปานกลาง (Moderate) IQ 130-144
 - มีประมาณ 1:40 ถึง 1:1,000 ของประชากร
 - 2.1 จัดให้เรียนในสิ่งที่ยากขึ้น
 - 2.2 จัดให้เรียนในเนื้อหาที่เข้มข้นขึ้น
 - 2.3 จัดตามกลุ่มความสามารถ
 - 2.4 จัดฝึกประสบการณ์กับผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน
 - 2.5 จัดสอนให้เก่งในวิชาใดวิชาหนึ่ง หรือหลายวิชา
 - 2.6 เลื่อนชั้นเร็วขึ้น
 - 2.7 รับเข้าเรียนเร็วขึ้น
3. มีความสามารถพิเศษอย่างมาก (Highly) IQ 145-159
 - มีประมาณ 1:1,000 ถึง 1:10,000 ของประชากร
 - 3.1 สอนเร่งในเนื้อหาที่ตนเองเก่ง
 - 3.2 จัดกลุ่มตามความสามารถให้ตั้งเดียวในหนึ่งแขนงวิชา
 - 3.3 สอนเร่งโดยให้เลือกเรียนหลายแขนง
 - 3.4 สอนเสริมตามความสนใจ
 - 3.5 ฝึกทักษะกับผู้เชี่ยวชาญ
4. มีความสามารถพิเศษเป็นพิเศษ (Exceptionally) IQ 160-179
 - มีประมาณ 1 ใน 100,000 ถึง 1 ในล้าน
 - 4.1 จัดเป็นโปรแกรมเฉพาะบุคคล
 - 4.2 จัดให้เรียนในชั้นที่สูงขึ้น
 - 4.3 ให้เรียนในชั้นมัธยมปลาย หรือมหาวิทยาลัยเมื่ออายุยังน้อย
 - 4.4 เรียนข้ามชั้น
 - 4.5 เรียนเป็นกลุ่มพิเศษในวิชาแขนงใดแขนงหนึ่ง
 - 4.6 บริการให้คำปรึกษาเฉพาะเรื่อง
5. มีความสามารถพิเศษอย่างวิเศษ (Profoundly) พบน้อยกว่า 1 ในล้านคน
 - 5.1 สอนเร่งให้เรียนยาก ๆ ในแขนงใดแขนงหนึ่ง
 - 5.2 ให้เข้าเรียนในมหาวิทยาลัยเร็วขึ้น
 - 5.3 จัดโปรแกรมเฉพาะบุคคลและให้เรียนอย่างลึกซึ้ง

5.4 จัดให้ศึกษาวิจัยในเรื่องที่ถนัดและสนใจ

5.5 จัดให้คำปรึกษาในเฉพาะเรื่องที่คุณอื่นเรียนไม่ได้

5.6 ให้เรียนลึก ๆ ในเฉพาะสาขาวิชา

จากการจัดการศึกษาสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษแบ่งตามความสามารถทางเชาวน์ปัญญา นั้นจะช่วยพัฒนาและกระตุ้นศักยภาพของผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ ซึ่งจะต้องปรับกิจกรรมการเรียนรู้และปรับการใช้หลักสูตรปกติ เพื่อพยายามสนองลักษณะความต้องการพิเศษของผู้เรียนทั้งกลุ่มหรือรายบุคคลให้ได้มากที่สุด ตามที่ อารี สันทรวี (2540, น. 2-5) เกรียงศักดิ์ สังข์ชัย (2549, น. 16-17) และผดุง อารยะวิญญู (2551, น. 74-79) ได้เสนอการปรับหลักสูตร ดังนี้

1. ปรับเนื้อหา

1.1 มีการอธิบาย อ่าน และศึกษาเพิ่มเติมอย่างลึกซึ้ง และมีลักษณะนามธรรมมากขึ้น

1.2 เนื้อหาที่ศึกษามีความหลากหลายและซับซ้อนมากขึ้น

1.3 จัดเนื้อหาให้มีความคิดรวบยอด และแนวคิดแบบนามธรรม

1.4 จัดให้ศึกษาชีวประวัติบุคคลสำคัญ เพราะผู้เรียนเหล่านี้มีโอกาสเป็นผู้นำทางสาขาวิชาต่าง ๆ ในอนาคต

1.6 ให้ศึกษาด้วยวิธีแสวงหาความรู้ สืบสวนสอบสวน และศึกษาด้วยตนเอง

1.7 การจัดหลักสูตรให้กะทัดรัด หากครูเห็นว่าผู้เรียนมีทักษะแล้ว ควรตัดกิจกรรมบางอย่างออกไป

2. ปรับกระบวนการเรียนการสอน

2.1 ใช้คำถามการคิดระดับสูง ถาถามนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

2.2 คำถามควรเป็นปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดสร้างสรรค์อย่างกว้างขวาง และหลากหลายมากขึ้น

2.3 ส่งเสริมการค้นพบรูปแบบแนวคิด และหลักการด้วยตนเอง

2.4 ฝึกการแก้ปัญหา ใช้เหตุผล ให้มีการสรุปจากเหตุไปสู่ผล

2.5 เปิดโอกาสในการเลือกเรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้

2.6 จัดกิจกรรมปฏิสัมพันธ์จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเอง พัฒนาทักษะสังคม และทักษะความเป็นผู้นำ

2.7 จัดเวลาเรียนให้พอเหมาะ ใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย

3. ปรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือผลจากการเรียนรู้

- 3.1 ให้ผู้เรียนศึกษาปัญหาจริง
- 3.2 มีโอกาสนำเสนอผลงานต่อชุมชนและสาธารณชน
- 3.3 ได้นำข้อมูลต่าง ๆ มาสร้างหรือปรับปรุงใหม่
- 3.4 ควรให้สาธารณชน หรือเพื่อนช่วยประเมิน ฝึกให้ผู้เรียนประเมินผลงาน

ตนเอง

4. ปรับสภาพแวดล้อมในการเรียน

- 4.1 เน้นผู้เรียนและความสนใจผู้เรียน
- 4.2 มีบรรยากาศส่งเสริมความเป็นอิสระ ผู้เรียนได้ใฝ่หาความรู้ด้วยตนเอง แก้ปัญหาด้วยตนเอง
- 4.3 จัดบรรยากาศที่เปิดกว้างให้อภิปรายความคิดเห็นกันอย่างกว้างขวาง
- 4.4 ยอมรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอของผู้เรียน
- 4.5 ให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมที่เคลื่อนไหวตัวมากขึ้น ให้ทำกิจกรรมกลุ่มหรือศึกษานอกห้องเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่ผู้เรียนมีอิสระทางความคิด ฉะนั้นจำเป็นต้องได้รับการศึกษาที่เหมาะสมและพัฒนา ศักยภาพได้อย่างเต็มที่ โดยปรับกิจกรรมการเรียนรู้และปรับการใช้หลักสูตร เพื่อสนองความต้องการพิเศษของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีความสุขกับการเรียนและเป็นบุคลากรที่มีคุณภาพต่อสังคมต่อไป

1.4 รูปแบบการเรียนการสอนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการเรียนการสอนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

อารีรัตน์ ขวัญทะเล (2546, น. 1-7) กล่าวว่ารูปแบบการเรียนการสอน เป็นโครงสร้างที่ใช้เป็นแนวในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ และจัดสิ่งแวดล้อมเอื้อต่อการเรียนการสอน

ลักษณะเด่นของรูปแบบการเรียนการสอน

1. ระบุเป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายของเนื้อหาที่จะสอน
2. มีหลักการหรือสมมติฐานเกี่ยวกับลักษณะของผู้เรียน และกระบวนการเรียนการสอน
3. มีแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แต่ละวัน

4. มีรูปแบบที่แน่นอนและชัดเจนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. มีการวิจัยหรือประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบนั้น ๆ สนับสนุน

รูปแบบการเรียนการสอน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่เน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (social interaction models) จะเน้น
การปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การทำงานแบบประชาธิปไตย และการทำงานเพื่อสังคม นักวิชาการ
กลุ่มนี้ได้แก่

1.1 เฮอริเบต เทเลน (Herbert Thelen) คิววิธีการสืบสอบสวนแบบ
กลุ่ม (group investigation)

1.2 แฟนนีและแชฟเทล (Fannie and Shafel) ดันคิดบทบาทสมมติ

2. กลุ่มที่เน้นการประมวลข้อมูลความรู้ ข่าวสาร (information-
processing models) เน้นกระบวนการจัดข้อมูล ตระหนักถึงปัญหาและการแก้ปัญหา นักวิชาการ
กลุ่มนี้ได้แก่

2.1 ฮิลดา ทาบ่า (Hilda Taba) รูปแบบการคิดเชิงอุปนัย (inductive
thinking model)

2.2 ริเชิด ซูดแมร์ (Richard Suchman) รูปแบบการฝึกสืบสวน
(inquiry training model)

2.3 เจอโรม บรูเนอร์ (Jerome Bruner) การรับความคิดรวมยอด
(concept attainment)

2.4 ยอง เพียเจต์ (Jean Piaget) ความเจริญด้านความคิดความรู้
(cognitive growth)

3. กลุ่มที่เน้นอัตบุคคล (personal models) เน้นกระบวนการพัฒนาคน
และอัตมโนทัศน์ (self-concept) นักวิชาการกลุ่มนี้ได้แก่

3.1 คาล โรเจอร์ (Carl Rogers) การสอนทางอ้อม (nondirective
teaching)

3.2 ฟิตส์ เพลิลส์ (Fitz Perls) การฝึกกระมั้ดระวัง (awareness
training)

3.3 วิลเลียม กอร์ดอน (William Gordon) รูปแบบ synectics

3.4 วิลเลียม กลาสเซอร์ (William Glasser) รูปแบบ classroom
meeting

4. กลุ่มที่เน้นพฤติกรรม (behavioral models) เน้นเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนที่สังเกตได้ นักวิชาการกลุ่มนี้ได้แก่

4.1 สกินเนอร์ (B.F. Skinner) การจัดการแบบฉุกเฉิน (contingency management)

4.2 กาเย่ (Gagne) การฝึกโดยตรง (direct training)

รูปแบบการสอนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษบางรูปแบบจะเป็นวงกว้าง บางรูปแบบเฉพาะเจาะจง เช่น รูปแบบการสอนเสริม 3 ชั้นของเรนซูลลี (Renzulli's Enrichment Traid) เพื่อมุ่งพัฒนาทักษะทางปัญญาในการหาความรู้และเจตคติในการแสวงหาความรู้ แต่รูปแบบการสอนของวิลเลียม (The William model) มุ่งเน้นพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทั้งทักษะจิตพิสัยและสติปัญญา รูปแบบของวิลเลียมจึงลึกซึ้งยิ่งกว่ารูปแบบของเรนซูลลีที่พยายามพัฒนาหลาย ๆ ด้าน แต่ไม่มีลึกมากนัก ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนที่จัดเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ 4 กลุ่มนั้น แต่ละรูปแบบในแต่ละกลุ่มอาจไม่ได้มีลักษณะเฉพาะในกลุ่มของตน แต่มีลักษณะร่วมกับกลุ่มอื่น เช่น รูปแบบของทาบ (Taba) และปาร์น (Panes) ซึ่งอยู่ในกลุ่มประมวลข้อมูล ความรู้ ข่าวสาร แต่ก็เน้นในการพัฒนาทางปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และการพัฒนาตนเองด้วย

เกณฑ์ในการเลือกรูปแบบการเรียนการสอนที่จะนำไปใช้

1. ความเหมาะสมกับสถานการณ์ (appropriate to the situation) ความเหมาะสมกับสภาพโรงเรียน ห้องเรียน ปรัชญาของโรงเรียน

2. ความครอบคลุม (comprehensiveness) รูปแบบที่เลือกควรครอบคลุมเนื้อหาวิชา วิธีสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สภาพแวดล้อมทางการเรียน

3. ความยืดหยุ่นหรือการนำไปปรับใช้ flexibility or adaptability) รูปแบบที่เลือกสามารถนำไปปรับใช้กับวิชาอื่น ๆ ได้เพียงไร สามารถปรับใช้ในระบบโครงสร้างการบริหาร และหลักสูตรที่มีอยู่ได้หรือไม่ สามารถปรับใช้ร่วมกับรูปแบบอื่นได้หรือไม่ สามารถปรับใช้กับผู้เรียน ระดับวัยต่าง ๆ ได้หรือไม่ สามารถปรับเพื่อสนองความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคนได้หรือไม่

4. การปฏิบัติ (practicality) รูปแบบที่เลือกมีวัสดุอุปกรณ์ที่พอจะนำมาใช้หรือผลิตขึ้นได้ ค่าใช้จ่ายไม่สูงเกินไป การอบรมครูเพื่อใช้รูปแบบพอจะทำได้

5. ความเที่ยงตรง (validity) กล่าวคือ รูปแบบการสอนใช้วิธีการพัฒนาเหมาะสมเพียงใด มีผลการวิจัยที่สนับสนุนประสิทธิผลของวิธีสอนรูปแบบนั้นหรือไม่

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบต่างมีจุดเน้นที่ต่างกัน แต่มีจุดเน้นร่วมกันคือเน้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและสามารถพัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่ ซึ่งเกณฑ์ในการเลือกรูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ ความเหมาะสมกับสถานการณ์ ความครอบคลุมเนื้อหาวิชา ความยืดหยุ่นหรือการนำไปปรับใช้ การปฏิบัติ และความเที่ยงตรง

1.5 ตัวอย่างรูปแบบการเรียนการสอนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษมีหลายรูปแบบ ในที่นี้ยกตัวอย่างเพียง 2 รูปแบบ ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนของปาร์น: การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Sidney Parnes: Creative Problem Solving)

อารี สัตถ์หวี (2540, น. 57-71) รูปแบบการเรียนการสอนนี้เป็นที่นิยมในการเรียนการสอนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษกันอย่างกว้างขวางคือ วิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่ง ซิดนีย์ เจ. ปาร์น เป็นผู้พัฒนาขึ้น ซิดนีย์ ปาร์นเป็นผู้อำนวยการสถาบันฝึกอบรมวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แห่งมหาวิทยาลัยแห่งรัฐนิวยอร์กที่บัฟฟาโล ปาร์นได้รับอิทธิพลจากอเล็กซ์ ออสบอร์น (ค.ศ. 1963) ที่ใช้จินตนาการในการแก้ปัญหาทางด้านธุรกิจและวิชาชีพต่าง ๆ ปาร์นได้นำวิธีการใช้จินตนาการไปใช้ในการแก้ปัญหา และได้ทำการวิจัยร่วมกับนักวิจัยอื่น ๆ ถึงวิธีการที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่มหาวิทยาลัยแห่งรัฐนิวยอร์ก จนได้สรุปและปรับปรุงรูปแบบและกระบวนการ จนกระทั่งสามารถจัดตั้งสถาบันฝึกอบรมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ขึ้น รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของปาร์นมีโครงสร้างของกระบวนการที่ใช้จินตนาการ รูปแบบการแก้ปัญหาของปาร์นจะแตกต่างกับรูปแบบอื่น ๆ จะเน้นถึงการคิดหาทางเลือกหลาย ๆ แบบ ก่อนที่จะนำไปใช้แก้ปัญหา

จุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอนของปาร์น

1. เพื่อให้แก้ปัญหาที่ตั้งต้นด้วยความสับสน ไปสู่การแก้ไขที่สร้างสรรค์ และมีประสิทธิภาพ และส่งเสริมบุคคลให้มีพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้ความรู้ จินตนาการ และการประเมินต่อสิ่งไว้ โดยให้เกิดผลผลิตใหม่เป็นความคิดใหม่

ในสังคมปัจจุบันมีข้อมูลข่าวสารมากมาย และมีความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างมาก ทำให้จะต้องมีการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์ ที่แปลกใหม่ขึ้น เพื่อจะได้สามารถทันกับความเปลี่ยนแปลงใหม่ ๆ นอกจากนี้ปาร์นก็ได้กล่าวถึงลักษณะความต้องการจำเป็นสูงสุดของมนุษย์ของมาสโลว์ (Maslow) ที่ว่าในขั้นของความจำเป็นมนุษย์ขั้นสูง มนุษย์ต้องการพัฒนา

ศักยภาพสูงสุดของตน ปาร์นมีความเห็นว่ามนุษย์จะสามารถพัฒนาศักยภาพสูงสุดของตนได้โดย
 ความสร้างสรรค์ เพราะฉะนั้นการศึกษาที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ปาร์นกล่าวว่า ผู้เรียนที่มี
 ความสามารถพิเศษจะมีสติปัญญาที่ดีและมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าผู้เรียนปกติอยู่แล้ว หาก
 ผู้เรียนได้รับการฝึกกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สามารถนำไปใช้และสร้างสรรค์ผลงานได้ดี

องค์ประกอบและลำดับขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ปาร์นได้ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมการสอนพฤติกรรมสร้างสรรค์ของ
 ออสมบอร์น (Alex Osborn) เป็นขั้นตอน ดังนี้

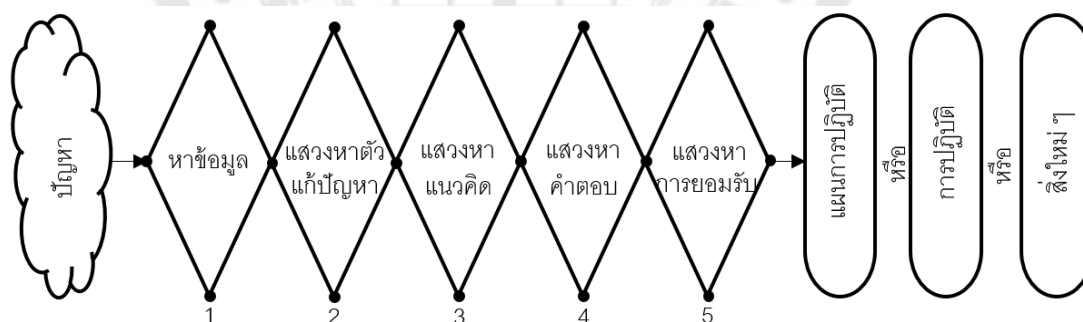
ตาราง 2 ลำดับขั้นในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของปาร์น

| ลำดับขั้น | กิจกรรม |
|-------------------|--|
| 1. การหาข้อมูล | วิเคราะห์ว่าปัญหาคืออะไร รวบรวมข้อมูลของปัญหา สังเกตและรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นกลาง สืบหาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา |
| 2. แสวงหาตัวปัญหา | พิจารณาปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากหลายมุมมอง คาดการณ์ปัญหาล่วงหน้า รวบรวมปัญหาต่าง ๆ เพื่อให้ได้ประเด็นปัญหา กำหนดรูปแบบการแก้ปัญหา ส่งเสริมการคิดที่หลากหลายในการตั้งปัญหา ทดลองวางแผนให้ชัดเจน |
| 3. แสวงหาแนวคิด | กระตุ้นหาวิธีคิดที่หลากหลายมากที่สุด เสนอความคิดในการแก้ปัญหา ร่วมกันเสนอทางเลือกในการแก้ปัญหา เขียนรายการทางเลือกในการแก้ปัญหา |

ตาราง 2 (ต่อ)

| ลำดับขั้น | กิจกรรม |
|--------------------|--|
| 4. แสวงหาคำตอบ | เลือกแนวคิดที่ได้ในขั้น 3 ที่คาดว่าจะแก้ปัญหาได้ พัฒนาเกณฑ์ในการประเมินแนวคิดในการแก้ปัญหา นำเกณฑ์ไปใช้กับแนวคิดที่จะใช้ ประเมินแนวคิดตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เขียนรายการเกณฑ์ในการประเมินแนวคิดซึ่งอาจเป็นคำถาม เชิงเอกนัย (convergent) หรืออเนกนัย (divergent) |
| 5. แสวงหาการยอมรับ | สร้างแผนการปฏิบัติงาน (การแก้ปัญหา) ให้ผู้ร่วมฟังพิจารณาแผนการปฏิบัติงาน ให้ผู้ร่วมฟังร่วมกันหาแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา |

ที่มา: อารี สัณห์ฉวี. (2540). รูปแบบการเรียนการสอนเด็กปัญญาเลิศ = Teaching models in education of the gifted: กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.



ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหา 5 ขั้นตอน

ที่มา: อารี สัณห์ฉวี. (2540). รูปแบบการเรียนการสอนเด็กปัญญาเลิศ = Teaching models in education of the gifted: กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.

รูป ◇ หมายถึงแบบเอกนัยและอเนกนัย ซึ่งแต่ละขั้นตอนใช้แนวคิด 2 แบบนี้ และเมื่อถึงขั้นที่ 3 จะเลือกแนวคิดที่สำคัญ ๆ แล้วทำให้เป็นรูปเอกนัย แล้วนำไปประเมิน

ทักษะที่สำคัญในทุกชั้นตอนคือ “ทักษะการตั้งคำถาม” อย่างสร้างสรรค์ที่ช่วยให้คิดหาคำตอบ หรือการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ปาร์นารู้สึกว่าทักษะนี้จำเป็นจะต้องมีการฝึกคิดอย่างมีวิจารณญาณและควรฝึกฝนจนเกิดความชำนาญในการตั้งคำถามอย่างสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาจะใช้เวลาน้อยลง และจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดิวอี้ (John Dewey) เคยกล่าวไว้ว่า “ปัญหาที่ตั้งคำถามดี ๆ ก็เท่ากับแก้ปัญหาไปได้ครึ่งหนึ่งแล้ว” ไอน์สไตน์ (Einstein) นักฟิสิกส์เอกของโลกก็กล่าวว่า “การตั้งปัญหาที่ดีมักจะสำคัญกว่าการแก้ปัญหา ซึ่งใช้แต่ทักษะทางคณิตศาสตร์หรือการทดลอง และการตั้งปัญหาการคิดแนวต่าง ๆ จากคำถาม ทำให้เกิดการคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์”

เกตเซลส์ (J.W. Getzels) กับแจคสัน (P.W. Jackson) ในปี พ.ศ. 1962 ได้ อภิปรายถึงความแตกต่างระหว่างเชาวน์ปัญญา (intelligence) กับความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ เกตเซลส์และแจคสันกล่าวว่า ลักษณะปัญหาจะมี 2 แบบ แบบที่หนึ่งจะเป็นสภาพปัญหาที่มีอยู่แล้ว และมีวิธีแก้ปัญหาอยู่แล้ว แบบที่สองจะเป็นสภาพปัญหาที่ค้นพบขึ้นมา และการแก้ปัญหาจะไม่สามารถนำวิธีการแก้ปัญหาเดิม ๆ มาใช้ได้ จะต้องมียุทธวิธีแก้ปัญหาที่คิดขึ้นใหม่ ลักษณะปัญหาแบบที่สองจะส่งเสริมให้เกิดความคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ยกตัวอย่างคนขับรถไปในทางเปลี่ยวรดยางแตก และในรถไม่มีเครื่องมือ ยกรถหรือแจ๊คคนขับก็ตั้งปัญหาว่า “ฉันจะหาแจ๊คได้ที่ไหน” บริเวณนั้นเป็นทางเปลี่ยว ไม่มีบ้านคนที่จะไปขอความช่วยเหลือ คนขับและเพื่อนจึงต้องเดินทางหลายกิโลเมตร เพื่อจะไปที่ปั้มน้ำมันที่ไกลที่สุด ส่วนกรณีที่สองรดยางแตกบนถนนทางเปลี่ยวเส้นเดียวกัน เมื่อยางแตกและไม่มีแจ๊คในรถ คำถามที่คนขับและเพื่อนในรถถามคือ “ทำอย่างไรจึงจะยกรถขึ้นได้” เผอิญคนในรถเห็นยุงฉางเก่า ๆ อยู่ข้างทาง ข้าง ๆ มีลูกรอกที่ใช้มัดฟาง คนขับและเพื่อนก็ใช้รอกนี้ยกรถขึ้น เปลี่ยนยางได้ และเดินทางต่อไปในขณะที่คนขับรถคันที่หนึ่งและเพื่อนยังเดินไปไม่ถึงปั้มน้ำมัน

เกตเซลส์ สรุปว่า ในกรณีรถคันที่หนึ่งจะเห็นปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่มีอยู่แล้ว ส่วนรถคันที่สองจะมองปัญหาในรูปที่ค้นคิดลักษณะปัญหาขึ้นใหม่ เพราะฉะนั้นวิธีการแก้ปัญหาจึงใช้แนวการแก้ปัญหาใหม่ด้วย

ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในตัวผู้เรียน แกลลาเคอร์ (Gallagher, 1975) กล่าวว่า หลักการสำคัญคือการส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด และปาร์นเน้นว่าไม่ควรมีการประเมินความคิดว่าดีหรือไม่ดี เพราะถ้ามีการประเมิน ผู้เรียนก็จะระมัดระวังไม่กล้าคิดอะไรแปลกใหม่ เพราะเกรงว่าจะถูกผู้อื่นหัวเราะและครุไม่พอใจ สรุปว่าในการฝึกคิดแก้ปัญหา

อย่างสร้างสรรค์ ควรฝึกให้เกิดความสมดุลในตัวผู้เรียน กล่าวคือ ควรจะมีทั้งวิจารณ์ญาณ เหตุผล และจินตนาการ

ตาราง 3 รูปแบบบทบาทและกิจกรรมของครูและผู้เรียนในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

| ลำดับ ขั้น | ผู้เรียน | | ครู | |
|----------------------------|---------------------------------------|---|--|--|
| | บทบาท | ตัวอย่างกิจกรรม | บทบาท | ตัวอย่างกิจกรรม |
| ขั้นหา ข้อมูล | มีส่วนร่วม โดยตรงในการหา ข้อมูล | รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ สถานการณ์ สังเกตอย่างถี่ถ้วนและ เป็นกลาง | อำนวยความสะดวก และเป็นที่ แหล่งข้อมูล | ฝึกให้ทำแบบฝึกหัดการ สำรวจข้อมูลที่มีอยู่แล้ว และที่ ต้องการเพิ่มเติม ฝึกผู้เรียนเป็นกลุ่มและ รายบุคคล ฝึกให้เข้าใจสถานการณ์ ของปัญหา |
| ขั้น แสวงหา ตัวปัญหา | มีส่วนร่วม โดยตรง | มองปัญหาจากหลาย ๆ มุม เขียนปัญหาในรูปแบบที่ แก้ปัญหาคได้ | อำนวยความสะดวก สะดวกในการ เรียนรู้และเป็น แหล่งข้อมูล | สร้างแบบฝึกหัดให้ ผู้เรียนสามารถจำกัด ปัญหาให้อยู่ในลักษณะ ที่แก้ปัญหาคได้ และฝึก มองปัญหาจากหลาย มุม ฝึกผู้เรียนเป็นกลุ่มและ รายบุคคล ให้ผู้เรียนคาดการณ์ ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ |

ตาราง 3 (ต่อ)

| ลำดับ ขั้น | ผู้เรียน | | ครู | |
|--------------------------|----------------------|---|--------------------------------------|---|
| | บทบาท | ตัวอย่างกิจกรรม | บทบาท | ตัวอย่างกิจกรรม |
| ขั้น แสวงหา แนวคิด | มีส่วนร่วม โดยตรง | แสดงความคิดเห็น แก้ปัญหาให้มากที่สุด โดยยังไม่มีภาระประเมิน ความคิด เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ร่วมกันขยายความคิดของ เพื่อน ๆ ให้เวลาสำหรับการป่ม ความคิด | อำนวยความสะดวกและเป็น แหล่งข้อมูล | จัดแบบฝึกหัดให้ผู้เรียน ได้ออกความคิดเห็นที่ แปลกใหม่และเป็น ประโยชน์อย่าง กว้างขวาง ให้ผู้เรียนได้ฝึกเป็นกลุ่ม และรายบุคคล ส่งเสริม ขยายความคิด ของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียน ได้คิดหลายวิธี ใช้วิธีการระดมสมอง สร้างบรรยากาศให้ ผู้เรียนรู้สึกสบายใจ ปลอดภัยที่จะแสดง ความคิดเห็น |
| ขั้น แสวงหา คำตอบ | มีส่วนร่วม โดยตรง | สร้างเกณฑ์ในการ ประเมินวิธีการแก้ปัญหา นำเกณฑ์ไปใช้ประเมิน แนวคิด เลือกทางเลือกที่มีทาง แก้ปัญหาได้ดีที่สุด | อำนวยความสะดวกและเป็น แหล่งข้อมูล | สร้างแบบฝึกหัดให้ ผู้เรียนสามารถสร้าง เกณฑ์ในการตัดสิน แนวคิดแก้ปัญหา เลือก เกณฑ์ที่มีความสัมพันธ์ เกี่ยวเนื่อง การนำเกณฑ์ ไปประเมินอย่าง ยุติธรรม ฝึกผู้เรียนเป็นกลุ่มและ รายบุคคล ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจการ ใช้ตารางประเมิน ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำ ความคิดแปลกใหม่ไปใช้ |

ตาราง 3 (ต่อ)

| ลำดับ ขั้น | ผู้เรียน | | ครู | |
|---------------|------------|------------------------|----------------|--------------------------|
| | บทบาท | ตัวอย่างกิจกรรม | บทบาท | ตัวอย่างกิจกรรม |
| ขั้น | มีส่วนร่วม | สร้างแผนปฏิบัติงาน | อำนวยความสะดวก | ฝึกให้ผู้เรียนทำ |
| แสวงหา | โดยตรง | แก้ปัญหา | สะดวกและเป็น | แผนปฏิบัติงานออก |
| การ | | ให้เป็นที่ยอมรับของทุก | แหล่งข้อมูล | ปัญหา |
| ยอมรับ | | คน | | ฝึกผู้เรียนเป็นกลุ่มและ |
| | | นำแผนปฏิบัติงานไป | | รายบุคคล |
| | | ทดลองเป็นการนำร่อง | | ฝึกให้ผู้เรียนสามารถ |
| | | ระดมสมองเพื่อให้แผน | | ค้นหาผู้ที่เกี่ยวข้องกับ |
| | | เป็นที่ยอมรับ | | ปัญหาและการ |
| | | | | แก้ปัญหา |
| | | | | ฝึกผู้เรียนให้ชำนาญใน |
| | | | | วิธีการระดมสมอง |
| | | | | สร้างบรรยากาศให้ |
| | | | | ผู้เรียนสบายใจปลอดภัย |

ที่มา: อารี สัณห์หวิ. (2540). รูปแบบการเรียนการสอนเด็กปัญญาเลิศ = Teaching models in education of the gifted: กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.

2. รูปแบบการเรียนการสอนของเทรฟฟิงเกอร์: การเรียนรู้แบบนำทางตนเอง (Donald j. Treffinger: Self-Directed Learning)

อารี สัณห์หวิ (2540, น. 147-174) ความปรารถนาสูงสุดประการหนึ่งของนักการศึกษาผู้เรียนที่มีความสามารถ คือ การที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ใฝ่หาและแสวงหาความรู้ด้วยเป็นนิจ โดยไม่ต้องมีผู้ใหญ่กระตุ้นควบคุมดูแลตลอดเวลา และกับบ่อยครั้งที่พ่อแม่และครูของผู้เรียนที่มีความสามารถ มักจะคิดว่าเมื่อเป็นผู้เรียนฉลาดอยู่แล้ว ก็น่าจะสามารถในการหาความรู้ด้วยตนเอง เพราะฉะนั้นควรจะปล่อยให้ผู้เรียนให้เรียนเอง ถึงแม้ผู้เรียนที่มีความสามารถส่วนใหญ่จะมีแรงกระตุ้นในการเรียนรู้แบบนำตนเองสูงกว่าผู้เรียนทั่วไป แต่มีได้หมายความว่าผู้เรียนที่มีความสามารถทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้แบบนำตนเอง นอกจากนี้

จะมีการฝึกฝนเพิ่มเติม เพราะการที่ผู้เรียนเคยชินกับการบอกควบคุมในการเรียนรู้ทุกอย่างจากผู้ใหญ่ ย่อมเป็นการยากที่จะให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองทันทีทันใด

การเรียนรู้แบบนำตนเองหรือการเรียนรู้แบบนำทางตนเอง นำมาใช้ในโรงเรียนระยะแรก ๆ ได้ประสบปัญหาและเกิดความล้มเหลว เพราะผู้เรียนจะเรียนตามสบายและหลบเลี่ยงการทำงาน สาเหตุของความล้มเหลวนี้เป็นเพราะผู้เรียนขาดทักษะในการเรียนรู้แบบนำตนเอง โคนาลด์ เจ เทรพฟิงเกอร์ จึงได้พัฒนารูปแบบการสอนที่มีโครงสร้างและลำดับขั้นตอนในการฝึกทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเอง ก่อนที่จะปล่อยให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองตามลำพัง โดยมีพื้นฐานจากการศึกษาความสามารถพิเศษของผู้เรียนแต่ละคน ความสนใจ แรงจูงใจ และการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและการเรียนการสอน

องค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้แบบนำทางตนเอง

เทรพฟิงเกอร์ได้แบ่งลำดับขั้นตอน 4 ขั้น ดังนี้

1. การแสวงหาหรือการตั้งจุดหมายหรือวัตถุประสงค์
2. ประเมินพฤติกรรมก่อนเรียน
3. แสวงหาวิธีการและกระบวนการเรียนที่เหมาะสม และดำเนินการเรียนการสอน
4. ประเมินผลงานและพฤติกรรม

ในแต่ละขั้นตอน 4 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้แบบนำทางตนเอง ดังที่กล่าวมาแล้ว จะมี 4 ระดับ โดยจะเริ่มจากการที่ครูเป็นผู้นำจนถึงระดับที่ผู้เรียนเป็นผู้นำตนเอง ในขั้นที่หนึ่ง ครูจะให้ทางเลือกหลาย ๆ ทางให้ผู้เรียนเลือก ขั้นที่สอง ผู้เรียนร่วมในการสร้างทางเลือก รายละเอียดของ 4 ขั้นตอนจะมี ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 รูปแบบการเรียนรู้แบบนำทางตนเองของเทรพฟิงเกอร์

| การตัดสินใจ | ระดับที่ 1 ครูเป็นผู้นำ | ระดับที่ 2 นำตนเอง 1 | ระดับที่ 3 นำตนเอง 2 | ระดับที่ 4 นำตนเอง 3 |
|-------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---|
| จุดมุ่งหมาย | ครูกำหนดให้ | ครูให้ผู้เรียนเลือก | ครูให้ผู้เรียนร่วม คิดหลายทางเลือก | ผู้เรียนเป็นผู้คิด ทางเลือก ครู ช่วยเหลือเรื่อง อุปกรณ์ความ สะดวก |

ตาราง 4 (ต่อ)

| การตัดสินใจ | ระดับที่ 1 ครูเป็นผู้นำ | ระดับที่ 2 นำตนเอง 1 | ระดับที่ 3 นำตนเอง 2 | ระดับที่ 4 นำตนเอง 3 |
|-----------------------------|---|--|--|---|
| ประเมินพฤติกรรมก่อนเรียน | ครูทดสอบผู้เรียนและมอบหมายงาน | ครูวินิจฉัยและระบุทางเลือก | ครูและผู้เรียนร่วมกันวินิจฉัย อาจมีการทดสอบรายบุคคล | ผู้เรียนดำเนินการทดสอบ วินิจฉัย ครูเป็นผู้ช่วยเหลือเมื่อต้องการ |
| การดำเนินการเรียนการสอน | ครูเสนอเนื้อหาให้ทำแบบฝึกหัดและกิจกรรม ครูคอยควบคุมดูแล | ครูให้ทางเลือกที่จะเรียนรู้หลาย ๆ ทาง แล้วให้ผู้เรียนเรียนตามแนวที่เลือก | ครูให้ทางเลือกและอุปกรณ์ ผู้เรียนทำสัญญาว่าจะเรียนเนื้อหาเรื่องใดในเวลาเท่าใด | ผู้เรียนคิดโครงการกิจกรรมที่จะเรียน |
| การประเมินพฤติกรรมหลังเรียน | ครูประเมินผลและให้คะแนน | ครูประเมินตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ และให้โอกาสผู้เรียนแสดงปฏิกิริยาสนองตอบ | เพื่อนช่วยกัน ประเมินให้ข้อมูล ย้อนกลับ ครูและผู้เรียนประชุม ร่วมกันในการประเมินผล | ผู้เรียนประเมินผลตนเอง |

ที่มา: อารี สัณห์หวี. (2540). รูปแบบการเรียนการสอนเด็กปัญญาเลิศ = Teaching models in education of the gifted: กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.

เทรฟฟิงเกอร์เสนอหลักการเกี่ยวกับการเรียนรู้ 2 ประการ คือ 1) ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดี หากมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับการเรียนของตน 2) ผู้เรียนจะมีแรงจูงใจกระตือรือร้นในการเรียน ถ้าเป็นผู้ร่วมตัดสินใจว่าจะเรียนเรื่องใด

การค้นคว้าและการจัดการ

1. รู้จักและเข้าใจถึงเทคนิควิธีการค้นคว้า ได้แก่ การสังเกต การสำรวจ การวิจัยโดยใช้สื่อหลายอย่าง การสัมภาษณ์ การทดลอง การใช้สถานการณ์จำลอง

2. รู้จักแหล่งข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการค้นคว้า ได้แก่ รู้จักสื่อต่าง ๆ ที่จะเป็นข้อมูลและแนวคิด สามารถให้ตัวอย่างข้อมูลสำหรับแนวคิดต่าง ๆ ได้

3. รู้และสามารถจัดการกับแหล่งข้อมูล ได้แก่ เข้าใจถึงเหตุผลในการจัดข้อมูล เข้าใจวิธีการเก็บรักษาข้อมูลของสื่อชนิดต่าง ๆ เข้าใจถึงวิธีการอ้างอิง

4. เข้าใจถึงวิธีการจัดข้อมูลอย่างมีระบบ ได้แก่ รู้จักเทคนิคการจัดที่ช่วยให้เข้าใจข้อมูล รู้จักเทคนิคการจัดที่ช่วยในการอ้างอิงในอนาคต รู้จักเทคนิคการจัดที่ช่วยในการสื่อสารข้อมูลและความคิด

5. รู้วิธีการเลือกข้อมูลในการจัด ได้แก่ สามารถแยกแยะข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง สามารถรู้หัวข้อและแก่นของเรื่อง สามารถเรียงลำดับเรื่องได้ สามารถจับความสำคัญแยกจากรายละเอียดได้

6. จัดข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ ใช้เทคนิคและรูปแบบการแยกประเภท ใช้เทคนิคและรูปแบบการเรียงลำดับ ใช้เทคนิคและรูปแบบสัญลักษณ์

การนำรูปแบบไปใช้ ครูจะต้องพิจารณาประเมินตนเองก่อนว่า ได้พยายามให้ผู้เรียนเป็นผู้นำตนเองเพียงไร ครูอาจจะตั้งคำถามถามตนเองว่า การวางแผนการสอนทำตามทั้งหมดหรือไม่ ผู้เรียนมีส่วนในการเสนอเรื่องที่จะเรียนบ้างหรือไม่ ผู้เรียนมีโอกาสเลือกตัดสินใจเฉพาะเรื่องเล็ก ๆ น้อย ๆ เช่น ระยะเวลา แต่ไม่มีโอกาสตัดสินใจในเรื่องใหญ่ ๆ เช่น เนื้อหาที่จะเรียน กิจกรรมที่จะทำหรือไม่ ใครเป็นผู้ประเมินผลการเรียน เพื่อนมีส่วนในการประเมินเพียงไร ครูเต็มใจให้ผู้เรียนมีอิสระเสรีเพียงไร เมื่อได้พิจารณาตัวครูเองแล้ว ขั้นต่อไปคือพิจารณาตัวผู้เรียนว่าจะอยู่ในระดับใดของการตัดสินใจ สมมติว่าผู้เรียนยังอยู่ในระดับที่ 1 คือครูเป็นผู้ตัดสินใจผู้เรียนยังไม่มีส่วนร่วม และผู้เรียนยังไม่มีทักษะในการตัดสินใจ ครูก็จะให้ผู้เรียนได้ฝึกการตัดสินใจเป็นขั้นตอนจนถึงขั้นสูงสุดที่ผู้เรียนสามารถตัดสินใจเองได้

ในการประเมินความสามารถในการตัดสินใจและเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูใช้วิธีการประเมินผลหลายวิธี เริ่มตั้งแต่การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการไปจนถึงการเก็บข้อมูลการประเมินของเพื่อนและผู้อื่น หรือครูอาจจะใช้แบบทดสอบที่เป็นทางการ เช่น ทดสอบความสามารถในการเรียนรู้แบบนำตนเอง

ตาราง 5 บทบาทและกิจกรรมของครูและผู้เรียนในรูปแบบการเรียนรู้แบบนำทางตนเอง

| ชั้น | ผู้เรียน | | ครู | |
|------------------------------|----------|--|----------|---|
| | บทบาท | ตัวอย่างกิจกรรม | บทบาท | ตัวอย่างกิจกรรม |
| ครูเป็น ผู้นำ | ผู้รับ | เรียนเรื่องที่คุณเห็นว่าสำคัญ เข้าทดสอบทักษะก่อนเรียน ปฏิบัติตามกิจกรรมการ เรียนที่คุณกำหนด ครูเป็นผู้ประเมินผลการ เรียนและความก้าวหน้า | ผู้นำ | ตัดสินใจถึงจุดมุ่งหมายของ การเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน และทั้งชั้น จัดการทดสอบผู้เรียน เสนอเนื้อหาที่เรียน จัด กิจกรรม และให้แบบฝึกหัด ประเมินผลให้คะแนนผู้เรียน |
| นำทาง ตนเอง ระดับที่ 1 | ผู้เลือก | เรื่องจุดมุ่งหมายของการ เรียนจากหลาย ๆ จุดมุ่งหมายของคุณ เลือกเรื่องที่ตนถนัดและที่ ตนชอบ เลือกกิจกรรมการเรียนรู้ ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ แบบนำตนเอง ได้ตอบออกความคิดเห็นใน การประเมินผลของคุณ | ผู้จัดหา | พัฒนาจุดมุ่งหมายในการ เรียนหลาย ๆ เรื่อง จัดการทดสอบวินิจฉัยและ ชี้แจงให้ผู้เรียนทราบ จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเรียนรู้ ด้วยตนเอง ประเมินผลร่วมกับผู้เรียน โดยให้สารและให้ได้ตอบ ออกความคิดเห็น |

ตาราง 5 (ต่อ)

| ชั้น | ผู้เรียน | | ครู | |
|------------------------------|---------------------|--|---------------------|--|
| | บทบาท | ตัวอย่างกิจกรรม | บทบาท | ตัวอย่างกิจกรรม |
| นำทาง ตนเอง ระดับที่ 2 | ผู้เสนอ ทางเลือก | ช่วยครูในการพิจารณา เลือกหัวข้อเรื่องที่จะเรียน อภิปรายกับครูถึงเรื่องที่ สนใจ จุดอ่อนและจุดแข็ง ของตน ทำแบบทดสอบที่ครูเห็นว่า จำเป็น ช่วยครูพิจารณาการเรียน ของตน ทำสัญญาการเรียนกับครู โดยเลือกหัวข้อที่จะเรียน หลังจากปรึกษาหารือกับครู ลงมือเรียนตามสัญญา ช่วยครูในการพิจารณาหา เกณฑ์ประเมินผล ประชุมหารือกับครูในการ ประเมินผลงานการเรียนรู้ ของตน เสนอเรื่องที่จะเรียนต่อเป็น ผลจากการประเมิน | ผู้เสนอ ทางเลือก | ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการ เลือกเรื่องที่จะเรียน ประชุมหารือกับผู้เรียนที่ละ คนเพื่อศึกษาถึงเรื่องที่คุณเรียน สนใจ จุดเด่นจุดด้อยของ ผู้เรียน จัดให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ ที่จำเป็นหลังจากการวินิจฉัย จัดวัสดุอุปกรณ์สื่อต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนคิดเรื่องที่จะ เรียนและทำสัญญาการ เรียน ให้ผู้เรียนร่วมตัดสินใจว่าจะ ใช้เวลาเรียนเท่าไร มีกิจกรรม อะไรในการเรียนตามสัญญา ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการ สร้างเกณฑ์ประเมินผล ประชุมหารือกับผู้เรียนใน การประเมินผล ให้เพื่อนร่วมประเมินผล |

ตาราง 5 (ต่อ)

| ชั้น | ผู้เรียน | | ครู | |
|------------|----------------------------|---|-------------------------------|---|
| | บทบาท | ตัวอย่างกิจกรรม | บทบาท | ตัวอย่างกิจกรรม |
| นำทาง | ผู้นำการ | ตั้งจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ | ผู้อำนวยการ | ช่วยผู้เรียนในการตั้ง |
| ตนเอง | เรียน การ | ของตน | ความ | จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ |
| ระดับที่ 3 | วินิจฉัย และ การประเมิน | วินิจฉัยจุดอ่อน จุดเด่นและ ความสนใจของตน พิจารณาจัดทำโครงการการ เรียนของตนตลอดจน กิจกรรมสถานที่และเวลาใน การเรียน ปรึกษาขอคำแนะนำจากครู ประเมินผลการเรียนของตน โดยเกณฑ์ที่ตนเองตั้งไว้ ใช้ผลการประเมินในการตั้ง จุดมุ่งหมายและเรื่องที่จะ เรียนต่อไป | สะดวกที่ ปรึกษา วิทยากร | ช่วยจัดหาอุปกรณ์และแหล่ง วิชา ช่วยในการประเมินวินิจฉัย ความสามารถที่จำเป็นใน การเรียน ช่วยพัฒนากิจกรรมถ้าผู้เรียน ขอความช่วยเหลือ ช่วยผู้เรียนในการพิจารณา เกณฑ์ประเมินตนเองและใน การนำผลการประเมินไปใช้ ในการวางแผนเรื่องที่จะเรียน ต่อไป |

ที่มา: อารี สัณห์ฉวี. (2540). รูปแบบการเรียนการสอนเด็กปัญญาเลิศ = Teaching models in education of the gifted: กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ตัวอย่างรูปแบบการเรียนการสอนผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนของปาร์น เน้นให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งทักษะที่สำคัญ คือ ทักษะการตั้งคำถามและมองลักษณะขึ้นมาใหม่เพื่อจะได้แนวทางการแก้ปัญหาใหม่ด้วย ส่วนอีกรูปแบบการเรียนการสอน คือ รูปแบบการเรียนการสอนของเทรฟิงเกอร์ เป็นการเรียนรู้แบบนำทาง ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และออกแบบเกณฑ์การวัดและประเมินตนเอง ทั้งสองรูปแบบนั้นล้วนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือและปฏิบัติด้วยตนเองโดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยการความสะดวกและให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

ยุพร ริมชลการ (2543, น. 86-90) ได้พัฒนาหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และทดลองใช้หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นพร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของหลักสูตร ซึ่งหลักสูตรที่ได้เป็นหลักสูตรเสริมการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากหลักสูตรปกติ เนื้อหาในหลักสูตรลึกซึ้งและเข้มข้นกว่าหลักสูตรปกติ โดยให้เรียนในช่วงวันหยุดปิดภาคเรียน รูปแบบการเรียนการสอนจะเน้นการแก้ปัญหาการระดมความคิดการลงมือปฏิบัติจริงและการให้คำแนะนำปรึกษา ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ความสามารถและความคิดสร้างสรรค์ ผักผ่อนความคิดและการสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ ซึ่งเป็นไปตามกระบวนการพัฒนาหลักสูตรสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ

ยุรวุฒิ คัลายมงคล (2545, น. 115-126) ได้พัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงได้ และเป็นกระบวนการที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากการที่ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นจริง จะทำให้ผู้เรียนแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริงได้ เมื่อผู้เรียนแก้ปัญหาได้ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ขึ้น การเรียนรู้คือการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งเป็นความรู้ในชีวิตประจำวันนั่นเอง และการที่ผู้เรียนมีทักษะการเชื่อมโยงจะทำให้ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของความรู้ที่ได้เชื่อมโยงกับความรู้อื่น ๆ ทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนดีขึ้นซึ่งตรงกับเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษเรียนรู้หรืออีกนัยความหมายหนึ่งก็คือสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองอันเป็นเป้าหมายสำคัญสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

อุษณีย์ บุรณะเชษฐกุล (2547, น. 80-84) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดโปรแกรมเพิ่มพูนประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์ในศูนย์วิทย์พัฒนา ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีความสามารถด้านคณิตศาสตร์สูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยโปรแกรมเพิ่มพูนประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์เป็นโปรแกรมการเรียนรู้

ที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษเพื่อให้ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษได้เรียนรู้จากกิจกรรม สื่อ เกม แบบฝึก ไปงานที่มีเนื้อหาที่กว้างและลึกยิ่งขึ้นและยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษได้พัฒนาศักยภาพอย่างเต็มตามความสามารถ

เพชรลดาศีหะวงศ์ (2550, น. 123-128) ได้พัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นกลุ่ม ผู้เรียนที่

มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่ได้เข้าร่วมโครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-4 เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบวัดเชาว์ปัญญา แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์ โดยแบบวัดเชาว์ปัญญาและแบบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์เป็นวัดมาตรฐานแบบหลายตัวเลือก ส่วนแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นแบบวัดแบบเติมคำ จากการวิจัยพบว่าในด้านเชาว์ปัญญา มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกับคะแนนเต็มมากที่สุด เนื่องจากผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ต้องมีความพร้อมทางสติปัญญาค่อนข้างสูงและเป็นผู้ที่มีการพัฒนาความเข้าใจอย่างถ่องแท้ มีความสามารถในการคิดเกินสิ่งที่รับรู้เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในระดับสูง ส่วนในด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่าตัวบ่งชี้ความสามารถด้านเรขาคณิตมีค่าสูงสุด เนื่องจากการจัดการศึกษาสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มีวิธีการจัดหลักสูตรให้กว้างและลึกซึ่งกว่าที่มืออยู่ในหลักสูตรปกติ ซึ่งในวิชาเรขาคณิตจะสอนให้ผู้เรียนเป็นผู้มีวิจารณ์ญาณ ช่างสังเกต ช่างสำรวจ มีเหตุผล และด้านความถนัดทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับคะแนนเต็มเนื่องจากความถนัดทางการเรียนเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยชี้แนะแนวทางผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษในการเลือกวิชาที่ตนเองถนัด และคุณสมบัติในด้านความถนัดมีความจำเป็นในด้านการเรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษประสบความสำเร็จในชีวิตได้ดีกว่าการที่จะไปเคี่ยวเข็ญให้เรียนในทางที่ตนไม่ถนัด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จะเน้นให้ผู้เรียนเรียนในเนื้อหาที่ลึกซึ่งกว่าหลักสูตรปกติ เรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาที่เกิดจากการระดมความคิด และส่งเสริมการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

2.1 ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาและกล่าวถึงความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ ดังนี้

ชัยศักดิ์ สีสัจรสกุล (2541, น. 5-6) ได้ให้ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามความถนัดและความสนใจ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ภายใต้การแนะนำปรึกษาช่วยเหลือและดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษาและ / หรือผู้ทรงคุณวุฒิ อาจจะทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้รวมทั้งสามารถดำเนินกิจกรรมได้ทั้งในและนอกบริเวณโรงเรียน ซึ่งอาจทำเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มก็ได้ แล้วจะเขียนเป็นรายงาน และแสดงผลงานเพื่อเผยแพร่สำหรับเป็นแนวทางศึกษาต่อ

สมวงษ์ แปลงประสพโชค (2549, น. 4) ได้ให้ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ นำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง และแก้ปัญหาอันจะเป็นการเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกความสามารถในการสื่อสาร สิ่งที่ตนคิดหรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจ

สุวรร กาญจนมยุร (2553, น. 4) ได้ให้ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ เป็นงานที่เกิดจากการศึกษา ค้นคว้า วิจัยเกี่ยวกับองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นงานที่เกิดจากการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของสาขาวิชาการอื่น หรือใช้เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหาผู้เรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มได้ศึกษา ค้นคว้า วิจัย หาความรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองตามความรู้ความสามารถและความสนใจในปัญหา หรือข้อสงสัยที่ตนอยากรู้ อยากเข้าใจได้คำตอบที่ถูกต้องและชัดเจนภายใต้การแนะนำดูแลของครู หรือผู้เชี่ยวชาญที่เป็นที่ปรึกษา ที่คอยช่วยเหลือตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้ที่ผู้เรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มค้นพบ

สิริพร กุลวงศ์ (2557, น. 5) ได้ให้ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ใช้ทักษะที่หลากหลายในการศึกษา ค้นคว้าเรื่องราวหรือข้อความที่ผู้เรียนสนใจ อยากรู้ เกิดปัญหาสงสัยและต้องการคำตอบมาอธิบาย อาจจะมีสิ่ง สำนวน ทดลอง หรือคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ขึ้นมา

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า โครงงานคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนในทักษะที่หลากหลาย เป็นงานที่เกิดจากการศึกษา

ค้นคว้าเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามความสนใจและความถนัดของผู้เรียนด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ครูจะคอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และกระตุ้นความอยากรู้จนเกิดปัญหาที่สนใจและต้องการคำตอบมาอธิบาย อาจะสังเกต สัมผัส ทดลองหรือคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ขึ้นมา โครงการงานคณิตศาสตร์จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองและเป็นการฝึกการทำงานกลุ่ม

2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาและกล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ดังนี้

ชาตรี เกิดธรรม (2547, น. 5) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดและได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองเป็นการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนผู้เรียนได้เรียนโดยวิธีเรียนรู้ของตนเองทำให้ ทำให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองรวมทั้งรู้จักวางแผนการทำงานการลงมือปฏิบัติได้ตรวจสอบผลงานเพื่อการปรับปรุงงานหรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติด้วยตนเอง

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว (2557, น. 15) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีกระบวนการหรือขั้นตอนที่ไม่ตายตัว เน้นที่การนำกระบวนการในการทำโครงงานมาใช้เป็นแนวทางหรือขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนซึ่งแตกต่างไปจากการทำโครงงานสั้น ๆ หลังเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หรือการมอบหมายให้ผู้เรียนไปทำโครงงานนอกเวลาเรียน หรือ กิจกรรมเพิ่มเติมจากการเรียนการสอนตามรายวิชาทั่วไป ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่พัฒนาทักษะชีวิตและความคิดสร้างสรรค์อันนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2560, น. 171) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้ากระทำในสิ่งที่ตนสนใจและเป็นผู้วางแผนการทำงานได้ด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาหารือเสนอแนะแนวทาง ผู้เรียนจะต้องฝึกกระบวนการทำงานอย่างมีขั้นตอน คือ วางแผนการทำงานด้วยการเขียนโครงงานเสนอผู้สอน เมื่อได้รับการอนุมัติก็จะดำเนินงานตามแผน เก็บข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล สรุปแผนการดำเนินงาน และรายงานผลการปฏิบัติงานรายงานจากสภาพปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะทางการแก้ไข

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนในทักษะที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ฝึกการทำงานกลุ่ม ส่งเสริมพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหาซึ่งกระบวนการหรือขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ไม่ตายตัว เน้นที่การนำกระบวนการในการทำโครงงานมาเป็นแนวทางหรือขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน

2.3 ลักษณะสำคัญและจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2541, น. 6; เทพัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557, น. 16; สมวงษ์ แปลงประสพโชค, 2549, น. 5; สิริพร กุลวงศ์, 2557, น. 5; สุวรร กาญจนมยุร, 2553, น. 5)

1. เป็นเรื่องและผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหา ข้อสงสัย หรือเรื่องใหม่ที่ต้องการหาคำตอบ และให้เสรีภาพแก่ผู้ทำโครงงาน เลือกเรื่องที่จะทำตามความสนใจ ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ และกระตุ้นให้เกิดการสืบสวนหาคำตอบ
2. เป็นเรื่องที่ศึกษาอย่างลุ่มลึก รู้จริง รู้แจ้ง รอบรู้ และเป็นโอกาสแสวงหาความรู้ด้วยตนเองด้วยวิธีการและแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้
3. เป็นการเรียนรู้ที่มีการวางแผนอย่างเป็นระบบอย่างถูกต้อง และสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ทุกขั้นตอน และใช้อ้างอิงได้
4. เป็นการบูรณาการการเรียนรู้ที่ใช้ทักษะอย่างหลากหลาย และเป็นพื้นฐานของทักษะชีวิต
5. เป็นเรื่องที่สุดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ ยึดหลักความจริงตามธรรมชาติ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้
6. เป็นกระบวนการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูทำหน้าที่คอยกระตุ้นและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้
7. เป็นการพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการคิดวิพากษ์การแก้ปัญหาความร่วมมือร่วมใจและการสื่อสารในรูปแบบที่หลากหลายในการตอบคำถามนำและสร้างสรรค์งานที่มีคุณภาพสูงผู้เรียนต้องลงมือทำมากกว่าการท่องจำข้อมูลผู้เรียนต้องใช้ทักษะการคิดขั้นสูงและเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีมในขณะที่ทำการสื่อสารผู้เรียนต้องรับฟังผู้อื่นและถ่ายทอดความคิดของผู้เรียนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจนอีกทั้งผู้เรียนยังต้องสามารถอ่านข้อมูล

จากแหล่งข้อมูลต่างๆได้รวมทั้งสามารถเขียนหรืออธิบายถ่านวนวิธีการที่หลากหลายได้อย่างชัดเจน และทำการนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. ต้องใช้การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการในการเรียนรู้และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ผู้เรียนถามคำถาม ค้นหาคำตอบ และลงข้อสรุปซึ่งทำให้เกิดการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ในเชิงความคิดหรือการได้ชิ้นงาน

9. เป็นการเรียนรู้ที่ดำเนินการภายใต้คำถามนำซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด และเป็นตัวกำหนดขอบเขตประเด็นข้อโต้แย้ง ความท้าทายหรือปัญหาที่สำคัญ เพื่อทำให้งานและการเรียนรู้ของผู้เรียนมีจุดมุ่งหมายและลุ่มลึก

10. สร้างความตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องมีความรู้เนื้อหาและทักษะที่จำเป็น ในการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบโครงงานมีการจัดลำดับของกระบวนการเรียนรู้ที่ต่างจากการเรียนรู้แบบดั้งเดิม นั่นคือ ในหน่วยการเรียนรู้ทั่วไปที่มีการทำโครงงานเพิ่มเข้ามาทำย หน่วยจะเริ่มจากการนำเสนอความรู้และแนวคิดให้แก่ผู้เรียนก่อน จากนั้นจึงให้โอกาสผู้เรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ แต่ในทางกลับกัน การจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบโครงงานนั้นจะเริ่มต้นด้วยการเห็นผล ผลิตผลหรือการนำเสนอผลงานปลายทาง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจข้อมูลและแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการทำโครงงานให้ได้ผลผลิตหรือผลงานตามเป้าหมายที่ต้องการ

11. มีกระบวนการทบทวนและสะท้อนกลับ ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่จะให้การเสนอแนะและความคิดเห็นเพื่อพัฒนาคุณภาพของผลงานที่ได้สร้างสรรค์ขึ้นมาและมีคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนความคิดถึงสิ่งที่เรียนรู้ว่ามีอะไรบ้างและมีกระบวนการเรียนรู้อย่างไร

12. ผู้ชมสาธารณะเข้ามามีส่วนร่วม ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่ได้ศึกษาให้แก่ผู้อื่น นอกเหนือไปจากเพื่อนร่วมชั้นและผู้สอนทั้งการนำเสนอโดยตัวบุคคลหรือผ่านสื่อต่าง ๆ ซึ่งกระบวนการนี้เป็นการส่งเสริมกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามทำงานออกมาอย่างมีคุณภาพและทำโครงงานให้มีความถูกต้องน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น

จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้

(ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2541, น. 6; ชาตรี เกิดธรรม, 2547, น. 5-6; สุกนต์ สินธพานนท์, 2560, น. 172)

1. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

2. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ เกิดการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้

ด้วยตนเอง

3. เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์

4. เพื่อพัฒนาส่งเสริมกระบวนการคิด ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียน

5. เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงออก พร้อมทั้งได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานของตนเอง

6. เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ พร้อมกับฝึกภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

7. เพื่อส่งเสริมการศึกษา ค้นคว้า หรือวิจัยทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีความสนใจและมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า โครงงานคณิตศาสตร์เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยเริ่มจากปัญหาที่สนใจ ทำให้ได้ฝึกการคิดริเริ่มอย่างสร้างสรรค์ และผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.4 ประเภทของโครงงาน

ในการแบ่งประเภทของโครงงานสามารถทำได้หลายรูปแบบ เนื่องจากการทำโครงงานเป็นการศึกษาตามความสนใจของผู้เรียน ทำให้การแบ่งประเภทของโครงงานมีหลายรูปแบบ ผู้วิจัยจึงได้สรุปดังนี้ (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2541, น. 7-8; สมวงษ์ แปลงประสพโชค, 2549, น. 5; สิริพร กุลวงศ์, 2557, น. 6; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2560, น. 171-172; เสรี ทองลอย, 2552, น. 5-7)

1. โครงงานประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล
2. โครงงานประเภทศึกษา ค้นคว้า ทดลอง
3. โครงงานประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์
4. โครงงานประเภทสร้างทฤษฎีหรือคำอธิบาย

1. โครงงานประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล เป็นโครงงานที่ศึกษาโดยการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือจากธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ไม่มีการกำหนดตัวแปรอิสระที่ต้องการศึกษา ซึ่งผู้ทำโครงงานทำการสำรวจข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่นำมาแบ่งเป็นหมวดหมู่และนำเสนอตามความเหมาะสม เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเป็นการนำข้อมูลมาพัฒนาหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น

2. โครงงานประเภทศึกษา ค้นคว้า ทดลอง เป็นโครงงานที่ศึกษาและค้นคว้าเรื่องใดเรื่องหนึ่งตามความสนใจของผู้เรียนอย่างลึกซึ้ง หรือพัฒนาจากโครงงานคณิตศาสตร์

ประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลมาศึกษาค้นคว้าและทดลองเพิ่มเติม โครงการประเภทนี้เป็นการศึกษาหาคำตอบจากปัญหาโดยการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง ศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่นที่อาจส่งผลกระทบต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษา

3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ เป็นโครงการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบประดิษฐ์สิ่งใหม่ โดยนำองค์ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานมาผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการพัฒนาหรือการประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์เพื่อใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ อาจเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นใหม่หรือพัฒนาของที่มีอยู่แล้วให้ดีกว่าเดิม

4. โครงการประเภทสร้างทฤษฎีหรือคำอธิบาย เป็นโครงการที่ผู้เรียนต้องสังเกตรูปแบบจากนั้นตรวจสอบโดยการพิสูจน์ สิ่งที่พิสูจน์ได้จะได้รับการยอมรับว่าเป็นทฤษฎีบท อาจเป็นการสร้างทฤษฎีใหม่เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่สนใจ หรือเสนอแนวคิดใหม่ ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างสมเหตุสมผล โดยมีทฤษฎีและหลักการทางคณิตศาสตร์สนับสนุน และนำเสนอในรูปคำอธิบาย สูตร หรือสมการ ซึ่งผู้ทำโครงการนี้จะต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างละเอียดเพื่อนำมาสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้

นอกจากนั้น เสรี ทองลอย (2552, น. 7) ได้แบ่งโครงการตามขนาดของโครงการได้ไว้ 3 แบบ ดังนี้

1. โครงการคณิตศาสตร์แบบแผ่นเดียว (Mini Project) เป็นโครงการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนประกอบ 4 ส่วน ได้แก่ ชื่อโครงการ จุดประสงค์ ผลการดำเนินงาน และชื่อผู้ทำโครงการ เป็นโครงการที่ใช้เวลาทดลองหรือค้นคว้าประมาณ 2-3 ชั่วโมง มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ตั้งจุดประสงค์และหาคำตอบด้วยตนเองเหมาะกับการทำในชั้นเรียนปกติเป็นชิ้นงานประกอบการเรียน

2. โครงการคณิตศาสตร์ขนาดเล็ก (Small Project) เป็นโครงการคณิตศาสตร์ที่มีส่วนประกอบ 6 ส่วน ได้แก่ ปกโครงการคณิตศาสตร์ ความเป็นมาและจุดประสงค์ ขั้นตอนการดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน สรุปผลและข้อเสนอแนะ และอ้างอิง ลักษณะของปัญหาที่นำมาตั้งจุดประสงค์จะมีความแตกต่างจากโครงการคณิตศาสตร์แผ่นเดียว คือ ปัญหาจะมีความยากหรือซับซ้อนกว่า ใช้เวลาทดลองนานกว่า ใช้เวลาในการค้นหาคำตอบประมาณ 3-8 ชั่วโมง และนิยมทำกันเป็นกลุ่มไม่เกิน 5 คน

3. โครงการงานคณิตศาสตร์ขนาดใหญ่ (Big Project) เป็นโครงการงานคณิตศาสตร์ที่มีส่วนประกอบ 8 ส่วน ได้แก่ ปกโครงการงานคณิตศาสตร์ บทคัดย่อ ความเป็นมาและจุดประสงค์ ความรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ ขั้นตอนการดำเนินงาน ผลการดำเนินงาน สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ และบรรณานุกรม ผู้ทำโครงการร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม ใช้เวลาทำประมาณ 2-6 สัปดาห์ โครงการงานคณิตศาสตร์ขนาดใหญ่อาจเกิดจากคำถามหรือความอยากรู้ในสิ่งรอบ ๆ ตัว ปัญหาในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ เนื้อหาในบทเรียน เทคโนโลยีหรือเกิดจากการขยายคำถามในการทำโครงการคณิตศาสตร์แผ่นเดียวหรือโครงการคณิตศาสตร์ขนาดเล็ก

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า สามารถแบ่งโครงการงานได้หลายรูปแบบในที่นี้ผู้วิจัยนำเสนอเพียงสองรูปแบบ มี 4 ประเภท ได้แก่ รูปแบบที่หนึ่ง ได้แก่ ประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล ประเภทศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ และประเภทสร้างทฤษฎีหรือคำอธิบาย และรูปแบบที่สองแบ่งตามขนาดของโครงการ ได้แก่ โครงการงานคณิตศาสตร์แบบแผ่นเดียว โครงการงานคณิตศาสตร์ขนาดเล็ก และโครงการงานคณิตศาสตร์ขนาดใหญ่

2.5 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน

การทำโครงการคณิตศาสตร์ต้องจัดลำดับขั้นตอนต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง และมีการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้นถึงขั้นสุดท้าย ดังนี้ (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2541, น. 8-13; ชาตรี เกิดธรรม, 2547, น. 173-174; นภัสสร สุทธิกุล, 2550, น. 22-27; สุกคนธ์ สินธพานนท์, 2560, น. 9-22; สุวรรณกาญจนมยุร, 2553, น. 48-95)

1. การเลือกหัวข้อโครงการ
2. กำหนดจุดมุ่งหมายและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. การเขียนเค้าโครงของโครงการ
4. การปฏิบัติโครงการ
5. การประเมินผล
6. การเขียนรายงาน
7. การนำเสนอโครงการ

ขั้นตอนที่ 1 การเลือกหัวข้อโครงการ เป็นขั้นตอนแรกและมีความสำคัญมากที่สุด ซึ่งหัวข้อเรื่องที่คุณเรียนจะศึกษานั้นมาจากความอยากรู้ ความสนใจ และต้องการหาคำตอบให้กับข้อสงสัยหรือปัญหาที่พบเจอ โดยผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีแก้ปัญหา ซึ่งหัวข้อโครงการต้องมีความเฉพาะเจาะจงและชัดเจนว่าจะมุ่งศึกษาสิ่งใด ตัวแปรใด ผ่านความเห็นชอบจาก

อาจารย์ที่ปรึกษาหรือผู้เชี่ยวชาญ ควรเป็นเรื่องแปลกใหม่ เน้นเรื่องที่น่าสนใจและคุ้นเคยกับผู้เรียน และเป็นเรื่องที่สามารถศึกษาหาคำตอบได้

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดจุดมุ่งหมายและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เมื่อผู้เรียนได้หัวข้อแล้ว ผู้เรียนกำหนดจุดมุ่งหมายในการทำโครงการ และนำหัวข้อไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม และปรึกษาหารือกับอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำเกี่ยวกับความเหมาะสมของหัวข้อกับแหล่งสืบค้นข้อมูล เพื่อให้ผู้เรียนได้แนวคิดเพิ่มเติมในการกำหนดขอบข่ายของหัวข้อ และเป็นข้อมูลประกอบการทำโครงการก่อนที่จะลงมือทำโครงการ โดยผู้เรียนต้องมีความรู้พื้นฐานในการใช้แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ส่วนอาจารย์ที่ปรึกษาจะให้คำแนะนำในการสืบค้นหรือค้นคว้าเพื่อให้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงการ ในขั้นตอนนี้เป็นการสร้างแผนที่ความคิด การวางแผน และเป็นขั้นตอนในการทำโครงการไว้ล่วงหน้า โดยการเขียนเค้าโครงโครงการเพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างรอบคอบ และรัดกุม ซึ่งหัวข้อในการเขียนเค้าโครงโครงการ ดังนี้

1. ชื่อโครงการ บอกให้ทราบว่าทำอะไร กับใคร เพื่ออะไร ควรสั้นกะทัดรัด มีความชัดเจน สามารถสื่อความหมายได้ดี และชื่อเค้าโครงมีความเฉพาะเจาะจงว่าต้องการศึกษาอะไร

2. ชื่อผู้จัดทำโครงการ เป็นผู้รับผิดชอบโครงการ (รายบุคคลหรือรายกลุ่มได้)

3. ชื่อที่ปรึกษาโครงการ เป็นครู ครู อาจารย์ และผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา

4. ที่มาและความสำคัญ (หลักการและเหตุผล) อธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงเลือกทำโครงการเรื่องนี้ มีความสำคัญอย่างไร มีหลักการทฤษฎีอะไรที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงสภาพปัจจุบันที่เป็นความต้องการและความคาดหวังที่จะให้เกิดผลละความคาดหวังที่จะให้เกิดขึ้น

5. จุดมุ่งหมาย สิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดโครงการ ควรมีความเฉพาะเจาะจง เป็นการบอกขอบเขตของงานที่ชัดเจนขึ้น และสามารถวัดได้

6. สมมติฐาน (ถ้ามี) เป็นคำตอบหรือคำอธิบายที่คาดเดาไว้ล่วงหน้า มีในเฉพาะโครงการประเภททดลอง ควรเขียนโดยมีทฤษฎีหรือหลักการทางคณิตศาสตร์รองรับ

7. เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เขียนเนื้อหาหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในโครงการ

8. วิธีดำเนินงาน เป็นแนวในการออกแบบการทดลองอะไร อย่างไร จะประดิษฐ์อะไร เก็บข้อมูลอะไร อย่างไร และเมื่อใด

9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ เป็นผลที่ต้องการให้เกิด ทั้งที่เป็นผลผลิตกระบวนการ และผลกระทบ

10. เอกสารอ้างอิง เป็นชื่อเอกสารข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติโครงการ เป็นการดำเนินงานที่ผ่านจากความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วลงมือทำตามแผนการที่กำหนดไว้ เมื่อดำเนินการทำโครงการแล้วควรมีการตรวจสอบผลเพื่อให้ได้ผลที่แน่นอน ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกการสังเกต การคิดวิเคราะห์ และฝึกทักษะต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์จนเกิดความรู้ความเข้าใจแล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอภิปรายผลจากผลที่ได้อาจตรงหรือไม่ตรงตามสมมติฐานที่วางไว้

ตาราง 6 ปัญหา / อุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ และแนวทางแก้ปัญหา

| ปัญหา/อุปสรรคในขั้นตอนการดำเนินงาน | การแก้ปัญหา |
|---|--|
| 1. ผู้เรียนไม่สนใจอย่างจริงจัง | 1. ครูสร้างแรงจูงใจ |
| 2. ผู้เรียนไม่ยอมลงมือทำงานด้วยตนเอง ต้องการให้ครูช่วย | 2. ครูอาจสรุปหัวข้อให้เล็กลงจากเสียงข้างมากในชั้นให้ได้หัวข้อที่ชอบมากที่สุด |
| 3. ผู้เรียนบางคนอาจสร้างปัญหา ไม่สนใจรับผิดชอบในงานที่ตนเองไม่มีทักษะ | 3. ครูช่วยกระจายผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันให้รับผิดชอบงานที่แต่ละคนถนัด |
| 4. ผู้เรียนรู้สึกว่าโครงการเป็น “งาน” และ “ภาระ” ที่หนักหนากว่าการเรียนปกติ | 4. ครูควรจัดสภาพแวดล้อมให้โครงการเป็นกิจกรรมที่สนุกสนานและหลากหลาย |
| 5. ผู้เรียนใช้เวลาดำเนินงานโครงการนานเกินไป จนรู้สึกเบื่อหน่ายและอาจมีกิจกรรมอื่น เช่น การทดสอบย่อยมาแทรก | 5. ครูแนะนำให้จัดเวลากระชับขึ้นและอาจจะสลับกับการเรียนเนื้อหาอื่น หรือเชื่อมโยงเนื้อหาในบทเรียนเข้าสู่โครงการอย่างประณีต |
| 6. ผู้เรียนไม่สามารถออกไปนอกโรงเรียนเพื่อศึกษาข้อมูลได้อย่างจริงจัง | 6. ครูให้คนกังวล และชี้แนะว่าผู้เรียนอาจทำโครงการในชั้นเรียนหรือที่บ้านก็ได้ |
| 7. ผู้เรียนและกลุ่มทำงานช้า-เร็วไม่เท่ากัน กลุ่มที่ทำงานเสร็จเร็วอาจจะรู้สึกเบื่อหน่ายที่ต้องรอ | 7. กลุ่มที่ทำงานเร็ว หากิจกรรมเสริมให้ทำ หรือช่วยงานที่ยังไม่ได้ทำ |

ตาราง 6 (ต่อ)

| ปัญหา/อุปสรรคในขั้นตอนการดำเนินงาน | การแก้ปัญหา |
|--|---|
| 8. ผู้ปกครองแบบไม่สนับสนุนอยากให้ผู้เรียนเน้นที่เนื้อหาให้เข้มข้นสำหรับการเตรียมสอบต่าง ๆ มากกว่าการใช้เวลากับการทำโครงการ | 8. ครูอาจให้ข้อมูลการประกวดโครงงานรางวัลจากสถาบันต่าง ๆ และผู้เรียนในปกครองได้ฝึกทักษะที่หลากหลาย |
| 9. ผู้เรียนไม่มีแหล่งค้นคว้าอ้างอิงเพียงพอ | 9. ครูอาจนำเสนอผู้บริหารให้มียุบายสนับสนุนการจัดแหล่งเรียนรู้ เพื่อการจัดทำโครงการเพิ่มขึ้น |
| 10. ผู้เรียนไม่มีงบประมาณในการทำโครงการ โดยเฉพาะโครงการทดลองที่มีกระบวนการซับซ้อน | 10. ครูอาจหาทุนสนับสนุนจากแหล่งต่าง ๆ เช่น สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ |

ที่มา: สิริพร กุลวงศ์. (2557). โครงการคณิตศาสตร์ : ประถม-มัธยม (พิมพ์ครั้งที่ 1): กรุงเทพฯ : เป็นพับลิชชิง.

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล โดยประเมินก่อนดำเนินการ ระหว่างดำเนินการ และหลังดำเนินการ จะได้พิจารณาว่าก่อนการดำเนินการมีปัญหาอย่างไร ระหว่างดำเนินการตามโครงการมีสิ่งใดบกพร่อง จะต้องแก้ไขอะไรบ้าง มีวิธีแก้ไขอย่างไรเมื่อดำเนินการไปแล้วผู้เรียนมีแนวคิดอย่างไร มีความพอใจหรือไม่ ผลของการดำเนินการตามโครงการ ผู้เรียนได้ความรู้ได้ประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้ไปพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อย่างไร โดยให้ผู้เรียนประเมินโครงการของตนเองหรือเพื่อนร่วมประเมิน จากนั้นผู้สอนจึงประเมินผลโครงการตามแบบประเมิน ซึ่งผู้ปกครองอาจมีส่วนร่วมด้วย

ขั้นตอนที่ 6 การเขียนรายงานโครงการ เป็นการเขียนเสนอผลจากการศึกษา และเป็นการสรุปรายงานผลการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด เพื่อให้ผู้อื่นทราบแนวคิด วิธีการดำเนินงาน ผลที่ได้ และข้อสรุปเกี่ยวกับโครงการ ข้อความที่เขียนควรใช้ภาษาที่กระชับ ชัดเจน เข้าใจง่าย และครอบคลุมประเด็นที่สำคัญ

ขั้นตอนที่ 7 การนำเสนอโครงการ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงการ โดยการนำเสนอผลการดำเนินงานทั้งหมดให้ผู้อื่นได้ทราบถึงการศึกษา ค้นคว้า วิธีการดำเนินงาน

ตลอดจนข้อสรุป ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ของโครงการ ซึ่งการแสดงผลโครงการจัดได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดนิทรรศการ ทำเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ การรายงานด้วยวาจา หรือจัดทำเป็นสื่อมัลติมีเดีย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนของโครงการคณิตศาสตร์ มี 6 ขั้นตอน ดังนี้
 ขั้นตอนที่ 1 การเลือกหัวข้อโครงการ เป็นขั้นตอนแรกและมีความสำคัญมากที่สุด ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงการ ขั้นตอนที่ 4 การลงมือปฏิบัติโครงการ ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล ขั้นตอนที่ 6 การเขียนรายงานโครงการ และ
 ขั้นตอนที่ 7 การนำเสนอโครงการ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงการ โดยการนำเสนอผลการดำเนินงานทั้งหมดให้ผู้อื่นได้ทราบ

2.6 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน

นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาและกล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน ดังนี้

สมวงศ์ แปลงประสพโชค (2549, น. 6) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับโครงการ ดังนี้

1. การเรียนรู้โครงการต่าง ๆ ควรเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา และจะดียิ่งขึ้นถ้าได้ให้เรียนในปีแรกของระดับมัธยมศึกษา โดยกำหนดเป็นส่วนประกอบของรายวิชา
2. เริ่มแรกของการสอนควรให้ผู้เรียนคิดอย่างอิสระปล่อยให้ผู้เรียนตั้งข้อสงสัย ตั้งสมมติฐาน ทดสอบ รวบรวมข้อมูล หาข้อสรุป และเผยแพร่ข้อค้นพบด้วยตนเอง
3. การประเมินผล ควรมีทั้งประเมินเป็นกลุ่มและรายบุคคล การเรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่มเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่ง ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากกันและกันมากกว่าเรียนรู้จากครูเป็นการเพิ่มความแข็งแรงในการแก้ปัญหา การประเมินเป็นกลุ่ม ควรเป็นโครงการที่ได้ร่วมวางแผนงานการตั้งแต่ต้นโครงการ

นภัสสร สุทธิกุล (2550, น. 33) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงการเป็นฐาน 3 แนวทาง ดังนี้

แนวทางที่ 1 จัดสอดแทรกในรายวิชาคณิตศาสตร์ ที่ครูรับผิดชอบการสอนตามหลักสูตรของโรงเรียน เช่น ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน หรือรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

แนวทางที่ 2 เปิดสอนในกิจกรรมชุมนุมโครงการคณิตศาสตร์

แนวทางที่ 3 เปิดสอนเป็นรายวิชาคณิตศาสตร์เลือก “โครงการคณิตศาสตร์”

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงการ สามารถสรุปได้ดังนี้ (นภัสสร สุทธิกุล, 2550, น. 33-34)

1. รูปแบบการจัดกิจกรรม แบ่งเป็น 12 กิจกรรม เวลาปฏิบัติกิจกรรมละ 1-2 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 13 คาบ กำหนดเป็น 12 แผน การจัดกิจกรรมแต่ละแผนประกอบด้วย ชื่อกิจกรรม เวลาที่ใช้ สาระสำคัญ จุดประสงค์ ความรู้พื้นฐาน แนวการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอนการ วัดผลประเมินผล และกิจกรรมเสนอแนะ

2. ระยะเวลาของการจัดกิจกรรมแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ครอบคลุมกิจกรรมที่ 1-3 เป็นการฝึกให้ผู้เรียนสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลที่สนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ฝึกวิเคราะห์โครงงานคณิตศาสตร์จากตัวอย่างโครงงานที่กำหนดให้ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงงานคณิตศาสตร์ รวมทั้งฝึกทำโครงงานคณิตศาสตร์ฉบับตัวอย่างจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

ระยะที่ 2 ครอบคลุมกิจกรรมที่ 4-9 เป็นระยะที่ผู้เรียนเริ่มทำโครงงานคณิตศาสตร์โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มละ 3-4 คน ทำโครงงานคณิตศาสตร์ตามลำดับขั้นตอน

ระยะที่ 3 ครอบคลุมกิจกรรมที่ 10-12 เป็นระยะที่ผู้เรียนฝึกและจัดป้ายนิเทศ การนำเสนอโครงงาน การประเมินคุณภาพและความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ การสรุปผลการทำโครงงานคณิตศาสตร์และการสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับการทำโครงงานคณิตศาสตร์

แผนการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2541, น. 35-37) กล่าวว่า แผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์โดยมีสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการเรียนการสอน และการวัดประเมินผล เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนการสอนโครงงานคณิตศาสตร์ โดยคำนึงถึงสภาพของผู้เรียนและความพร้อมของโรงเรียน

ขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดของโครงงานคณิตศาสตร์อย่างกว้างและอย่างลึกซึ้ง
2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา เวลา และกิจกรรม
3. หากลวิธีสอนที่สอดคล้องกับโครงงานคณิตศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการและทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยยึดหลักให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง รู้จักการวางแผน และฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม
4. จัดทำสื่อการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้
5. จัดทำเครื่องมือวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

6. เขียนแผนการจัดกิจกรรมที่จะนำไปใช้ในแต่ละคาบอย่างละเอียด โดยมี ส่วนประกอบในแผนการจัดกิจกรรมที่จะช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายตามจุดประสงค์ การเรียนรู้ มีดังนี้

6.1 สาระสำคัญ เป็นความคิดรวบยอด หรือโครงสร้างของเนื้อหา

6.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วิเคราะห์มาจาก หลักการและจุดประสงค์ของการทำโครงการคณิตศาสตร์

6.3 สรุปเนื้อเรื่องที่ต้องการสอน สรุปปมโนมติ มีตัวอย่างที่ถูกต้อง

6.4 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการจัดสภาพการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียน บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

6.5 สื่อการเรียนการสอนเป็นเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ ประกอบการเรียนการจัดกิจกรรม เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุจุดประสงค์ได้ง่ายและรวดเร็ว ยิ่งขึ้น

6.6 การวัดและการประเมินผล เป็นการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อจะได้มีการพัฒนาหรือต้องปรับปรุงแก้ไขครู

ตาราง 7 รายละเอียดแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงการคณิตศาสตร์

| คาบที่ | แผนการจัดกิจกรรมที่ | ชื่อกิจกรรม | จุดประสงค์การเรียนรู้ |
|--------|---------------------|--|---|
| 1 | 1 | การสำรวจและการเก็บรวบรวมข้อมูล | ผู้เรียนสามารถสังเกต สำรวจและรวบรวมข้อมูลที่สนใจเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายได้ |
| 2 | 2 | วิเคราะห์โครงการ | ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์โครงการคณิตศาสตร์และได้แนวทางในการทำโครงการคณิตศาสตร์ |
| 3 | 3 | การทำโครงงานฉบับตัวอย่าง | ผู้เรียนสามารถเขียนเค้าโครงโครงการคณิตศาสตร์จากสถาน การณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ |
| 4 | 4 | การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงาน | ผู้เรียนสามารถคิดและเลือกหัวข้อ หรือปัญหาที่จะทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้ |
| 5 | 5 | การเขียนเค้าโครงโครงการคณิตศาสตร์ | ผู้เรียนสามารถเขียนเค้าโครงของโครงการคณิตศาสตร์จากหัวข้อที่ผู้เรียนเลือกทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้ |

ตาราง 7 (ต่อ)

| คาบที่ | แผนการจัดกิจกรรมที่ | ชื่อกิจกรรม | จุดประสงค์การเรียนรู้ |
|--------|---------------------|---|---|
| 6 | 6 | การนำเสนอเค้าโครง โครงงาน | ผู้เรียนสามารถนำเสนอเค้าโครงของโครงงาน คณิตศาสตร์ได้ |
| 7 | 7 | การปฏิบัติโครงงาน | ผู้เรียนสามารถดำเนินงานตามเค้าโครงของ โครงงานคณิตศาสตร์ได้ |
| 8 | 8 | การเก็บรวบรวมข้อมูล และการบันทึกผล การศึกษา | โรงเรียนสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผล การศึกษาได้ |
| 9 | 9 | การเขียนรายงาน โครงงานฉบับสมบูรณ์ | ผู้เรียนสามารถเขียนรายงานโครงงานคณิตศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์ได้ |
| 10 | 10 | การจัดป้ายนิเทศ | ผู้เรียนสามารถจัดป้ายนิเทศแสดงผลงานโครงงาน คณิตศาสตร์ได้ |
| 11-12 | 11 | การนำเสนอโครงงาน | ผู้เรียนสามารถจัดแสดงโครงงานและนำเสนอ โครงงานด้วยปากเปล่าได้ |
| 13 | 12 | การสอบถามความ คิดเห็นของผู้ทำโครงงาน | ผู้เรียนสามารถให้ข้อมูลและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับ การทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้ |

ที่มา: นภัสสร สุทธิกุล. (2550). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 1): กรุงเทพฯ : บั๊ค พอยท์.

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว (2557, น. 16) กล่าวว่า การเตรียมกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจำเป็นต้องมีความยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์หรือความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื่องจากผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถาม กำหนดวิธีการหาคำตอบหรือวิธีการหาคำตอบหรือวิธีการทำกิจกรรมแตกต่างกันไปตามความต้องการของตนเอง ในการเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ล่วงหน้า ผู้สอนอาจทำได้ด้วยการคาดคะเนหรือกำหนดขอบเขตและแนวทางของการหาคำตอบจากคำถามที่ผู้เรียนร่วมกันตั้งขึ้นในช่วงต้นของการทำโครงงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ควรให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ มีการประเมินที่หลากหลายทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล โดยเน้นการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งรูปแบบของการจัดกิจกรรมแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ระยะเริ่มต้น เป็นการฝึกให้ผู้เรียนสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลที่สนใจ ฝึกวิเคราะห์โครงงานตัวอย่างที่กำหนดไว้ ระยะที่ 2 ระยะลงมือปฏิบัติ และระยะที่ 3 ระยะสิ้นสุดการทำโครงงาน เป็นการจัดทำรูปเล่มโครงงาน เผยแพร่และนำเสนอโครงงาน

2.7 บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน แบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้ (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2541, น. 13-15; สมวงษ์ แปลงประสพโชค, 2549, น. 7-8)

1. ระยะเริ่มต้น เป็นระยะที่สำคัญมากที่สุด เพราะเป็นการเริ่มต้นในการเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษา บางครั้งผู้เรียนอาจเกิดความท้อแท้ในการเริ่มต้น อาจารย์ที่ปรึกษาจะคอยให้ความช่วยเหลือ ดังนี้

1.1 กระตุ้น ได้รับความสนใจ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นอยากทำโครงงาน และให้ผู้เรียนได้มีอิสระทางความคิด

1.2 แนะนำวิธีการทำโครงงานและเสนอแนะแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับหัวข้อที่ผู้เรียนเลือก

1.3 จัดหาโครงงานตามสมรรถภาพของผู้เรียน และให้มีบรรยายในเรื่องที่ผู้เรียนสนใจ

1.4 ให้ข้อเสนอแนะในการเขียนเค้าโครงโครงงาน และการวางแผนการดำเนินงาน

1.5 ให้คำปรึกษาและความเป็นไปได้ของเค้าโครงโครงงาน

2. ระยะที่ผู้เรียนลงมือทำโครงงาน นอกจากการจัดเวลาในห้องเรียน ส่วนใหญ่ผู้เรียนจะใช้เวลานอกห้องเรียนในการทำโครงงาน และทำตามเวลาที่สะดวก จึงทำให้เวลาเป็นเรื่องสำคัญมาก อาจารย์ที่ปรึกษาจะคอยควบคุมและติดตามความก้าวหน้าของโครงงาน ดังนี้

2.1 ติดตามความก้าวหน้าในการทำงาน และดูแผนการทำงานของนักเรียน เพื่อเป็นการฝึกให้จัดบันทึกความก้าวหน้า

2.2 หากผู้เรียนพบปัญหาด้านวิชาการ อาจารย์ที่ปรึกษาจะคอยให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำ หากไม่เชี่ยวชาญในปัญหาผู้เรียน อาจเป็นผู้ติดต่อกับผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ

2.3 จัดให้ผู้เรียนรวมกลุ่มกันรายงานปากเปล่า โดยอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมอยู่ด้วย เพื่อเป็นการร่วมกันแลกเปลี่ยนและแก้ปัญหา

2.4 ให้กำลังใจแก่ผู้เรียนเมื่อท้อถอย หากผลไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ และกระตุ้นให้ทำโครงการจนสำเร็จลุล่วง

3. ระยะสิ้นสุดการทำโครงการ ในระยะนี้เป็นการแปลผล และสรุปผล จากนั้นนำไปเขียนรายงาน อาจารย์ที่ปรึกษาจะให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

3.1 จัดเวลาให้ผู้เรียนได้พบก่อนที่จะเขียนรายงาน เพื่อนำเสนอผลที่ได้

3.2 ตรวจสอบขั้นตอนการเขียนรายงาน และดูการใช้ภาษาให้เหมาะสมและสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

3.3 อาจารย์ที่ปรึกษาทำการประเมินผล ให้กำลังใจแก่ผู้เรียนทุกกลุ่มในการพยายามทำโครงการจนสำเร็จ ในกรณีที่มีการจัดนิทรรศการ อาจารย์ที่ปรึกษาจะเป็นผู้คัดเลือกโครงการเพื่อนำไปแสดง

3.4 หากโครงการน่าสนใจ และสามารถต่อยอดได้ อาจารย์ที่ปรึกษาให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าต่อยอด หรือโครงการที่ยังไม่สำเร็จให้ปรับปรุงแก้ไขให้เสร็จ

3.5 รวบรวมโครงการคณิตศาสตร์เพื่อนำไปเป็นแนวทางในปีการศึกษาต่อไป จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มต้น เป็นระยะที่สำคัญมาก ซึ่งเป็นระยะของการเริ่มเลือกหัวข้อ 2) ระยะลงมือทำโครงการ ติดตามความก้าวหน้าในการทำงาน 3) ระยะสิ้นสุดการทำโครงการ ให้คำปรึกษาก่อนนำเสนอ และตรวจสอบขั้นตอนการเขียนรายงาน

2.8 การประเมินผลโครงการ

นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาและกล่าวถึงการประเมินผลโครงการ ดังนี้

Allinger, Hess, and National Council of Teachers of (1999, p. 8) ได้เสนอขั้นตอนการประเมินโครงการ ดังนี้

1. ควรบอกเกณฑ์การประเมินให้ผู้ทำโครงการทราบ ในระหว่างการประเมินควรบอกประเด็นที่นำมาอภิปรายและข้อเสนอแนะจะส่งผลต่อการพัฒนาโครงการ

2. หลังจากการประเมิน ควรสัมภาษณ์ผู้ทำโครงการถึงสิ่งที่ได้รับจากการเรียนรู้ และควรให้คำแนะนำเพิ่มเติม

3. ผลการประเมินและการให้คะแนนควรตรวจสอบกันเองในกลุ่มผู้ประเมิน

4. ผลการประเมินควรแจ้งให้ผู้ทำโครงการทราบเป็นลายลักษณ์อักษร เป็นรูปแบบและการพิมพ์ที่ชัดเจน

การประเมินโครงการ เป็นการประเมินความสามารถในการทำโครงการของผู้เรียน ครูจะเป็นผู้ประเมินเพื่อเก็บคะแนน และเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งการประเมินโครงการมีเกณฑ์การพิจารณาหลายรูปแบบ สรุปได้ดังนี้ (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2541, น. 15-18; นภัสสร สุทธิกุล, 2550, น. 29-32; บอลท์ เบรน, 2540, น. 14-17; สมวงษ์ แปลงประสพโชค, 2549, น. 10-11; สุวรร กัญจนมยุร, 2553, น. 96-97)

1. ประเมินการทำงานกลุ่ม ได้แก่ ความร่วมมือกันวางแผนให้รอบคอบ มีการวางแผนอย่างเป็นระบบ ดำเนินงานตามแผน ทักษะในการแก้ปัญหา ความชัดเจนของวิธีการหาสิ่งที่ค้นพบ

2. ประเมินเนื้อหาของโครงการ ได้แก่ ความถูกต้องตรงตามหลักการทางคณิตศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่และน่าสนใจ การค้นหาเอกสารอ้างอิงเหมาะสมและถูกต้อง มีการสรุปความรู้ชัดเจน

3. ประเมินการจัดทำโครงการ ได้แก่ โครงการริเริ่มโดยผู้เรียน พัฒนาวิธีการทำงานด้วยตนเอง

4. ประเมินการเขียนการเขียนรายงานโครงการ ได้แก่ ความถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนดไว้ เสนอแต่ละหัวข้อถูกต้องชัดเจน การอภิปรายผลอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์

5. ประเมินการนำเสนอโครงการ ได้แก่ การนำเสนอสื่อสารและสื่อความหมายได้ดี แนวคิดและวิธีการเรียนรู้องค์ความรู้ที่ค้นพบ ข้อมูลสมบูรณ์และชัดเจน ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอ การตอบคำถามถูกต้องและคล่องแคล่ว

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินโครงการคณิตศาสตร์มีหลายรูปแบบ ผู้วิจัยยกตัวอย่างแบบประเมิน ดังนี้

แบบประเมินโครงการ แบบที่ 1

ชื่อโครงการ.....

ชื่อผู้ทำโครงการ.....

1. ความคิดสร้างสรรค์ (30 คะแนน)

1.1 โครงการได้แสดงถึงความสามารถในการสร้างสรรค์ และเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้หรือไม่

- 1.1.1 นำไปสู่การแก้ปัญหา
- 1.1.2 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล
- 1.1.3 ใช้เครื่องมือที่มีอยู่แล้ว
- 1.1.4 ออกแบบเครื่องมือใหม่
- 1.2 โครงการงานได้ตอบคำถามที่เน้นวิธีการที่เป็นต้นแบบหรือไม่
2. ความคิดทางคณิตศาสตร์ (30 คะแนน)
 - 2.1 ปัญหาชัดเจนหรือไม่
 - 2.2 ขอบเขตของปัญหาเพียงพอ หรือไม่
 - 2.3 ทุกแง่มุมของปัญหา ชัดเจน และให้ความหมายได้ชัดเจน
 - 2.4 ข้อมูลเพียงพอจะสนับสนุนข้อสรุปหรือไม่
 - 2.5 ผู้เรียนเข้าใจว่าโครงการงาน สัมพันธ์กับงานวิจัยหรือไม่
 - 2.6 ผู้เรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับการรับรองคุณภาพงานวิจัยหรือไม่
 - 2.7 ผลสรุปแน่นอนหรือไม่
 - 2.8 ผลสรุปแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากความรู้เดิมหรือไม่
 - 2.9 ผู้เรียนคิดด้วยตนเองทั้งหมดหรือใครช่วย
3. ความเชี่ยวชาญหรือละเอียดลออ (15 คะแนน)
 - 3.1 ปัญหามีความสมบูรณ์หรือครอบคลุมหัวเรื่องอย่างไร
 - 3.2 ความสำคัญของปัญหา มีความสมบูรณ์อย่างไร
 - 3.3 ผู้เรียนรู้แนวคิดอื่น ๆ หรือทฤษฎีอื่นหรือไม่
 - 3.4 ผู้เรียนคุ้นเคยกับวรรณคดีที่เกี่ยวข้องในเรื่องที่ศึกษาหรือไม่
 - 3.5 ผู้เรียนใช้เวลาทำโครงการนานเท่าใด
4. ทักษะ (15 คะแนน)
 - 4.1 ผู้เรียนมีทักษะที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลหรือไม่
 - 4.2 ใช้เครื่องมืออะไร สร้างเครื่องมือเองหรือไม่
 - 4.3 การจัดแสดง สมบูรณ์โดยมีที่ปรึกษาช่วยหรือไม่ ใครเป็นที่ปรึกษา และให้ความช่วยเหลือมากน้อยแค่ไหน
5. ความแจ่มแจ้ง (10 คะแนน)
 - 5.1 ผู้เรียนอธิบายโครงการงานได้ชัดเจนอย่างไร เช่น จุดประสงค์ การดำเนินงาน และผลสรุป

- 5.2 ผู้เรียนมีการพูดอภิปรายที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจเพียงใด
- 5.3 เอกสารรายงานสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจหรือไม่
- 5.4 ข้อมูลที่นำเสนอชัดเจนหรือไม่
- 5.5 ผลการนำเสนอชัดเจนหรือไม่
- 5.6 การนำเสนอผลงานโครงการดีอย่างไร
- 5.7 การนำเสนอถูกวิธีหรือไม่

ที่ ม ๑ : Allinger, G. D., Hess, A. L., & National Council of Teachers of Mathematics. (1999). Mathematics projects handbook (4th ed.): Reston, Va. : National Council of Teachers of Mathematics.

แบบประเมินโครงการ แบบที่ 2

ชื่อโครงการ.....

ชื่อผู้ทำโครงการ.....

การจัดแสดงโครงการ

1. โครงการนำเสนออย่างสมเหตุสมผลและง่ายต่อการอ่าน
2. การจัดแสดงโครงการน่าสนใจ
3. ข้อมูลในตาราง แผนภูมิ และภาพชัดเจน
4. จุดประสงค์ชัดเจน
5. ผลสรุปตรงจุดประสงค์
6. โครงการบ่งบอกถึงการศึกษา และความพยายามของผู้ทำ

การสัมภาษณ์

1. สื่อสารได้ชัดเจนว่าปัญหาได้ถูกแก้ไขอย่างไร
2. สื่อสารผลสรุปได้ชัดเจน
3. มีการพูดถึงการขยายงาน
4. พูดอย่างอิสระและมั่นใจ
5. ตอบคำถามได้ชัดเจน

เอกสารรายงานโครงการ

1. ผลงานแสดงรายละเอียดได้ดี

2. ผลงานใช้ภาษาถูกต้อง
3. ตาราง กราฟ แผนภูมิ ถูกต้อง
4. ภาพน่าสนใจ และให้สารสนเทศ
5. ผลสรุปมาจากข้อมูลที่ตรงประเด็น
6. มีการอธิบายกระบวนการเก็บข้อมูล
7. มีการอธิบายกระบวนการทำงานชัดเจน
8. การอ้างอิงถูกต้อง

ที่มา : Allinger, G. D., Hess, A. L., & National Council of Teachers of Mathematics. (1999). Mathematics projects handbook (4th ed.): Reston, Va. : National Council of Teachers of Mathematics.

แบบประเมินโครงงาน แบบที่ 3

โดยสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

ตอนที่ 1 ความสำคัญของการจัดทำโครงงาน

- | | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. โครงงานที่จัดทำเป็นงาน | <input type="checkbox"/> เดี่ยว | <input type="checkbox"/> กลุ่ม |
| 2. การริเริ่มโครงงาน | <input type="checkbox"/> ริเริ่มเอง | <input type="checkbox"/> ครูช่วยแนะนำ |
| 3. การพัฒนาตนเอง | <input type="checkbox"/> มี | <input type="checkbox"/> ไม่มี |
| 4. การพัฒนางาน | <input type="checkbox"/> มี | <input type="checkbox"/> ไม่มี |
| 5. ความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน | <input type="checkbox"/> มี | <input type="checkbox"/> ไม่มี |
| 6. ประโยชน์ในชีวิตจริง | <input type="checkbox"/> มี | <input type="checkbox"/> ไม่มี |

ตอนที่ 2 เนื้อหาของโครงงาน และการนำเสนอโครงงาน

| ข้อความ | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
|--|-----------|-----|---------|------|------------|
| 1. เนื้อหาของโครงงาน | | | | | |
| 1.1 ความถูกต้องทางคณิตศาสตร์ | | | | | |
| 1.2 ความเหมาะสมในการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ | | | | | |
| 1.3 เลือกใช้ข้อมูลข่าวสารเหมาะสมตรงประเด็น | | | | | |

| ข้อความ | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
|--|-----------|-----|---------|------|------------|
| ปัญหา | | | | | |
| 1.4 มีการสรุปที่ชัดเจน | | | | | |
| 1.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ | | | | | |
| 2. กระบวนการทำงาน | | | | | |
| 2.1 มีการวางแผนอย่างเป็นระบบ | | | | | |
| 2.2 มีการดำเนินงานตามแผน | | | | | |
| 2.3 มีการประเมินและปรับปรุงการดำเนินงาน | | | | | |
| 3. การนำเสนอโครงการ | | | | | |
| 3.1 การรายงานสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน | | | | | |
| 3.2 ความสมบูรณ์ของข้อมูล | | | | | |
| 3.3 ความเหมาะสมของรูปแบบที่ใช้นำเสนอ | | | | | |
| 3.4 ข้อเสนอของโครงการบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ | | | | | |

การแปลผล

ตอนที่ 1 ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน

ตอนที่ 2 ใช้การแปลผลดังนี้

| | | | |
|--------------------|---------|---|-------|
| เห็นด้วยมากที่สุด | หมายถึง | 5 | คะแนน |
| เห็นด้วยมาก | หมายถึง | 4 | คะแนน |
| เห็นด้วยปานกลาง | หมายถึง | 3 | คะแนน |
| เห็นด้วยน้อย | หมายถึง | 2 | คะแนน |
| เห็นด้วยน้อยที่สุด | หมายถึง | 1 | คะแนน |

กรณีที่มีผู้ประเมินหลายคนให้หาค่าเฉลี่ย แล้วแปลผลดังนี้

| | | |
|-------------------------------|---------|-------------------|
| โครงการอยู่ในขั้นดีมาก | หมายถึง | 4.1 คะแนนขึ้นไป |
| โครงการอยู่ในขั้นดี | หมายถึง | 3.1-4 คะแนน |
| โครงการอยู่ในขั้นพอใช้ | หมายถึง | 2.1-3 คะแนน |
| โครงการอยู่ในขั้นต้องปรับปรุง | หมายถึง | ต่ำกว่า 2.1 คะแนน |

ที่มา: สมวงษ์ แปลงประสพโชค. (2549). คู่มือการสอนโครงการคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8): กรุงเทพฯ : Learn and Play MATHGROUP.

แบบประเมินโครงการ แบบที่ 4

แบบประเมินโครงการคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการทำโครงการ

จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ให้ตรงตามสภาพจริง

1. การเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ

- ผู้เรียนริเริ่มและเลือกเอง
- ผู้เรียนช่วยกันคิดและช่วยกันเลือก
- ครูช่วยแนะนำให้

2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

- ศึกษาด้วยตนเอง
- ช่วยกันศึกษา
- ครูแนะนำเอกสารและแหล่งความรู้

3. โครงการที่ทำ ทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม

- เป็นรายบุคคล
- เป็นกลุ่ม

4. โครงการที่ทำเป็นงานใหม่หรือศึกษาเพิ่มเติมจากของเดิม

- งานใหม่ไม่มีใครคิดมาก่อน
- ศึกษาเพิ่มเติมจากของเดิม

5. ความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน

- สอดคล้องกับบทเรียน
- ไม่สอดคล้องกับบทเรียน

ตอนที่ 2 ความสามารถในการดำเนินการทำโครงการ

จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นและตรงกับช่องข้อความ

| ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--|------------------|-----|---------|------|------------|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| ด้านเนื้อหาของโครงการ | | | | | |
| 1. ถูกต้องตรงตามหลักการทางคณิตศาสตร์ | | | | | |
| 2. ถูกต้องตรงตามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ | | | | | |
| 3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ | | | | | |
| 4. เลือกใช้แหล่งความรู้ที่เชื่อถือได้ | | | | | |
| 5. สรุปความรู้ชัดเจนตรงตามจุดประสงค์ | | | | | |
| ด้านทักษะ / กระบวนการ | | | | | |
| 1. มีทักษะ / กระบวนการคิดในการคิดคำนวณและแก้ปัญหา | | | | | |
| 1.1 ศึกษาปัญหา ทำความเข้าใจกับปัญหา | | | | | |
| 1.2 วางแผนอย่างเป็นระบบ | | | | | |
| 1.3 ดำเนินการตามแผนครบทุกขั้นตอน | | | | | |
| 1.4 ประเมินและปรับปรุงการดำเนินการได้เหมาะสม | | | | | |
| 2. มีทักษะ / กระบวนการคิดในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ | | | | | |
| 2.1 คิดและคำนวณค่าต่าง ๆ ได้ถูกต้อง | | | | | |
| 2.2 ให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล | | | | | |
| 2.3 พิสูจน์ถูกต้อง | | | | | |
| 3. มีทักษะ / กระบวนการคิดในการสื่อสารหรือสื่อความหมาย | | | | | |
| 3.1 มีความสามารถในการศึกษา ค้นคว้าจากแหล่งความรู้ที่เชื่อถือได้ | | | | | |
| 3.2 การเขียนรายงานตรงตามแบบฟอร์มการเขียนเค้าโครงของโครงการคณิตศาสตร์ | | | | | |
| ด้านการนำเสนอโครงการ | | | | | |
| 1. แนวคิดและวิธีการเรียนรู้องค์ความรู้ที่ค้นพบ | | | | | |
| 2. ข้อสรุปของโครงการบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ | | | | | |

| ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---------------------------|------------------|-----|---------|------|------------|
| | มากที่สุด | มาก | ปานกลาง | น้อย | น้อยที่สุด |
| 3. ข้อมูลสมบูรณ์และชัดเจน | | | | | |
| 4. รูปแบบการนำเสนอเหมาะสม | | | | | |

ลงชื่อ.....ผู้ประเมินโครงการ

(.....)

ที่มา: สุวร กาญจนมยุร. (2553). โครงการคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา: กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การประเมินโครงการคณิตศาสตร์เป็นการประเมินความสามารถในการทำโครงการ โดยพิจารณาจาก 1) การทำงานกลุ่ม 2) เนื้อหาของโครงการ 3) การจัดทำโครงการ 4) การเขียนรายงานโครงการ 5) การนำเสนอโครงการ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

Trujillo (1998, p. online) ได้ศึกษาเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อโครงการคณิตศาสตร์ และศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติของผู้เรียน เช่น ความวิตกกังวล ความสนใจ การนำเสนอโครงการ เพศ หรือกรรมพันธุ์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติทางบวกต่อโครงการในด้านผลการวิจัยเชิงคุณภาพผู้เรียนจำนวนร้อยละ 61 มีเจตคติที่ดีต่อโครงการคณิตศาสตร์และมีความตั้งใจในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ส่วนผู้เรียนจำนวนร้อยละ 40 มีความสุขในการทำโครงการ และอีกจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 กล่าวว่าเจตคติ เป็นผลมาจากครู กลุ่มเพื่อน และเนื้อหาของโครงการ

Wagner (2002, online) ได้ศึกษาสภาพที่เป็นอยู่ในทางคณิตศาสตร์เป็นการสรุปการสืบสวนสอบสวนในวิชาคณิตศาสตร์ มีการปฏิบัติโครงการคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เป็นการสังเกตรวบรวมพฤติกรรมของครูและผู้เรียนในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

เก็บข้อมูลจากการบันทึกการสนทนาและงานที่ผู้เรียนเขียน พบว่า ผู้เรียนชอบปฏิบัติโครงการ
คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน

งานวิจัยในประเทศ

ชัยรัตน์ สุภานาจ (2547, น. 127-130) ได้เปรียบเทียบทักษะ / กระบวนการทาง
คณิตศาสตร์และศึกษาความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ซึ่งการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าและศึกษาด้วย
ตนเอง ลงมือปฏิบัติตามความถนัดและความสนใจ ทำให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดสามารถ
แก้ปัญหาได้อย่างไม่จำกัด ความคิดไม่ถูกปิดกั้น ผู้เรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหาจึงส่งผลให้ผู้เรียนเกิด
ทักษะ / กระบวนการคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์สูงขึ้น และ
กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า
และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้กระทำทำให้เกิดความพร้อมและความ
กระตือรือร้นที่จะเรียนส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นอีกด้วย เนื่องจากกลุ่ม
ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงซึ่งมีความพร้อมมีความ
กระตือรือร้นและมีความเอาใจใส่ในการเรียนรู้ทำให้การจัดกิจกรรมต่าง ๆ ดำเนินไปอย่างรวดเร็ว
และมีประสิทธิภาพส่งผลให้คะแนนของผู้เรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์
สูงขึ้น ในการประเมินความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม
ของผู้เรียนด้วยการวัดและประเมินตามสภาพจริงที่ใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริค ทำให้ทราบถึง
การพัฒนาของผู้เรียนว่า เกิดการเรียนรู้มากขึ้นเพียงใด และเป็นไปตามสภาพที่แท้จริงของผู้เรียน
หรือไม่

สุกัญญา วุฒิรัตน์ (2547, น. 75-77) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถ
ในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 3 ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงการคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมี
วิจารณญาณอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าการนำโครงการคณิตศาสตร์มาใช้ในการสอนให้กับ
ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษเป็นการสอนอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณ และยังช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดมีการใช้เหตุใช้ผลได้รับประสบการณ์
ตรงทำให้ผู้เรียนมีความคิดหลายรูปแบบมีการวิเคราะห์ข้อมูลและมีกระบวนการในการจัดกระทำ
กับข้อมูลการนำโครงการคณิตศาสตร์มาใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์พบว่าผู้เรียนมีความสนใจ
มีความกระตือรือร้นและมีความสนุกสนานกับการเรียนรู้ทำให้สามารถพัฒนาการคิดอย่าง
มีวิจารณญาณได้ดีกว่าการเรียนการสอนตามปกติ และเป็นการฝึกกระบวนการกลุ่มให้ช่วยกันคิด

และแก้ปัญหาที่มีโอกาสและแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับสมาชิกในกลุ่มทำให้ผู้เรียนได้รับการยอมรับและรู้สึกว่าคุณค่า ซึ่งเป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมการคิดวิจารณ์ญาณเป็นอย่างดี

นรินทร์ธร ฝาริกการ (2553, น. 95-100) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์มีพัฒนาการทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองสูงขึ้น เนื่องจากการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียน ได้ค้นคว้าและศึกษาด้วยตนเอง ลงมือปฏิบัติตามความถนัดและความสนใจ ทำให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิด ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไม่จำกัด ความคิดไม่ถูกปิดกั้น ผู้เรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา และพบว่าหลังจากการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น เนื่องจากการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ ผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผนการปฏิบัติภาระงานร่วมกัน รับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะทางสังคม ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มเพื่อนดี มาก ผู้เรียนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มค่อนข้างดีและมีความสนใจเอาใจใส่ในการเรียนมากขึ้น

ณิชยาดา ภูชิตานุกฤษ (2560, น. 47-48) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้สังคมศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการทำงานเป็นทีม พบว่า ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมหลังการจัดการเรียนรู้สังคมศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อาจเป็นเพราะการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนในการทำโครงงาน โดยกำหนดไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเลือกตามความสนใจ ผู้เรียนต้องร่วมกันคิดหัวข้อในการทำโครงการ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นความสนใจและยกตัวอย่าง 2) ขั้นนำไปสู่การวางแผน ผู้เรียนร่วมกันกำหนดแนวทางในการทำงานทุกขั้นตอนของกลุ่ม เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของกลุ่ม 3) ขั้นมุ่งมั่นดำเนินการ ผู้เรียนร่วมกันปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้ร่วมกันกำหนด และ 4) ขั้นเขียนรายงาน นำเสนอและอภิปราย ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการไปสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้เพื่อเขียนรายงานนำเสนอ และร่วมกันอภิปราย ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ผู้เรียนได้เลือกเรื่องที่จะศึกษาและค้นคว้าหาความรู้ตนเอง ส่วนบทบาทของผู้สอนก็มีส่วนสำคัญในการทำให้ผู้เรียนสนใจและทำงานในแต่ละขั้นตอนได้สำเร็จ

เสมอ มะปัญญา (2560, น. 27-28) ได้ศึกษาการจัดการจัดโครงการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา พบว่า โครงการคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนจะทำส่วนใหญ่เป็น

โครงการคณิตศาสตร์ประเภทสำรวจ ทั้งนี้เป็นเพราะการสำรวจเป็นการศึกษาสิ่งที่อยู่รอบตัวและเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน จึงง่ายต่อการเก็บข้อมูล ครูให้ผู้เรียนเลือกหัวข้อโครงการตามความสนใจหรือความถนัดของผู้เรียน ส่วนในการประเมินผลการดำเนินการจัดทำโครงการคณิตศาสตร์จะมีการบันทึกผลการดำเนินงานโดยใช้การสังเกตการปฏิบัติงาน เนื่องจากการติดตามความก้าวหน้าตรวจสอบเพื่อตัดสินประสิทธิภาพของผลที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์เป็นการดำเนินการจนถึงที่สุดการจัดทำโครงการ ซึ่งครูที่ปรึกษาโครงการจะนำผลการประเมินที่ได้จากการประเมินมาใช้ปรับปรุงแผนปฏิบัติงานในครั้งต่อไป

นิลาวรรณ ทรงครุฑ (2561, น. 117-122) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงการและวิจัยเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงการและวิจัยเป็นฐานได้ฝึกให้นักเรียนทบทวนโครงการวิทยาศาสตร์ ลงมือปฏิบัติ วางแผน ออกแบบการทดลอง และนำเสนอโครงการ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้การวิจัยเข้าร่วม เพื่อเป็นแนวทางและตัวอย่างในการทำโครงการ การสืบค้นและการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตามขั้น คือ ระยะเวลาที่ 1 การพัฒนาเค้าโครง มี 6 ขั้นตอนย่อย คือ 1) ได้รับความสนใจ 2) ทบทวนประสบการณ์ 3) ระบุปัญหา 4) คัดสรรแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา 5) ออกแบบเค้าโครง 6) นำเสนอ ระยะเวลาที่ 2 การปฏิบัติการทำโครงการ และระยะเวลาที่ 3 การนำเสนอผลงาน และเป็นการฝึกให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม แสดงความคิดเห็น และกล้าแสดงออกในการนำเสนอผลงานของตนเองหน้าชั้นเรียน จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยการเห็นคุณค่าในตนเองในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานจะให้ผู้เรียนเป็นผู้เลือกหัวข้อตามความสนใจของตนเอง ได้ศึกษาค้นคว้าอย่างอิสระ ตลอดจนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิด และเป็นการส่งเสริมการทำงานกลุ่ม สร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้อื่น ให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือและระดมความคิดร่วมกัน

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

3.1 ความหมายของนวัตกรรม

นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาและกล่าวถึงนวัตกรรม ดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2540, น. 201) ได้ให้ความหมายของนวัตกรรม หมายถึง สิ่งประดิษฐ์ที่คิดค้นขึ้นมาปฏิบัติการณ์ใหม่ใหม่หรือสิ่งใดก็ตามที่พัฒนาให้ดีขึ้นกว่าเดิมที่มีอยู่

ไม่นำมาใช้ในการทำงานแล้วสามารถช่วยให้การทำงานนั้นมีประสิทธิภาพสูงขึ้นทั้งประหยัดเวลา และแรงงานด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งที่ควบคู่กันเสมอ

อรนุช ลิมตศิริ (2551, น. 4) ได้ให้ความหมายของนวัตกรรม หมายถึง เป็น แนวความคิดการกระทำหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ใหม่ซึ่งพัฒนาจากของเดิมที่มีอยู่หรือเป็นการค้นพบ ขึ้นใหม่โดยไม่ได้ปรับปรุงจากสิ่งที่มีอยู่ในการพัฒนาหรือการสร้างนวัตกรรมนั้นได้กระทำอย่างเป็น ระบบมีการทดลองและปรับปรุงจนกระทั่งมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจเมื่อนำไปใช้ใน สถานการณ์จริงสามารถช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561, น. 526) ได้ให้ความหมายของนวัตกรรม หมายถึง นวัตกรรมเป็นสิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีผู้ใดเคยทำมาก่อน หรือเป็นสิ่งใหม่ที่ทำมาแล้วในอดีตแต่นำมาใช้ ใหม่ หรือการนำนวัตกรรมเดิมที่อยู่แล้วมาพัฒนาดัดแปลงให้ดีขึ้นแล้วนำมาใช้ใหม่

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า นวัตกรรม คือ แนวความคิดหรือสิ่งประดิษฐ์ที่คิดค้น ขึ้นมาใหม่ หรืออาจพัฒนาของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น

3.2 ความหมายของความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาและกล่าวถึงความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2561, น. 4) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการ สร้างนวัตกรรม หมายถึง มีทักษะทางปัญญา ทักษะศตวรรษที่ 21 ความฉลาดดิจิทัล (digital intelligence) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะข้ามวัฒนธรรม สมรรถนะการบูรณาการข้ามศาสตร์ และมีคุณลักษณะของความเป็นผู้ประกอบการ เพื่อร่วมสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมทาง เทคโนโลยีหรือสังคม เพิ่มโอกาสและ มูลค่าให้กับตนเอง และสังคม

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2561, น. 14) ได้ให้ความหมาย ของความสามารถในการสร้างนวัตกรรม หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมความรู้ได้ ทั้งด้วย ตัวเองและการทำงานเป็นทีม เชื่อมโยง องค์ความรู้ และประสบการณ์มาใช้ในการสร้างสรรค์ สิ่งใหม่ ๆ อาจเป็นแนวความคิด โครงการ โครงการงาน ชิ้นงาน ผลผลิต

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม คือ ความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ โดยใช้ความรู้ที่เกิดจากการเชื่อมโยง ความคิดสร้างสรรค์ การบูรณาการความรู้ จนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3.3 ลักษณะของนวัตกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะของนวัตกรรม ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2561, น. 527; ออรนุช ลิมตศิริ, 2551, น. 5)

1. เป็นสิ่งใหม่ทั้งหมด หรือบางส่วนอาจเป็นของเดิมใช้ไม่ได้ผลในอดีตแต่นำมาปรับปรุงใหม่ หรือทำของปัจจุบันให้ดีขึ้น

2. นำวิธีการจัดระบบมาใช้ โดยพิจารณาองค์ประกอบทั้งส่วนข้อมูลนำเข้าไปในกระบวนการและผลลัพธ์ โดยกำหนดขั้นตอนการดำเนินการให้เหมาะสมก่อนที่จะทำการเปลี่ยนแปลง

3. มีการพิสูจน์ด้วยการวิจัยหรืออยู่ระหว่างการวิจัยว่า “สิ่งใหม่” นั้นจะช่วยแก้ปัญหาและการดำเนินงานบางอย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปกว่าเดิม

4. ยังไม่เป็นส่วนหนึ่งของระบบงานในปัจจุบันหาก “สิ่งใหม่” นั้นได้รับการเผยแพร่ยอมรับจนกลายเป็นส่วนหนึ่งของระบบงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ลักษณะของนวัตกรรม ต้องเป็นสิ่งใหม่หรือของเดิมที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ และสามารถนำนวัตกรรมไปแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ จนได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย

3.4 ลักษณะของนวัตกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะของนวัตกรรม ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ (วสันต์ สุทธาวาศ, 2559, น. 954-955)

1. เป็นผู้ชอบเสี่ยง เป็นคนแรกในการทำสิ่งต่าง ๆ มีความรู้ เป็นนักประดิษฐ์หรือมีความรอบรู้เทคโนโลยี หลงใหลในการสร้างนวัตกรรม มีความสามารถในการเข้าใจและประยุกต์ความรู้เชิงเทคนิคที่ซับซ้อน สามารถรับมือกับสถานการณ์ที่ไม่แน่นอนระหว่างการพัฒนาวัตกรรมได้ดี

2. เป็นผู้ที่ชอบคิดสร้างสรรค์อยู่ตลอดเวลา

3. เป็นผู้ผลักดันให้นำความคิดใหม่มาประยุกต์

4. เป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในทักษะการเชื่อมโยงความคิด ตั้งคำถาม สังเกต ปฏิสัมพันธ์ และทดลอง

5. ไม่ย่อท้อต่อการทำงานหนัก ทำงานเชิงรุกและรวดเร็ว

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ลักษณะของนวัตกรรม เป็นผู้ที่กล้าคิดสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงความคิด และนำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้

3.5 การวัดประเมินความสามารถการสร้างนวัตกรรม

นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาและกล่าวถึงแนวทางการวัดประเมินความสามารถการสร้างนวัตกรรม ดังนี้

เนาวนิตย์ สงคราม (2556, น. 135-145) ได้แบ่งประเด็นการประเมินเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. มาตรฐานด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม

1.1 มาตรฐานด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม มีการวิเคราะห์ปัญหาอย่างมีระบบ และสามารถอธิบายถึงรายละเอียดของปัญหาได้ครอบคลุม

1.2 การกำหนดเป้าหมายที่สอดคล้องกับปัญหา และมีความเป็นไปได้ในการนำไปแก้ปัญหาได้จริง

1.3 ความคิดในการสร้างนวัตกรรม แสดงกรอบแนวคิดได้อย่างชัดเจน และครอบคลุมเป้าหมายในการสร้างผลงานนวัตกรรม

1.4 การออกแบบนวัตกรรมตามหลักการและทฤษฎี มีหลักการแนวคิดหรือทฤษฎีในการพัฒนานวัตกรรมอย่างชัดเจนทุกขั้นตอน

1.5 การปรับปรุงนวัตกรรมต้นแบบมีการปรับปรุงนวัตกรรมต้นแบบหลังจากการทดลองใช้อย่างเป็นระบบ

1.6 การประเมินและสรุปผลนวัตกรรม

1.7 การนำเสนอนวัตกรรม / เผยแพร่นวัตกรรม

1.8 ความค่านึงเรื่องลิขสิทธิ์ / จรรยาบรรณ

2. มาตรฐานด้านคุณค่า

2.1 องค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม

2.2 การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ตาม

2.3 ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา

2.4 ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

2.5 การยอมรับจากผู้ใช้งาน

2.6 การเรียนรู้ร่วมกันจากกลุ่มผู้พัฒนานวัตกรรม

3. ความเป็นนวัตกรรม

3.1 สิ่งใหม่วิธีการสิ่งใหม่หรือแนวทางใหม่

3.2 การสร้างสรรค์ในผลงาน

3.3 ลิขสิทธิ์หรือสิทธิบัตร

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2561, น. 15-16) ได้แบ่งระดับคุณภาพในการประเมินเป็น 5 ระดับ ได้แก่

1. ระดับกำลังพัฒนา

1.1 ผู้เรียนมีความสามารถในการอ่านการเขียนการสื่อสารและการคิด
คำนวณต่ำกว่าเป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด

1.2 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรสถานศึกษาดูต่ำกว่า
เป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด

2. ระดับปานกลาง

2.1 ผู้เรียนมีความสามารถในการอ่านการเขียนการสื่อสารและการคิด
คำนวณเป็นไปตามเป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด

2.2 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรสถานศึกษาเป็นไป
ตามเป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด

3. ระดับดี

3.1 ผู้เรียนมีความสามารถในการอ่านการเขียนการสื่อสารและการคิด
คำนวณเป็นไปตามเป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด

3.2 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรสถานศึกษาเป็นไป
ตามเป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด

3.3 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณ
อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแก้ปัญหาได้

3.4 ผู้เรียนมีความรู้และทักษะพื้นฐานในการสร้างนวัตกรรม

3.5 ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการ
สื่อสารเพื่อพัฒนาตนเองได้อย่างเหมาะสมปลอดภัย

4. ระดับดีเลิศ

4.1 ผู้เรียนมีความสามารถในการอ่านการเขียนการสื่อสารและการคิด
คำนวณสูงกว่าเป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด

4.2 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรสถานศึกษาสูงกว่า
เป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด

4.3 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณ
อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้

4.4 ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

4.5 ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อสาร เพื่อพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้การสื่อสารการทำงาน

5. ระดับยอดเยี่ยม

5.1 ผู้เรียนมีความสามารถในการอ่านการเขียนการสื่อสารและการคิด คำนวณสูงกว่าเป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด

5.2 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรสถานศึกษาสูงกว่า เป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด

5.3 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์คิดอย่างมีวิจารณญาณ อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและแก้ปัญหาได้ ผู้เรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมมีการนำไปใช้และการเผยแพร่

5.4 ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้การสื่อสารการทำงานอย่างสร้างสรรค์และมีคุณธรรม

ซึ่งการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมตามสำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2561, น. 3) ในการกำหนดมาตรฐานด้านคุณภาพผู้เรียน จัดอยู่ในคุณภาพมาตรฐานขั้นสูง ได้แก่ ระดับ “ดี” “ดีเลิศ” และ “ยอดเยี่ยม” จะมุ่งเน้นไปที่คุณภาพ มาตรฐานในระดับที่แตกต่างกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ประเมินได้หลายรูปแบบ เนื่องจากนวัตกรรมที่ได้เป็นได้ทั้งแนวความคิด โครงการ โครงการ ชิ้นงาน ผลผลิต ผู้วิจัยได้แบ่งประเด็นการประเมินได้ 4 ด้าน ดังนี้

1. นวัตกรรมเป็นสิ่งใหม่ / วิธีการใหม่ / แนวความคิดใหม่
2. การนำองค์ความรู้ใหม่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม
3. การออกแบบนวัตกรรมเป็นไปตามวัตถุประสงค์
4. การนำไปใช้และการเผยแพร่

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ตรีทิพ บุญแย้ม (2554, น. 116) ได้ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุพระระดับที่มีอิทธิพล ต่อพฤติกรรมสร้างนวัตกรรมระดับบุคคลและระดับกลุ่มงานเพื่อสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ใน

บริษัทเอกชนของไทย จากการทดสอบแบบจำลองพฤติกรรมสร้างนวัตกรรมในระดับบุคคลได้รับอิทธิพลโดยตรงจากลักษณะการคิดริเริ่มและการเปิดกว้างทางความคิด อาจเป็นเพราะแนวคิดการพัฒนาลักษณะการคิดริเริ่มที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการศึกษานี้ เป็นลักษณะการคิดริเริ่มที่เน้นประเด็นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และประเด็นการเปิดกว้างทางความคิดถือเป็นข้อค้นพบที่น่าสนใจ เนื่องจากประเด็นการเปิดกว้างทางความคิดมักถูกนำเสนอในบทความต่าง ๆ ว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนวัตกรรม ส่วนความสัมพันธ์และอิทธิพลของตัวแปรระดับกลุ่มงานไม่ปรากฏความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างพฤติกรรมสร้างนวัตกรรมในระดับกลุ่มงานกับการสนับสนุนนวัตกรรมขององค์กร

วรชาติ ฉิมทองดี (2558, น. 330) ได้ศึกษาโมเดลเชิงสาเหตุของความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของครูโดยมีการคิดสร้างสรรค์เป็นตัวแปรส่งผ่าน พบว่า ครูที่สอนระดับชั้นที่ต่างกันหรือสอนในโรงเรียนขนาดต่างกัน มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมไม่แตกต่างกัน เนื่องจาก ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมเป็นความสามารถเฉพาะบุคคล แรงจูงใจในการสร้างนวัตกรรม บุคลิกภาพและความรู้ในการสร้างนวัตกรรม และการอบรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาอย่างต่อเนื่อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม จะเห็นว่า ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมเกิดจากการคิดสร้างสรรค์ หรือการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และไม่สามารถเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างนวัตกรรมระหว่างบุคคลได้ เนื่องจากมีความแตกต่างกันในด้านความสามารถเฉพาะบุคคล องค์ความรู้เดิม และแรงจูงใจ

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนผู้เรียน 72 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนผู้เรียน 36 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit)

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
2. แบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

ขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ตามขั้นตอนดังนี้

- 1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.

2560)

1.2 วิเคราะห์การเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตอนต้น (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3) เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

1.3 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

1.4 จัดทำสื่อการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้

1.5 จัดทำเครื่องมือวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

1.6 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวนทั้งสิ้น 12 แผนการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะเริ่มต้น เป็นการฝึกให้ผู้เรียนสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลที่น่าสนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ฝึกวิเคราะห์โครงงานคณิตศาสตร์จากตัวอย่างโครงงานที่กำหนดให้

ระยะที่ 2 ระยะลงมือปฏิบัติ เป็นระยะที่ผู้เรียนเริ่มทำโครงงานคณิตศาสตร์ โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มละ 6 คน เริ่มจากการระบุปัญหาหรือคำถามเพื่อสร้างสิ่งใหม่ วางแผนแก้ปัญหา โดยทำเค้าโครงโครงงาน ลงมือปฏิบัติทำโครงงาน วิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูล สร้างความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ และสรุปผลสะท้อนความคิดขยายความรู้ มีขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การเลือกหัวข้อโครงงาน ขั้นตอนที่ 2 กำหนดจุดมุ่งหมายและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงงาน และขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติโครงงาน

ระยะที่ 3 ระยะสิ้นสุดการทำโครงงาน เป็นการประเมินผล จัดทำรูปเล่มโครงงาน เผยแพร่และนำเสนอโครงงาน ให้ผู้เรียนฝึกและจัดป้ายนิเทศการนำเสนอโครงงาน มีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การประเมินผล ขั้นตอนที่ 2 การเขียนรายงานโครงงาน และขั้นตอนที่ 3 การนำเสนอโครงงาน

โดยรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ดังตาราง 8

ตาราง 8 รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

| ระยะที่ | คาบที่ | แผนการจัดการเรียนรู้ที่ | เรื่อง |
|--|---------|-------------------------|--|
| ระยะที่ 1 ระยะ เริ่มต้น | 1 | 1 | การสำรวจและการเก็บรวบรวมข้อมูล |
| | 2 | 2 | การศึกษาและวิเคราะห์โครงงาน คณิตศาสตร์ |
| | 3 | 3 | การทำโครงงานฉบับตัวอย่างจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ |
| ระยะที่ 2 ระยะลงมือ ปฏิบัติ | 4 | 4 | การคิดและเลือกหัวข้อที่จะทำโครงงาน |
| | 5 | 5 | การเขียนเค้าโครงของโครงงาน |
| | 6 | 6 | การนำเสนอเค้าโครงของโครงงาน |
| | 7 | 7 | การปฏิบัติโครงงาน |
| | 8 | 8 | การเก็บรวบรวมข้อมูลและการบันทึกผล การดำเนินงาน |
| ระยะที่ 3 ระยะสิ้นสุด การทำ โครงงาน | 9 | 9 | การเขียนรายงานโครงงาน |
| | 10 – 11 | 10 | การนำเสนอโครงงาน และทำแบบวัด ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม |
| | 12 | 11 | การจัดนิทรรศการนำเสนอโครงงาน |
| | 13 | 12 | การสอบถามความคิดเห็นของผู้ทำ โครงงาน |

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญา
นิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ภาษา เนื้อหา รูปแบบเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน
เป็นฐานให้เหมาะสมกับเวลา ความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด การจัดการ
เรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างการวัดและประเมินผลกับตัวชี้วัด แล้วนำ
ข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวนทั้งสิ้น 12 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนผู้เรียน 36 คน เพื่อดูความเหมาะสมของเวลาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อพิจารณาความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนผู้เรียน 36 คน

2. แบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ตามขั้นตอน
ดังนี้

2.1 กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม
ของผู้เรียน

2.2 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถใน
การสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน

2.3 กำหนดขอบเขตและองค์ประกอบของความสามารถในการสร้างนวัตกรรม
ของผู้เรียน ได้แก่

2.3.1 การออกแบบและสร้างนวัตกรรม

2.3.2 นวัตกรรมใช้ได้ตามความมุ่งหมาย

2.3.3 ความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่

2.3.4 การนำนวัตกรรมไปประยุกต์ใช้และเผยแพร่

2.4 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม โดย
กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric scoring) ดังตาราง 9

ตาราง 9 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

| รายการประเมิน | สัดส่วน คะแนน | เกณฑ์การให้คะแนน |
|---------------------------------------|------------------|---|
| 1. การออกแบบและสร้างนวัตกรรม | | |
| 1.1 กำหนดหัวข้อที่ น่าสนใจจากปัญหา | 3 | 3 – หัวข้อมีความน่าสนใจ ตรงประเด็น และ สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ 2 – หัวข้อมีความน่าสนใจ ตรงประเด็น แต่ไม่ สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ 1 – หัวข้อมีความน่าสนใจ ไม่ตรงประเด็น และไม่ สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ 0 – หัวข้อไม่มีความน่าสนใจ ไม่ตรงประเด็น และไม่ สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ |
| 1.2 ชื่อนวัตกรรม | 2 | 2 – ใช้ภาษากระชับ และเมื่ออ่านชื่อแล้วมองเห็น ภาพของนวัตกรรมว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร 1 – ใช้ภาษากระชับ แต่เมื่ออ่านชื่อแล้วมองไม่เห็น ภาพของนวัตกรรมว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร หรือ ใช้ภาษาไม่กระชับ แต่เมื่ออ่านชื่อแล้วมองเห็น ภาพของนวัตกรรมว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร 0 – ใช้ภาษาไม่กระชับ เข้าใจยาก และเมื่ออ่านชื่อ แล้วมองไม่เห็นภาพของนวัตกรรมว่ามีลักษณะเป็น อย่างไร |
| 1.3 ที่มาและ ความสำคัญ | 3 | 3 – ระบุเหตุผลในการทำและความสำคัญของ นวัตกรรม มีความสอดคล้องกับชื่อนวัตกรรม 2 – ระบุเหตุผลในการทำแต่ไม่ระบุความสำคัญของ นวัตกรรม มีความสอดคล้องกับชื่อนวัตกรรม หรือ ระบุเหตุผลในการทำและระบุความสำคัญของ นวัตกรรม แต่ไม่มีความสอดคล้องกับชื่อนวัตกรรม |

ตาราง 9 (ต่อ)

| รายการประเมิน | สัดส่วนคะแนน | เกณฑ์การให้คะแนน |
|--|--------------|--|
| | | <p>1 – ระบุเหตุผลในการทำแต่ไม่ระบุความสำคัญของนวัตกรรม และไม่มีคำตอบคล้องกับชื่อนวัตกรรม</p> <p>0 – ไม่ระบุเหตุผลในการทำและความสำคัญของนวัตกรรม และไม่มีคำตอบคล้องกับชื่อนวัตกรรม</p> |
| 1.4 ความมุ่งหมาย ตัวแปรที่ศึกษา และ สมมติฐาน | 1 | <p>1 – ความมุ่งหมายมีความสอดคล้องกับที่มาและความสำคัญ หรือ ตัวแปรที่ศึกษาครบถ้วนและมีความสอดคล้องกับความมุ่งหมาย หรือ สมมติฐานระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรชัดเจน</p> <p>0 – ความมุ่งหมายไม่มีความสอดคล้องกับที่มาและความสำคัญ หรือ ตัวแปรที่ศึกษาไม่ครบถ้วน และไม่มีคำตอบคล้องกับความมุ่งหมาย หรือ สมมติฐานระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรไม่ชัดเจน</p> |
| 1.5 วิธีการ ดำเนินการ | 2 | <p>2 – วิธีการดำเนินการเป็นขั้นตอน และมีความสอดคล้องกับความมุ่งหมาย</p> <p>1 – วิธีการดำเนินการเป็นขั้นตอน และไม่มีคำตอบคล้องกับความมุ่งหมาย หรือ วิธีการดำเนินการไม่เป็นขั้นตอน และมีความสอดคล้องกับความมุ่งหมาย</p> <p>0 – วิธีการดำเนินการไม่เป็นขั้นตอน และไม่มีคำตอบคล้องกับความมุ่งหมาย</p> |

ตาราง 9 (ต่อ)

| รายการประเมิน | สัดส่วนคะแนน | เกณฑ์การให้คะแนน |
|---|--------------|--|
| 2. นวัตกรรมใช้ได้ตามความมุ่งหมาย | 1 | 1 – นวัตกรรมใช้ได้ตามความมุ่งหมายครบถ้วน หรือ นวัตกรรมใช้ได้ตามความมุ่งหมายบางส่วน 0 – นวัตกรรมใช้ไม่ตรงตามความมุ่งหมาย |
| 3. ความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ | 2 | 2 – แสดงให้เห็นความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่และมีการสร้างนวัตกรรมหรือองค์ความรู้ใหม่ ๆ ขึ้น 1 – แสดงให้เห็นความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ 0 – ไม่แสดงให้เห็นความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ |
| 4. การนำนวัตกรรมไปประยุกต์ใช้และเผยแพร่ | 2 | 2 – นำนวัตกรรมไปประยุกต์ใช้และเผยแพร่ได้ 1 – นำนวัตกรรมไปใช้และเผยแพร่ได้ 0 – ไม่สามารถนำนวัตกรรมไปใช้และเผยแพร่ได้ |

2.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนและการแปลผลแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้
(บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 209; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2561, น. 3)

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 91 ขึ้นไป แปลความหมายว่า ระดับยอดเยี่ยม (Brilliant)

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 71 – 90 แปลความหมายว่า ระดับดีเลิศ (Excellent)

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 51 – 70 แปลความหมายว่า ระดับดี (Good)

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 31 – 50 แปลความหมายว่า ระดับปานกลาง (Fair)

คะแนนคิดเป็นร้อยละ 20 – 30 แปลความหมายว่า ระดับกำลังพัฒนา (Improvement)

โดยเกณฑ์ในการประเมินอยู่ในระดับดีเลิศขึ้นไป ได้แก่ ระดับดีเลิศหรือยอดเยี่ยม ถือว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

2.6 ดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมที่เป็นคำถามปลายเปิดให้เขียนถึงกระบวนการสร้างนวัตกรรม รวมทั้งประเมินชิ้นงานและการนำเสนอ จำนวน 2 ข้อ นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

2.7 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง ความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องกับองค์ประกอบที่ต้องการวัด รวมถึงความเหมาะสมด้านภาษาและการสื่อความหมาย โดยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

2.8 ปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

2.9 นำแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ที่ผ่านการเรียนโครงงานคณิตศาสตร์มาแล้ว เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา และเวลาที่ใช้ในการทำ แล้วคัดเลือกมา 1 ข้อ

2.10 จัดทำแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมฉบับสมบูรณ์นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัย แบบการทดลองหนึ่งกลุ่ม (one shot experimental case study) โดยมีรูปแบบดังตาราง 10 (อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, 2561, น. 141-142)

ตาราง 10 แบบแผนการวิจัย

| การทดลอง | สอบหลัง |
|----------|---------|
| Tx | Obs |

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

Tx แทน การจัดกระทำ (treatment)

Obs แทน การสังเกตหรือการวัดค่าตัวแปรตาม (observation)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน มีผู้เรียนทั้งหมด 36 คน

2. ชี้แจงกลุ่มตัวอย่างให้ทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง

3. ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วยตนเอง โดยใช้เวลาสอน 13 คาบ

4. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนทำแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ใช้เวลา 2 คาบ

5. ตรวจสอบให้คะแนนแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล

4. การจัดการกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดการกระทำข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หลังการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample

2. ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับดีเลิศขึ้นไป ได้แก่ ระดับดีเลิศและระดับยอดเยี่ยม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถิติพื้นฐาน สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ

1.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

ความเที่ยงตรงโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติ t-test for one sample

บทที่ 4

ผลการศึกษา

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ในการนำเสนอ ดังนี้

| | | |
|-----------|-----|--|
| n | แทน | จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง |
| \bar{x} | แทน | ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง |
| s | แทน | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน |
| μ_0 | แทน | ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ |
| k | แทน | คะแนนเต็ม |
| p-value | แทน | ค่านัยสำคัญของการทดสอบ |
| t | แทน | ค่าสถิติของการแจกแจงแบบ t – Distribution |
| ** | แทน | นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 |

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูล ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample

2. ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับดีเลิศขึ้นไป ได้แก่ ระดับดีเลิศและระดับยอดเยี่ยม

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. ระยะเวลาที่ 1 ระยะเวลาเริ่มต้น พิจารณาจากการเขียนในใบงานที่ 1 - 3 (รายกลุ่ม) และสังเกตพฤติกรรมในการทำกิจกรรมของผู้เรียน

2. ระยะเวลาที่ 2 ระยะเวลาลงมือปฏิบัติ พิจารณาจากการเขียนในใบงานที่ 4 - 5 (รายกลุ่ม) และสังเกตพฤติกรรมในการทำกิจกรรมของผู้เรียน

3. ระยะเวลาที่ 3 ระยะเวลาสิ้นสุดการทำโครงงานสังเกตพฤติกรรมในการทำกิจกรรมของผู้เรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70

| ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม | n | k | \bar{x} | s | μ_0 (70%) | t | p-value |
|------------------------------|----|----|-----------|------|------------------|--------|---------|
| | 36 | 16 | 13.11 | 1.21 | 11.20 | 9.45** | <0.001 |

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 พบว่า ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.11 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 16 คะแนน) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.214 คิดเป็นร้อยละ 81.94 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1

2. ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับดีเลิศขึ้นไป ได้แก่ ระดับดีเลิศและระดับยอดเยี่ยม

ตาราง 12 ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

| ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรม | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|-----------------------------------|------------|--------|
| ยอดเยี่ยม (Brilliant) | 8 | 22.22 |
| ดีเลิศ (Excellent) | 28 | 77.78 |
| ดี (Good) | 0 | 0.00 |
| ปานกลาง (Fair) | 0 | 0.00 |
| กำลังพัฒนา (Improvement) | 0 | 0.00 |
| รวม | 36 | 100 |

จากตาราง 12 พบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีเลิศขึ้นไป จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

โดยมีจำนวนผู้เรียนที่มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีเลิศ จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 และมีจำนวนผู้เรียนที่มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับยอดเยี่ยม จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. ระยะที่ 1 ระยะเริ่มต้น พิจารณาจากการเขียนใบงานที่ 1 – 3 (รายกลุ่ม) และสังเกตพฤติกรรมในการทำกิจกรรมของผู้เรียน

การทำใบงานที่ 1 ฝึกให้ผู้เรียนสำรวจและเก็บข้อมูลที่สนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมีแนวคิดและหัวข้อที่น่าสนใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนมาในระดับชั้นปัจจุบัน และระดับชั้นก่อนหน้า ซึ่งผู้เรียนสามารถเขียนแหล่งข้อมูลที่วางแผนจะศึกษาค้นคว้าได้ดี ดังภาพประกอบ 3

ให้นักเรียนร่วมปรึกษาหารือกันในกลุ่ม แล้วช่วยกันพิจารณาถึงหัวข้อหรือสิ่งต่าง ๆ ที่น่าสนใจที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ และแหล่งข้อมูลที่จะศึกษาค้นคว้าหารายละเอียดเพิ่มเติม แล้วเขียนเติมคำตอบลงในตาราง

| หัวข้อหรือสิ่งต่าง ๆ ที่น่าสนใจที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ | แหล่งข้อมูลที่จะศึกษาค้นคว้าหารายละเอียดเพิ่มเติม |
|---|---|
| สูตรคูณจำนวน 3 หลัก กับ จำนวน 3 หลัก ให้เร็วที่สุด | ฝึกการคูณบ่อย ๆ และลองหาสูตรคูณด้วยตนเอง |
| คำนวณรากที่สอง..... | ฝึกถอดรากบ่อย ๆ และหาสูตรในอินเทอร์เน็ต |
| รูปร่างและรูปทรงของช็อคโกแลต..... | ห้างสรรพสินค้าที่สามารถซื้อช็อคโกแลตได้.. |
| คำนวณองศาในการยิงปืน..... | สอบถามผู้เชี่ยวชาญในการยิงปืน..... |
| คำนวณดาเมจใน ROV (บวก ลบ คูณ ร้อยละ)..... | คลิปวิดีโอในยูทูป..... |
| คำนวณเวลาในการละลายของไอศกรีม..... | สอบถามผู้ทดลอง และสืบค้นในอินเทอร์เน็ต |

ภาพประกอบ 3 การเขียนใบงานที่ 1

การทำใบงานที่ 2 ฝึกผู้เรียนได้ศึกษาตัวอย่างโครงการคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งสืบค้นโครงการที่สนใจมา 1 โครงการ พบว่า ผู้เรียนสามารถแยกองค์ประกอบของโครงการได้ดี แต่มีความสับสนเกี่ยวกับประเภทโครงการระหว่างประเภทศึกษาค้นคว้าทดลอง ประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ และประเภทสร้างทฤษฎีหรือคำอธิบาย ทำให้ส่งผลต่อการทำโครงการ เนื่องจากต้องระบุมุ่งหมายที่ชัดเจนจะช่วยให้การทำโครงการได้สะดวกขึ้น ส่วนการสืบค้นโครงการที่สนใจเพิ่มเติมจะได้เป็นแนวทางในการทำโครงการขั้นตอนต่อไปดังภาพประกอบ 4

ให้นักเรียนร่วมศึกษาตัวอย่างโครงการคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง และสืบค้นโครงการคณิตศาสตร์ที่สนใจมา 1 โครงการ

ชื่อโครงการ การเปรียบเทียบปริมาตรทรงกรวยและปริมาตรทรงกระบอก.....

ประเภทโครงการ ทฤษฎี.....

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาตรทรงกรวยและปริมาตรทรงกระบอก.....

ตัวแปร (ถ้ามี)

 ตัวแปรต้น ทรงกลมและทรงกระบอก.....

 ตัวแปรตาม ปริมาตรทรงกรวยและปริมาตรทรงกระบอก.....

 ตัวแปรควบคุม ความสูงและความกว้างของทรงกลมและทรงกระบอก.....

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง สูตรปริมาตรทรงกรวยและปริมาตรทรงกระบอก.....

วิธีการดำเนินงาน

1. ประชุมเพื่อศึกษาแผนโครงการและเสนออาจารย์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง.....
2. คณะทำงานเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ.....
3. คณะทำงานตรวจสอบความถูกต้อง.....
4. คณะทำงานนำเสนอผลงาน.....
5. จัดทำรูปเล่ม.....

ผลการดำเนินงาน

1. หาปริมาตรของทรงกลมและทรงกระบอกแล้วนำมาหาผลต่าง.....
2. ตรวจสอบความถูกต้องและความแม่นยำในการวิธีการคำนวณ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง.....

ภาพประกอบ 4 การเขียนใบงานที่ 2

| โครงการคณิตศาสตร์ที่สนใจ | |
|--|--|
| ชื่อโครงการ | ความน่าจะเป็น |
| ประเภทโครงการ | ทฤษฎี |
| วัตถุประสงค์ | |
| 1. | อธิบายหลักและทฤษฎีความน่าจะเป็นได้ |
| 2. | นำความรู้เรื่อง ความน่าจะเป็น ใช้ในชีวิตประจำวันได้ |
| ตัวแปร (ถ้ามี) | |
| ตัวแปรต้น | - |
| ตัวแปรตาม | - |
| ตัวแปรควบคุม | - |
| หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ทฤษฎีความน่าจะเป็น | |
| วิธีการดำเนินงาน | |
| 1. | ประชุมเพื่อศึกษาแผนโครงการและเสนออาจารย์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง |
| 2. | คณะทำงานเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ |
| 3. | คณะทำงานตรวจสอบความถูกต้องและจัดสรรข้อมูลเรียงลำดับจำแนก |
| 4. | คณะทำงานร่างโครงการ แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา และตรวจสอบความถูกต้อง |
| 5. | คณะทำงานนำเสนอผลงานในชั้นเรียน อภิปรายร่วมกันและประเมินกลุ่มอื่น ๆ |
| 5. | จัดทำรูปเล่มส่งอาจารย์ที่ปรึกษา |
| ผลการดำเนินงาน | |
| 1. | หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์จากการทดลองสุ่มแต่ละตัวที่เกิดขึ้นเท่า ๆ กันได้ |
| 2. | ใช้ความรู้เรื่อง ความน่าจะเป็น คาดการณ์ล่วงหน้าได้อย่างสมเหตุสมผล |
| 3. | ใช้ความรู้เรื่อง ความน่าจะเป็น ประกอบการตัดสินใจได้ |

ภาพประกอบ 4 (ต่อ)

การทำใบงานที่ 3 นี้ ฝึกวิเคราะห์แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้และฝึกเขียนอธิบายแนวคิดของตนเองลงในใบงาน พบว่า ทุกกลุ่มให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีโดยร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีบางสถานการณ์ที่ยังแก้ไขปัญหาไม่ได้ เนื่องด้วยไม่เคยพบกับสถานการณ์เหล่านั้น ผู้สอนจึงเข้าไปช่วยชี้แนะแนวทาง ดังภาพประกอบ 5

ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามในแต่ละข้อให้ถูกต้อง

ปริศนาเหรียญปลอม

มีเหรียญวางซ้อนกันอยู่ 10 กอง แต่ละกองประกอบด้วยเหรียญ 10 เหรียญ ถ้าทราบน้ำหนักของเหรียญจริงหนึ่งเหรียญ และน้ำหนักของเหรียญปลอมหนึ่งเหรียญว่าหนักกว่าเหรียญจริงอยู่ 1 กรัม นอกจากนี้ยังทราบอีกว่า ในกองเหรียญทั้ง 10 กอง มีอยู่หนึ่งกองเป็นเหรียญปลอมทั้งหมด จะต้องนำเหรียญในกองไปชั่งอย่างน้อยที่สุดกี่ครั้ง จึงจะทราบว่าเหรียญกองไหนเป็นเหรียญปลอม

❶ ชื่อโจทย์ปัญหา. ปริศนาเหรียญบาท

แนวคิดหรือวิธีการหาคำตอบ

- 1. สมมติให้เหรียญแท้มีน้ำหนักเหรียญละ 1 กรัม และเหรียญปลอมมีน้ำหนักเหรียญละ 2 กรัม
- 2. หยิบเหรียญในแต่ละกอง โดยมีกองละ 10 เหรียญ และหยิบพร้อมกัน ดังนี้
- กองที่ 1. หยิบ 1 เหรียญ
- กองที่ 2. หยิบ 2 เหรียญ
- กองที่ 3. หยิบ 3 เหรียญ
- :
- กองที่ 10. หยิบ 10 เหรียญ
- 3. นำเหรียญทั้งหมดที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก
- หากเป็นเหรียญแท้ น้ำหนักรวม $1+2+3+\dots+10=55$ กรัม
- เมื่อน้ำหนักเกินจะทราบได้ทันทีว่ากองใดเป็นเหรียญปลอม
- เช่น น้ำหนักรวม 58 กรัม น้ำหนักเกิน 3 กรัม ทำให้ทราบว่าเหรียญปลอมอยู่กองที่ 3

คำตอบที่ได้ 1 ครั้ง

ความ ได้จากโ

ภาพประกอบ 5 การเขียนใบงานที่ 3

2. ระยะที่ 2 ระยะลงมือปฏิบัติ พิจารณาจากการเขียนใบงานที่ 4 – 5 (รายกลุ่ม) และสังเกตพฤติกรรมในการทำกิจกรรมของผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 1 การเลือกหัวข้อโครงงาน และขั้นตอนที่ 2 เป็นการกำหนดความมุ่งหมายและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พิจารณาจากการทำใบงานที่ 4 ฝึกการคิดและเลือกหัวข้อที่จะทำโครงงานพร้อมทั้งกำหนดจุดมุ่งหมาย พบว่า บางกลุ่มไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างโครงงานคณิตศาสตร์กับเกมคณิตศาสตร์ บางกลุ่มทำโครงงานเป็นเกมคณิตศาสตร์จึงให้ไปปรับหัวข้อแล้วนำมาปรึกษาใหม่ ส่วนกลุ่มอื่น ๆ หัวข้อมีความน่าสนใจสามารถทำได้ดี แต่เขียนความมุ่งหมายยังไม่กระชับ และไม่เฉพาะเจาะจง ส่วนใหญ่จะเขียนเป็นภาพรวม ดังภาพประกอบ 6

| | |
|---|---|
| ให้นักเรียนร่วมกันคิดและเขียนชื่อโครงการและความมุ่งหมายของโครงการ | |
| ชื่อโครงการ | เครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ |
| ความมุ่งหมาย | 1. สามารถสร้างเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติได้ |
| | 2. เพื่อช่วยประหยัดเวลาและเพิ่มเวลาในการทำสิ่งต่าง ๆ ในแต่ละวัน |

ภาพประกอบ 6 การเขียนใบงานที่ 4

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนเค้าโครงโครงการ พิจารณาจากการทำใบงานที่ 5 เป็นการเขียนเค้าโครงโครงการ แต่ละกลุ่มสามารถเขียนได้ดี มีการออกแบบโครงการน่าสนใจ มีการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ และต่อยอดโครงการที่มีอยู่แล้ว ทุกกลุ่มมีแนวคิดและวางแผนโครงการได้อย่างชัดเจน ดังภาพประกอบ 7

| | |
|-----------------------------|--|
| เค้าโครงโครงการ | |
| 1. ชื่อโครงการ | เครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ |
| 2. ความเป็นมาและความสำคัญ | เนื่องจากไม่มีคนอยู่บ้านและไม่มีเวลาให้อาหารปลา ทำให้ปลาดายบางส่วน ผู้จัดทำโครงการจึงเกิดแนวคิดที่จะสร้างเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติขึ้นเพื่อช่วยเพิ่มเวลาในการทำสิ่งต่าง ๆ ในแต่ละวันเนื่องจากการให้อาหารปลาเป็นสิ่งที่จะต้องทำทุกวัน |
| 3. ความมุ่งหมาย | 1. สามารถสร้างเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติได้ |
| | 2. เพื่อช่วยประหยัดเวลาและเพิ่มเวลาในการทำสิ่งต่าง ๆ ในแต่ละวัน |
| 4. ขอบเขต | ระยะเวลาที่ใช้ 1 เดือน |
| | ตัวแปร (ประเภททดลอง) - |
| 5. สมมติฐาน (ประเภททดลอง) - | |
| 6. วิธีดำเนินงาน | วัสดุอุปกรณ์ |
| | 1. ฟิวเจอร์บอร์ด |
| | 2. เชือก |
| | 3. กรรไกร |
| | 4. สกอตเทป |
| | 5. นาฬิกาปลุกแบบสั่น |
| | 6. อาหารปลา |
| | 7. ปืนกาว |
| | 8. ถ้วยใส่อาหารปลา |

ภาพประกอบ 7 การเขียนใบงานที่ 5

| | |
|-------------------------------|-------|
| แผนปฏิบัติงาน | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| 7. แนวทางการดำเนินงาน | |
| | |
| | |
| | |
| 8. ผลที่คาดว่าจะได้รับ | |
| | |
| 9. เอกสารอ้างอิง | |
| | |

ภาพประกอบ 7 (ต่อ)

การนำเสนอเค้าโครงโครงการผู้เรียนทุกกลุ่มมีแนวคิดที่น่าสนใจ โดยในตอนท้ายของการนำเสนอจะให้กลุ่มอื่น ๆ ได้ซักถาม ซึ่งผู้เรียนมีความสนใจและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ทำให้ได้กำหนดแนวทางในการทำโครงการได้อย่างชัดเจนมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติโครงการ เนื่องจากผู้เรียนได้วางแผนและกำหนดแนวทางโครงการอย่างชัดเจน ทำให้โครงการประสบความสำเร็จ มีบางกลุ่มที่พบอุปสรรคในการดำเนินงาน เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบของโครงการ สมาชิกในกลุ่มได้ร่วมกันแก้ปัญหา และสามารถผ่านอุปสรรคไปได้

3. ระยะเวลาที่ 3 ระยะเวลาสิ้นสุดการทำโครงการ สังเกตพฤติกรรมในการทำกิจกรรมของผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินผล ให้ผู้เรียนได้ประเมินโครงการของตนเองและผู้อื่น โดยประเมินก่อนการดำเนินการ ระหว่างการดำเนินการ และหลังการดำเนินการ โดยให้คะแนนแต่ละกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนดให้

ขั้นตอนที่ 2 การเขียนรายงานโครงงาน ผู้เรียนสามารถสื่อความหมายออกมาได้ดีและเข้าใจง่าย มีบางกลุ่มที่เขียนไม่ชัดเจนอาจเป็นผลมาจากเข้าใจงานของตนเองแต่สื่อความหมายได้ไม่ดี

ขั้นตอนที่ 3 การนำเสนอโครงงาน แต่ละกลุ่มนำเสนอโครงงานของตนเองในชั้นเรียน ซึ่งตอนนำเสนอได้ร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้กลุ่มที่เขียนไม่ชัดเจนได้ทำการแก้ไขงานให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เนื่องจากแต่ละกลุ่มระบุความมุ่งหมายได้อย่างชัดเจนทำให้โครงงานบรรลุตามความมุ่งหมายทุกข้อ และจัดนิทรรศการนำเสนอโครงงานโดยโครงงานที่นำมาจัดนิทรรศการได้ผ่านกระบวนการแก้ไขและปรับให้สมบูรณ์ที่สุด โดยให้แต่ละกลุ่มได้ศึกษาและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน มีกิจกรรมเพิ่มเติม คือ ให้แต่ละคนร่วมกันโหวตโครงงานที่ชอบที่สุดโดยมีการแจกรางวัลเพื่อเป็นการเสริมแรงและให้กำลังใจแก่ผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนให้ความสนใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมมากขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ในระยะที่ 1 ผู้เรียนมีแนวคิดและหัวข้อที่น่าสนใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนมาในระดับชั้นปัจจุบันและระดับชั้นก่อนหน้า ซึ่งผู้เรียนสามารถเขียนแหล่งข้อมูลที่วางแผนจะศึกษาค้นคว้าได้ดี สามารถแยกองค์ประกอบของโครงงานได้ดี แต่มีความสับสนเกี่ยวกับประเภทโครงงาน ในระยะที่ 2 บางกลุ่มไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างโครงงานคณิตศาสตร์กับเกมคณิตศาสตร์ การเขียนเค้าโครงโครงงาน แต่ละกลุ่มสามารถเขียนได้ดี มีการออกแบบโครงงานน่าสนใจ มีการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ และต่อยอดโครงงานที่มีอยู่แล้ว ทุกกลุ่มมีแนวคิดและวางแผนโครงงานได้อย่างชัดเจน เนื่องจากผู้เรียนได้วางแผนและกำหนดแนวทางโครงงานอย่างชัดเจน ทำให้โครงงานประสบความสำเร็จ และในระยะที่ 3 ผู้เรียนนำผลมาเขียนเป็นรูปเล่มรายงานมีการสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน โดยเตรียมข้อมูลเพื่อนำเสนอ ซึ่งตอนนำเสนอได้ร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน มีการจัดนิทรรศการและร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน ทำให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้กัน และจากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 ระยะ ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนได้เกิดการคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ที่นำไปสู่ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อศึกษาระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีเลิศขึ้นไป ได้แก่ ระดับดีเลิศและระดับยอดเยี่ยม

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนผู้เรียน 36 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
2. แบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน มีผู้เรียนทั้งหมด 36 คน
2. ชี้แจงกลุ่มตัวอย่างให้ทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง

3. ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วยตนเอง โดยใช้เวลาสอน 13 คาบ

5. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทำแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม หลังการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ใช้เวลา 2 คาบ

6. ตรวจให้คะแนนแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูล ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample

2. ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับดีเลิศขึ้นไป ได้แก่ ระดับดีเลิศและระดับยอดเยี่ยม

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.11 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.94

2. ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับดีเลิศขึ้นไป ได้แก่ ระดับดีเลิศและระดับยอดเยี่ยม จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยมีจำนวนผู้เรียนที่มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีเลิศ จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 และมีจำนวนผู้เรียนที่มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับยอดเยี่ยม จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22

อภิปรายผล

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.11 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.94 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 อาจเนื่องมาจากการ

จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ใช้ทักษะที่หลากหลายในการศึกษา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ฝึกการทำงานกลุ่ม ส่งเสริมพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม จะได้รับการส่งเสริมให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหา ค้นคว้าเรื่องราวหรือความรู้ที่ผู้เรียนสนใจ อยากรู้ เกิดปัญหาสงสัยและต้องการคำตอบมาอธิบาย อาจจะมีสิ่งสงสัย สำนวน ทดลองหรือคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ขึ้นมา (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557, น. 14; สิริพร กุลวงศ์, 2557, น. 5) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยรัตน์ สุล่านาจ (2547, น. 127-130) พบว่าผู้เรียนเกิดทักษะ / กระบวนการคิดวิเคราะห์หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์สูงขึ้น นรินทร์ธ ภาริกการ (2553, น. 95-100) พบว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์มีพัฒนาการทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองสูงขึ้น

2. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีเลิศขึ้นไป จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยมีจำนวนผู้เรียนที่มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดีเลิศ จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 และมีจำนวนผู้เรียนที่มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับยอดเยี่ยม จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะต้องได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากปกติ เน้นความรู้ที่เป็นแนวกว้างและลึกกว่าผู้เรียนทั่วไป ในการเรียนการสอนของผู้เรียนจะต้องมี 1) การปรับเนื้อหาจัดเนื้อหาให้มีความคิดรวบยอด แนวคิดแบบนามธรรม ให้มีความหลากหลายและซับซ้อนมากขึ้น ให้ศึกษาด้วยวิธีแสวงหาความรู้ สืบสวนสอบสวน และศึกษาด้วยตนเอง 2) ปรับกระบวนการเรียนการสอน ใช้คำถามควรเป็นปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดสร้างสรรค์อย่างกว้างขวางและหลากหลายมากขึ้น คำถามการคิดระดับสูง ถูมนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ส่งเสริมการค้นพบรูปแบบแนวคิด และหลักการด้วยตนเอง ฝึกการแก้ปัญหาใช้เหตุผล ให้มีการสรุปจากเหตุไปสู่ผล เปิดโอกาสในการเลือกเรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ จัดเวลาเรียนให้พอเหมาะ ใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย 3) ปรับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือผลจากการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนศึกษาปัญหาจริง ได้นำข้อมูลต่าง ๆ มาสร้างหรือปรับปรุงใหม่ 4) ปรับสภาพแวดล้อมในการเรียน เน้นผู้เรียนและความสนใจผู้เรียน มีบรรยากาศส่งเสริมความเป็นอิสระ ผู้เรียนได้เฝ้าหาความรู้ด้วยตนเอง แก้ปัญหาด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมที่เคลื่อนไหวมากขึ้น ให้ทำกิจกรรมกลุ่มหรือศึกษานอกห้องเรียน (เกรียงศักดิ์ สังข์ชัย, 2549, น. 16-17; ผดุง อารยะวิญญู, 2551, น. 74-79; อารี สัณห์ทวี, 2540, น. 2-5) เนื่องจากผู้เรียนที่มีความสามารถ

พิเศษทางคณิตศาสตร์สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสิ่งรอบตัวได้ เป็นคนมีเหตุผล และชอบแก้ปัญหาโจทย์ในวิธีที่หลากหลายและแปลกใหม่ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา (อารี สัตถหวิ, 2540, น. 59-71, 147-174) เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มที่ และหากผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงาน จะได้รับการส่งเสริมพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์และการคิดแก้ปัญหา กล่าวว่าการเรียนรู้แบบโครงงานจะแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์พัฒนาทักษะชีวิตและความคิดสร้างสรรค์อันนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว, 2557, น. 14-15) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเหมาะกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Trujillo (1998, online) ให้ผู้เรียนนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน พัฒนาความรับผิดชอบและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2541, น. 6)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานแบ่งเป็น 3 ระยะ ซึ่งในแต่ละระยะมีขั้นตอนที่ต้องใช้เวลา ผู้สอนต้องวางแผนและเตรียมการให้พร้อมอยู่เสมอ และพร้อมที่จะให้คำปรึกษาเฉพาะแต่ละกลุ่มของผู้เรียน

1.2 ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมสามารถที่จะส่งเสริมและพัฒนาได้ ต้องใช้เวลามากขึ้น ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ และควรเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย น่าสนใจ และปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอย่างรวดเร็วและคงทน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไปใช้ในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้

บรรณานุกรม

- Allinger, G. D., Hess, A. L., & National Council of Teachers of M. (1999). *Mathematics projects handbook* (4th ed. / Glenn D. Allinger ... [et al.].. ed.): Reston, Va. : National Council of Teachers of Mathematics.
- Trujillo, K. M. (1998). *Student Attitudes Toward Mathematics Projects (Alternative Assessment, Cooperative Learning)*. Dissertation Abstracts International. (Online). 59-07A.
- Wagner, D. R. (2002). *Being in a Mathematical Place: Brief Immersions in Pure Mathematics Investigation*. Masters Abstracts International. (Online). 41-01.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *มาตรฐานการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2561*: กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2540). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*: กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียงศักดิ์ สังข์ชัย. (2548). *คู่มือผู้บริหารสถานศึกษา ครู ผู้ปกครอง : การจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ (พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับเพิ่มเติมแก้ไข). ed.): นครปฐม : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 1.*
- เกรียงศักดิ์ สังข์ชัย. (2549). *คู่มือการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ: นครปฐม : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 1.*
- ข้อบังคับคุรุสภา ว่าด้วยมาตรฐานวิชาชีพ (ฉบับที่ 4) พ.ศ.2562. (2562, 20 มีนาคม). ราชกิจจานุเบกษา.
- ชัยรัตน์ สุลำนาจ. (2547). *ผลของการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ที่มีต่อทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินทิพนิพนธ์ (กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2547.,*
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2561). *80 นวัตกรรม : การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 8, (ฉบับปรับปรุง). ed.): กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.*
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2541). *โครงการคณิตศาสตร์*: กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ชาติรี เกิดธรรม. (2547). *เทคนิคการสอนแบบโครงการ*: กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

- ณิษยาดา ภูษิตานุกัณฑ์. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้สังคมศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการทำงานเป็นทีม. ปรินฎยานิพนธ์ (กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2560.,
- ตรีทิพ บุญแย้ม. (2554). ปัจจัยเชิงสาเหตุพระระดับที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสร้างนวัตกรรมระดับบุคคลและระดับกลุ่มงานเพื่อสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ในบริษัทเอกชนของไทย. ปรินฎยานิพนธ์ (วท.ด. (การวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2554.,
- เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว. (2557). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-based learning : PBL). สสวท. ปีที่ 42, ฉบับที่ 188 (เดือน (พ.ค.-มิ.ย. 2557), หน้า 14-17.
- นภัสสร สุทธิกุล. (2550). การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโครงงานคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 1.. ed.): กรุงเทพฯ : บั๊ค พอยท์.
- นรินทร์ธร ฬาริการ. (2553). ผลของการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ที่มีต่อทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินฎยานิพนธ์ (กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2553.,
- นิลาวรรณ ทองครุฑ. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นโครงงานและวิจัยเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินฎยานิพนธ์ (กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้))) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2561.,
- เนาวนิตย์ สงคราม. (2556). การสร้างนวัตกรรมเปลี่ยนผู้เรียนให้เป็นผู้สร้างนวัตกรรม (พิมพ์ครั้งที่ 1.. ed.): กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บอห์ เบรณ. (2540). 101 โครงงานคณิตศาสตร์ = 101 Mathematical projects: กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9, ฉบับปรับปรุงใหม่.. ed.): กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2551). การสอนเด็กปัญญาเลิศ: กรุงเทพฯ : กองทุนการศึกษาเพื่อเด็กพิการ.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2558). การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับเพิ่มเนื้อหา).. ed.): กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.
- เพชรลดา สีหะวงส์. (2550). การพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทาง

คณิตศาสตร์: 2550.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2554). ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์
หน่วยที่ 11: กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

ยุพร ริมชลการ. (2543). การพัฒนาหลักสูตรพีชคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่มีความ
ความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. ปรินญานินพนธ์ (กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา)) --
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2543.,

ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล. (2545). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการ
ใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์: 2545.

วราลี ฉิมทองดี. (2558). โมเดลเชิงสาเหตุของความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของครูโดยมีการ
คิดสร้างสรรค์เป็นตัวแปรส่งผ่าน. *Online Journal of Education*.

วสันต์ สุทธาวาศ. (2559). ศักยภาพความเป็นนวัตกรรมการศึกษา. *Veridian e-Journal* ฉบับ
ภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ และฉบับ *International
Humanities, Social Sciences and arts*.

วิโรจน์ สารรัตน์. (2556). กระบวนทัศน์ใหม่ทางการศึกษา : กรณีที่ศึ้นต่อการศึกษาศตวรรษที่ 21:
กรุงเทพฯ : ทิพยวิสุทธี.

สมวงษ์ แปลงประสพโชค. (2549). คู่มือการสอนโครงการคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8.. ed.):
กรุงเทพฯ : Learn and Play MATHGROUP.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่ม
สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑: ชุมชมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2561). แนวทางการประเมินคุณภาพตามมาตรฐาน
การศึกษา ระดับปฐมวัย ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานศูนย์
การศึกษาพิเศษ: กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2548). ยุทธศาสตร์การพัฒนาเด็กและเยาวชนที่มี
ความสามารถพิเศษ (พ.ศ 2549-2559) กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). แนวทางการนำจุดเน้นการพัฒนาผู้เรียนสู่การ
ปฏิบัติ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สิริพร กุลวงค์. (2557). โครงการคณิตศาสตร์ : ประถม-มัธยม (พิมพ์ครั้งที่ 1.. ed.): กรุงเทพฯ : เป็น

พับลิชชิง.

- สุกัญญา วุฒิรัตน์. (2547). การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โครงการคณิตศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ (กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2547.,
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์. (2560). ครูยุคใหม่กับการจัดการเรียนรู้สู่การศึกษา 4.0 (พิมพ์ครั้งที่ 1.. ed.): กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.
- สุวรรณ กาญจนมยุร. (2553). โครงการคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา: กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- เสมอ มະปัญญา. (2560). การศึกษาการจัดโครงการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา. *Academic Journal of Mahamakut Buddhist University Isan Campus (Saeng Isan)*.
- เสวี ทองลอย. (2552). คู่มือค่ายโครงการคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 1.. ed.): กรุงเทพฯ : กนกจันทร์ สุปัญญา ผู้จัดจำหน่าย.
- อรนุช ลิ้มตศิริ. (2551). นวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนการสอน = *Innovation and technology for teaching and learning : TL 745 [TL645]* (พิมพ์ครั้งที่ 4.. ed.): กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อารี สันหนวี. (2540). รูปแบบการเรียนการสอนเด็กปัญญาเลิศ = *Teaching models in education of the gifted*: กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ.
- อารีรัตน์ ขวัญทะเล. (2546). การศึกษาผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนและตัวเลข ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการทำโครงการคณิตศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ (กศ.ม. (คณิตศาสตร์)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2546.,
- อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล. (2561). การวิจัยทางการศึกษา : แนวคิดและการประยุกต์ใช้ = *Educational research : concepts and applications*: กรุงเทพฯ : ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อุษณีย์ บุรณะเชษฐกุล. (2547). การศึกษาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดโปรแกรมเพิ่มพูนประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์ในศูนย์วิทยพัฒนา. ปรินญานิพนธ์ (กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2547.,

- อุษณีย์ โพธิ์สุข. (2541). รายงานการวิจัยประกอบการร่างพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ...
: การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ: กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาแห่งชาติ.
- อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2547). คู่มือสำรวจแนวความสามารถพิเศษ: กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.







ภาควิชา ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

รายการตรวจสอบ

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
2. แบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุคนธ์ อักษรชู
ตำแหน่ง หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีมีลติมีเดีย
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอนก จันทรวงูญ
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
4. อาจารย์วีระยุทธ บุญเลิศ
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒
5. อาจารย์ณัฐชานันท์ ลูติวัชรพงษ์
ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ชำนาญการ
กลุ่มนิเทศ ติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาคภาควิชาการศึกษา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุคนธ์ อักษรชู
ตำแหน่ง หัวหน้าสาขาวิชานวัตกรรมการเทคโนโลยีมีเดีย
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพ็ญชัย
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอนก จันทรวงูญ
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
5. อาจารย์วีระยุทธ บุญเลิศ
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๒



ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
- แบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

ระยะที่ 1 ระยะเริ่มต้น

เรื่อง การสำรวจและการเก็บรวบรวมข้อมูล

รหัสวิชา I20201 ชื่อรายวิชา การศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 1 คาบ
 ผู้สอน นางสาวพุทธิชาติ ศรีประไพ

1. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด

นักเรียนได้สำรวจหัวข้อและสิ่งต่าง ๆ ที่น่าสนใจที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ รวมถึงแหล่งข้อมูลที่จะศึกษาค้นคว้าอีกด้วย ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ในสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ตรงความสนใจและความถนัดของตนเอง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถสำรวจและรวบรวมข้อมูลที่สนใจที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้

3. สาระการเรียนรู้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล
2. การศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น ห้องสมุด ผู้เชี่ยวชาญ อินเทอร์เน็ต

4. ชิ้นงาน / ภาระงาน

ใบงานที่ 1

5. กิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ครูปฐมนิเทศ แจ้งกำหนดการเรียนการสอน และให้ความรู้เกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

5.2 ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสนใจปัญหาคณิตศาสตร์ในบทเรียน หรือพบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสนใจ โดยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน ดังนี้

- 1) ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พบในบทเรียนมีอะไรบ้าง
- 2) ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พบในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง
- 3) จากข้อ 1) และ 2) ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสนใจมีอะไรบ้าง

5.3 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 6 คน เพื่อทำใบงานที่ 1 ช่วยกันพิจารณาถึงหัวข้อ หรือสิ่งต่าง ๆ ที่น่าสนใจที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ และพิจารณาว่าจะค้นคว้าหารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากแหล่งข้อมูลใดบ้าง โดยครูคอยให้คำชี้แนะและคำปรึกษาแก่นักเรียน

5.4 เมื่อได้ปัญหาแล้วให้แต่ละกลุ่มไปสืบค้นคร่าว ๆ ว่าหาจากแหล่งข้อมูลใดบ้าง แล้วบันทึกในใบงานที่ 1 โดยเลือกหัวข้อที่ทุกคนในกลุ่มสนใจมา แล้วพิจารณาแนวโน้มว่าปัญหาที่เราสนใจมีความเป็นไปได้เพียงใด

5.5 ให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหัวข้อที่ตนเองสนใจ แล้วทุกคนในชั้นเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปจุดประกายความคิดหรือความสนใจของตนเองมากขึ้น

5.6 ครูสรุปประเด็นปัญหาที่แต่ละกลุ่มสนใจว่า ปัญหาที่สนใจนั้นมีความเป็นไปได้หรือไม่

5.7 ให้แต่ละกลุ่มไปหาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่สนใจเพิ่มเติมเพื่อนำข้อมูลมาเขียนเค้าโครงโครงการให้คาบเรียนต่อไป

6. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

6.1 ใบความรู้

6.2 ใบงานที่ 1

7. การประเมินชิ้นงาน / ภาระงาน

| รายการประเมิน | คุณภาพผลงาน / ระดับคะแนน | | | |
|---------------|---|--|--|---|
| | ดีมาก (4) | ดี (3) | พอใช้ (2) | ปรับปรุง (1) |
| ใบงาน | นักเรียนเขียนหัวข้อ หรือสิ่งต่าง ๆ ที่น่าสนใจที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ได้หลากหลายและสืบค้นแหล่งข้อมูลได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน | นักเรียนเขียนหัวข้อ หรือสิ่งต่าง ๆ ที่น่าสนใจที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ได้ และสืบค้นแหล่งข้อมูลได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน | นักเรียนเขียนหัวข้อ หรือสิ่งต่าง ๆ ที่น่าสนใจที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ได้ และสืบค้นแหล่งข้อมูลได้อย่างถูกต้อง | นักเรียนเขียนหัวข้อ หรือสิ่งต่าง ๆ ที่น่าสนใจที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ได้น้อยและสืบค้นแหล่งข้อมูลได้อย่างถูกต้อง |

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

| ช่วงคะแนน | ระดับคุณภาพ | ช่วงคะแนน | ระดับคุณภาพ |
|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 4 | ดีมาก | 2 | พอใช้ |
| 3 | ดี | 1 | ปรับปรุง |

8. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

8.1 ผลการจัดการเรียนรู้

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกรวบรวมหัวข้อที่สนใจที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ได้ และสามารถศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้

8.2 ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องจากไม่เข้าใจว่าหัวข้อใดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์บ้าง ทำให้นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถรวบรวมหัวข้อที่สนใจที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ได้

เนื่องจากระยะเวลาในการทำใบงานที่ 1 น้อยเกินไปทำให้นักเรียนบางส่วนยังไม่เข้าใจและส่งใบงานไม่ทัน

8.3 แนวทางแก้ไข

ครูคอยคำปรึกษาเป็นรายกลุ่ม หากกลุ่มใดมีความสับสนจะคอยชี้แนะให้นักเรียน หากเวลาในคาบไม่เพียงพอ ก็ทำการนัดหมายนอกเวลาเป็นรายกลุ่ม

8.4 ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ

ควรให้เวลานักเรียนได้คิดและรวบรวมหัวข้อมากกว่านี้ เพื่อให้นักเรียนได้เลือกในหัวข้อที่ตามความสนใจในแต่ละกลุ่ม

ลงชื่อพุทธิชาติ..... ผู้สอน

(นางสาวพุทธิชาติ ศรีประไพ)

ใบความรู้

โครงการ คณิตศาสตร์

โครงการคณิตศาสตร์

โครงการคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนในทักษะที่หลากหลาย เป็นงานที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามความสนใจและความถนัดของผู้เรียนด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ครูจะคอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ และกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นเกิดปัญหาที่สนใจและต้องการคำตอบอธิบาย อาจสงสัย เกิด สำนวน ทดลองหรือคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ขึ้นมา โครงการคณิตศาสตร์จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง และเป็นการฝึกการทำงานกลุ่ม

Project-Based Learning: PBL

× การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง กระบวนการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนในทักษะที่หลากหลาย **เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ฝึกการทำงานกลุ่ม ส่งเสริมพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรม** ทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการคิดแก้ปัญหาซึ่งกระบวนการหรือขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ไม่ตายตัว เน้นที่การนำกระบวนการในการทำโครงงานมาเป็น **แนวทางหรือขั้นตอน** ของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน

ลักษณะสำคัญของโครงงาน

เป็นเรื่องที่ผู้เรียนสนใจ

เป็นเรื่องที่สอดคล้องกับเนื้อหา
คณิตศาสตร์

เป็นการเรียนรู้ที่มีการวางแผนอย่างเป็น
ระบบอย่างถูกต้อง

ให้การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการใน
การเรียนรู้และสร้างสรรค์สิ่งใหม่

ขั้นตอนของการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ โครงงานเป็นฐาน



ระยะที่ 1 ระยะเริ่มต้น

ฝึกให้ผู้เรียนสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลที่น่าสนใจ
เกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ
ฝึกวิเคราะห์โครงงานคณิตศาสตร์จากตัวอย่างโครงงาน
ที่กำหนดให้ รวมทั้งฝึกทำโครงงานคณิตศาสตร์
ฉบับตัวอย่างจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้
โดยจัดสถานการณ์ หรือสิ่งเร้าเพื่อพบปัญหา

ระยะที่ 2 ระยะลงมือปฏิบัติ

เริ่มจากการระบุปัญหาหรือคำถามเพื่อสร้างสิ่งใหม่
วางแผนแก้ปัญหา โดยทำเค้าโครงของโครงการ ลงมือ
ปฏิบัติทำโครงการ วิเคราะห์และสื่อความหมายข้อมูล
สร้างความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ และสรุปผลสะท้อน
ความคิดขยายความรู้ **มีขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน ดังนี้**



ระยะที่ 3 ระยะสิ้นสุดการทำโครงการ

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินผล โดยประเมินก่อน
ดำเนินการ ระหว่างดำเนินการ และหลังดำเนินการ

ขั้นตอนที่ 2 การเขียนรายงานโครงการ เป็นการสรุป
รายงานผลการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด

ขั้นตอนที่ 3 การนำเสนอโครงการ



ประเภทของโครงการ



1. โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล

เป็นโครงการที่ศึกษาโดยการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือจากธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม **ไม่มีการกำหนดตัวแปรอิสระ** ที่ต้องการศึกษา ซึ่งผู้ทำโครงการทำการสำรวจข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่ได้มาแบ่งเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอตามความเหมาะสม เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเป็นการนำข้อมูลมาพัฒนาหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น

1. โครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล

เป็นโครงการที่ศึกษาโดยการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือจากธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม **ไม่มีการกำหนดตัวแปรอิสระ** ที่ต้องการศึกษา ซึ่งผู้ทำโครงการทำการสำรวจข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่ได้มาแบ่งเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอตามความเหมาะสม เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเป็นการนำข้อมูลมาพัฒนาหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น

ขั้นตอนโครงการประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูล



ตัวอย่างการเขียนวัตถุประสงค์ของโครงการประเภทนี้

- เพื่อสำรวจแนวเพลงที่ชอบของนักเรียนห้อง ม.3/2 โรงเรียนวัดถนนหักโค้ง
- เพื่อสำรวจเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในช่วงสมัยรัชกาลที่ 1 - 5
- เพื่อศึกษาประวัติของนักคณิตศาสตร์ในช่วงปี ค.ศ. 1600 - 1800
- เพื่อสำรวจวิธีการเดินทางมาโรงเรียนของนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองน้ำใส
- เพื่อสำรวจค่าโทรศัพท์ทำของนักเรียนชั้น ป.6 โรงเรียนบ้านนาดี
- เพื่อสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการสั่งการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ของครู
- เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมงานกีฬาของโรงเรียนประธานมิตร์

2. โครงการประเภทศึกษา ค้นคว้า ทดลอง

เป็นโครงการที่ศึกษาและค้นคว้าเรื่องใดเรื่องหนึ่งตามความสนใจของผู้เรียนอย่างลึกซึ้ง หรือพัฒนาจากโครงการคณิตศาสตร์ประเภทสำรวจรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลมาศึกษาค้นคว้าและทดลองเพิ่มเติม โครงการประเภทนี้เป็นการศึกษาคำตอบจากปัญหาโดยการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง ศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่นที่อาจส่งผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษา

ขั้นตอนโครงการประเภทศึกษา ค้นคว้า ทดลอง



ตัวอย่างการเขียนวัตถุประสงค์ของโครงการประเภทนี้

เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแบบจำลองไดนาโมแกนวงกลมและแบบจำลองไดนาโมแกนสามเหลี่ยมรูปสี่เหลี่ยม

เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการหมุนของกังหันลมที่มีใบพัดแบบลอการิทึมสี่ปรัลซึ่งทำมุม 30° , 45° และ 60° กับแกน Z

เพื่อเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการละลายของน้ำแข็งที่มีทรงเรขาคณิต 4 แบบ ได้แก่ ทรงกลม ทรงระบอก ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม

เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาตรน้ำที่เกิดจากการหมุนเกลียวอาร์คิมิดีสซึ่งพื้นระนาบทำมุมองกับเกลียวอาร์คิมิดีสขนาด 30° , 45° และ 60°

3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์

เป็นโครงการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบประดิษฐ์สิ่งใหม่ โดยนำองค์ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานมาผสมผสานกับ **ความคิดสร้างสรรค์** ซึ่งเป็นการพัฒนาหรือการประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์เพื่อใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยการประยุกต์เทคโนโลยีหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ อาจเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นใหม่หรือพัฒนาของที่มีอยู่แล้วให้ดีกว่าเดิม

ขั้นตอนโครงการประเภท การพัฒนาหรือการประดิษฐ์



ตัวอย่างการเขียนวัตถุประสงค์ของโครงการประเภทนี้

เพื่อสร้างเครื่องปิ้งนอกทานพลังงานแสงอาทิตย์

เพื่อประดิษฐ์เครื่องแยกเหรียญ

เพื่อสร้างอุปกรณ์วัดระยะทางไกล

เพื่อสร้างแบบจำลองหลักการการทำงานในการดึงผ้าใบของเรือโดยสารคลองแสนแสบโดย

ประยุกต์ทฤษฎีบทแพปัส

เพื่อพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์จากพาราโบลา

4. โครงการประเภทสร้างทฤษฎีหรือคำอธิบาย

เป็นโครงการที่ผู้เรียนต้องสังเกตรูปแบบจากนั้นตรวจสอบโดยการพิสูจน์สิ่งที่พิสูจน์ได้จะได้รับการยอมรับว่าเป็นทฤษฎีบท อาจเป็นการสร้างทฤษฎีใหม่เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่สนใจ หรือเสนอแนวคิดใหม่ ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างสมเหตุสมผล โดยมีทฤษฎีและหลักการทางคณิตศาสตร์สนับสนุนและนำเสนอในรูปคำอธิบาย สูตร หรือสมการ ซึ่งผู้ทำโครงการนี้จะต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และศึกษาค้นคว้าข้อมูลอย่างละเอียดเพื่อนำมาสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้

ขั้นตอนโครงการประเภท สร้างทฤษฎีหรือคำอธิบาย



ตัวอย่างการเขียนวัตถุประสงค์ของโครงการประเภทนี้

เพื่อหาจำนวนครั้งที่น้อยที่สุดในการเดินของม้า ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของ น.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับสองจำนวน
เพื่อหาสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่ามุมตรงกระแทกของหยดเลือด
เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของน้ำและจำนวนครั้งที่หมุนเกลียว
เพื่อหาวิธีในการตัดเค้กให้ได้จำนวนชิ้นมากที่สุด
เพื่อหาอัตราส่วนของความถี่ของโน้ตดนตรีไทยที่ห่างกันหนึ่งเสียง
เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวรอบคอและความยาวรอบเอว
เพื่อหาสมการของเส้นโค้งตามแนววิถีของลูกบอลเลย์บอลที่เกิดจากการเสิร์ฟ



แบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

แบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

ให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดให้และเขียนรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

คะแนนเต็ม 16 คะแนน

ตอนที่ 1: ประเมินการออกแบบและสร้างนวัตกรรม

(11 คะแนน)

ปรัชญาชอบดื่มน้ำอัดลมเป็นชีวิตจิตใจ วันหนึ่งขณะที่เขาดื่มน้ำอัดลม เขาสังเกตว่าทำไมกระป๋องจึงเป็นทรงกระบอก
ทำไมนิยมใช้ฐานเป็นรูปวงกลม
หากฐานของขวดเป็นรูปอื่น ๆ ได้ไหม
นักเรียนจะช่วยปรัชญาคลายข้อสงสัยได้อย่างไร

1. กำหนดหัวข้อที่น่าสนใจจากปัญหา.....
2. ชื่อโครงการ.....
3. ประเภทของโครงการ.....
4. ที่มาและความสำคัญ.....
.....
.....
5. ความมุ่งหมาย.....
.....
6. ตัวแปรที่ศึกษา (ถ้ามี).....
.....
.....
7. สมมติฐาน (ถ้ามี).....
.....
.....
8. แนวคิดหรือเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง.....
.....

9. วิธีการดำเนินการ.....

.....

.....

.....

10. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....


.....

ตอนที่ 2: ประเมินจากชิ้นงานและการนำเสนอ

(5 คะแนน)

1. นวัตกรรมใช้ได้ตามความมุ่งหมาย (1 คะแนน)
2. ความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ (2 คะแนน)
3. การนำนวัตกรรมไปประยุกต์ใช้และเผยแพร่ (2 คะแนน)





ภาคผนวก ค
คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- ตารางค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
- ตารางค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

| แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ โครงงานเป็น ฐาน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | IOC | แปลผล |
|--|----------------------------|---|---|---|---|------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | ใช้ได้ |

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

| ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | IOC | แปลผล |
|--------|----------------------------|---|---|---|---|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | คัดเลือก |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0.80 | ตัดทิ้ง |

ประวัติผู้เขียน

| | |
|-------------------|---|
| ชื่อ-สกุล | พุทธชาติ ศรีประไพ |
| วัน เดือน ปี เกิด | 18 ตุลาคม 2537 |
| สถานที่เกิด | ปัตตานี |
| วุฒิการศึกษา | พ.ศ. 2553 ระดับมัธยมต้น จากโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย สตูล พ.ศ. 2555 ระดับมัธยมปลาย จากโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย สตูล พ.ศ. 2560 คณะวิทยาศาสตร์ สาขาการศึกษابัณฑิต (คณิตศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับ 1 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| ที่อยู่ปัจจุบัน | 116/276 ถนนนวมินทร์ แขวงรามอินทรา เขตคันนายาว กรุงเทพมหานคร 10230 |

