

การสร้างกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สารนิพนธ์

ของ

นางอุรุยา กรดงาม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

สิงหาคม 2547

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การสร้างกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ

ของ

นางอุรุยา กรดงาม

24 ก.ย. 2547

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

สิงหาคม 2547

๒ 251๙๙๖

อรุยา กรดงาม.(2547). การสร้างกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ และเพื่อ
ศึกษาความสามารถของการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์
ร้อยละ 50 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบัวแก้วเกษร
อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546
จำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลคือ กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์และแบบ
ประเมินโครงการคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ t – test แบบ Dependent

ผลการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 12.63$) ของความสามารถในการทำ
โครงการคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม
15 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**THE DEVELOPMENT OF ACTIVITY PACKAGES ON MATHEMATICS PROJECT FOR
MATHAYOMSUKSA III STUDENT**

AN ABSTRACT

BY

MRS.URUYA KRODNGAM

**Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
August 2004**

Uruya Krodnang. (2004) *The Development of Activity Packages on Mathematics*

Project for Mathayomsuksa III Student. Master Project, M.Ed.(Secondary

Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Master

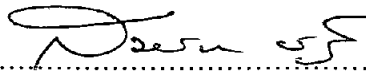
Project Advisor : Assoc. Prof.Dr. Somchai Chuchat.

The purpose of this research were to develop activity packages on Mathematics Project and to study Mathayomsuksa III student's ability on doing Mathematics Project according to 50% criterion. The sample was 24 students of Buakaewkesorn School in Pathum Thani during the second semester of 2003 academic year. t-test for dependent sample was used to analyze data.

The finding revealed that the average score of 12.63 was significantly higher than 50% of 15 score at .01 level.

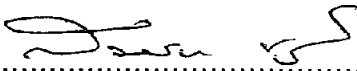
อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานคณะกรรมการการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ
ได้พิจารณาสารนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์



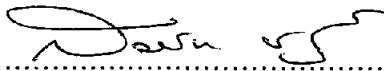
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

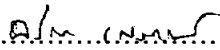


(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

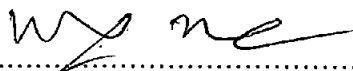
คณะกรรมการสอบ



(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ) ประธาน

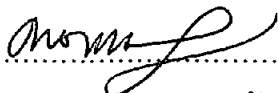


(รองศาสตราจารย์ ดร. จีวีวรรณ เสวตมาลย์) กรรมการสอบสารนิพนธ์



(รองศาสตราจารย์ ดร. ชานววิทย์ เทียมบุญประเสริฐ) กรรมการสอบสารนิพนธ์

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



(รองศาสตราจารย์ ดร. কমเพชร จิตรสุกุล) คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

วันที่ 14 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2547

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งของรองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เทวตมาลย์ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำในการทำสารนิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์กิตติคุณ ยุพิน พิพิธกุล อาจารย์สุวร กาญจนมยุร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและแบบประเมินโครงการคณิตศาสตร์

ขอขอบพระคุณ ฝ่ายบริหาร คณาจารย์โรงเรียนบัวแก้วเกษร และขอขอบใจนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ให้ความร่วมมือในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ เกษราภรณ์ สนธิสัมพันธ์ และอาจารย์ประไพ เมฆอรุณ โรงเรียนบัวแก้วเกษร ที่ให้ความกรุณาร่วมเป็นคณะกรรมการในการประเมินโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และได้ให้คำแนะนำ รวมทั้งข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการของนักเรียน

ขอขอบพระคุณบิดามารดา และทุกคนในครอบครัวที่คอยห่วงใย และให้กำลังใจให้ผู้วิจัยทำงานสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงเกิดจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา และผู้มีพระคุณท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

อรุยา กรดงาม

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
สมมติฐานของการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
โครงการและโครงการงานคณิตศาสตร์	7
ความหมายของโครงการ	7
ความหมายของโครงการงานคณิตศาสตร์	9
ประเภทของโครงการ	10
ประเภทของโครงการงานคณิตศาสตร์	16
ขั้นตอนการทำโครงการ	17
การประเมินโครงการ	23
การประเมินโครงการงานคณิตศาสตร์	31
การเตรียมตัวทำโครงการ	38
ประโยชน์ของการทำโครงการ	41
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	42
ทักษะและกระบวนการที่จำเป็นในการทำโครงการ	47
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	47
ทักษะกระบวนการคิด	55
ทักษะการทำงานกลุ่ม	58
3 วิธีดำเนินการวิจัย	65
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	65
แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	66
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	66
ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	67

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3(ต่อ) วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล	69
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	71
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	71
การวิเคราะห์ข้อมูล	71
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	71
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	73
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	73
สมมติฐานของการวิจัย	73
วิธีดำเนินการวิจัย	73
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	74
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	74
อภิปรายผล	75
ข้อเสนอแนะ	77
บรรณานุกรม	78
ภาคผนวก	85
ภาคผนวก ก กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์	86
ภาคผนวก ข เกณฑ์การประเมินโครงการคณิตศาสตร์	119
ภาคผนวก ค แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน	124
ภาคผนวก ง ตารางแสดงคะแนนความสามารถของการทำโครงการคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีแจกแจง (t-distribution)	130
ภาคผนวก จ รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	133
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์	135

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการทดลอง.....	66
2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถของการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	73
3 แสดงคะแนนผลการประเมินโครงการคณิตศาสตร์จากกรรมการ ประเมินโครงการ.....	131

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1 การจัดแผนผังโครงการ	22
-----------------------------	----

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าจะเป็นในหรือต่างประเทศว่าทรัพยากรที่มีค่ามากที่สุดคือ ทรัพยากรมนุษย์เมื่อเป็นดังนี้ประเทศต่างๆ จึงหันมาให้ความสำคัญโดยการระดมสมองและเงินทุน เพื่อพัฒนาคนให้มีคุณภาพ ประเทศไทยก็เฉกเช่นเดียวกัน แต่ในปัจจุบันนี้ประเทศไทยกำลังประสบ ปัญหาขาดแคลนบุคลากรที่มีความสามารถสูงซึ่งจะเป็นตัวจักรในการพัฒนาประเทศโดยเฉพาะ บุคลากรในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะฉะนั้นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าทัดเทียมกับประเทศที่พัฒนาแล้วก็คือการพัฒนาคนให้มีศักยภาพสูง ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับระบบการศึกษา กล่าวคือต้องจัดการศึกษาให้เอื้อต่อการพัฒนาสติปัญญา และ ความสามารถของผู้เรียน (วุฒพล ประกอบผล. 2545 : 1) ซึ่งสอดคล้องกับ ลัดดา ภูเกียรติ (2544 : 2) ที่กล่าวว่า การศึกษาเป็นระบบที่สำคัญในการพัฒนาคนในประเทศ ทุกประเทศ เท่าที่ผ่านมา ในอดีตการศึกษาของไทย ยังไม่สามารถพัฒนาคนในประเทศให้เป็น ผู้สามารถแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

การจัดการเรียนการสอนของประเทศไทยโดยทั่วไปผลการเรียนของเด็กยังไม่เป็นที่ น่าพอใจคือต้องปรับปรุงด้านความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา การใช้ภาษาในการสื่อสาร การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ การจัดการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ด้านการส่งเสริมลักษณะนิสัยที่พึงประสงค์ เช่นการมีวินัย ความใฝ่รู้ใฝ่หา ความรับผิดชอบใน การงานที่ได้รับมอบหมาย ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น การแก้ปัญหาอย่างมีหลัก การและเหตุผล การพัฒนาความสามารถแบบคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า ถ้าเป็นระดับมัธยมศึกษาก็เน้นด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเพื่อสอบผ่านเท่านั้น โดยที่นักเรียนไม่มีโอกาสได้เลือกเรียนตามความสนใจหรือความถนัดของตนเอง ไม่ได้มีโอกาส ที่จะใช้วิธีการหรือพัฒนากระบวนการต่างๆ มาแก้ปัญหา ทำให้เด็กของเราไม่ค่อยมีโอกาสในการ คิดจึงทำให้คิดไม่เป็น ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้และไม่รู้จักเลือกใช้ข้อมูลที่ถูกต้องเหมาะสม

การจัดการเรียนการสอนที่ให้เสรีภาพทางปัญญา โดยให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้ปัญญา ในการพิจารณา และวินิจฉัยเองบ้าง ครูต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้ที่ยากบอกในสิ่งที่ตนเอง อยากบอก และอยากสอนในสิ่งที่ตนเองอยากสอนมาใช้ในการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ด้วยตนเองบ้าง โดยครูจะต้องใช้คำถามที่เหมาะสม กระตุ้นให้เด็กนักเรียนคิด ให้นักเรียนใช้ กระบวนการคิด หรือกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าสิ่งที่ตนเองอยากรู้ซึ่งจะทำ

ให้นักเรียนได้ความรู้ใหม่ที่เป็นข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ และทฤษฎี รวมทั้งข้อสรุปใหม่ๆ (กิตติ พัฒนตระกูลสุข. 2544 : 11)

นักการศึกษาในประเทศชั้นนำกล่าวว่าในอนาคตมนุษย์จำต้องสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ อีกทั้งมนุษย์จะต้องเผชิญกับปัญหากับความเจริญทางเทคโนโลยี การสอนคณิตศาสตร์ทุกระดับควรฝึกปฏิบัติ ฝึกอภิปราย ฝึกการแก้ปัญหา ฝึกการสืบสวนและการฝึกการประยุกต์ในสถานการณ์ต่างๆในชีวิตจริง นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ทันทีต่อเมื่อ สามารถถามและตอบคำถามด้วยตนเองได้ การฝึกให้นักเรียนทำโครงการจะช่วยให้พฤติกรรมดังกล่าวเกิดกับนักเรียน (สมวงษ์ แปลงประสพโชคและคณะ. 2545:3-4) ดังนั้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะต้องเปลี่ยนแปลงไป นอกจากจะให้นักเรียนทำงานคนเดียวโดยอิสระ นักเรียนจะต้องรู้จักการทำงานกลุ่ม มีการทำงานร่วมกัน แก้ปัญหาร่วมกัน รู้จักนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้โดยสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นๆ และสามารถใช้ชีวิตจริง นักเรียนจะต้องรู้จักแสวงหาและสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มองเห็นประโยชน์ของคุณค่าของคณิตศาสตร์ จึงจะสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น มีเหตุผล แก้ปัญหาได้ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ (สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2543 : 56) โครงการคณิตศาสตร์เป็นงานที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติในการหาคำตอบให้กับข้อสงสัยที่ตนตั้งขึ้นมาข้อสงสัยมาจากความสนใจ ความถนัดและความสามารถของนักเรียน โดยอาศัยความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนสงสัยให้เข้าใจชัดเจนมากขึ้น สิ่งที่ค้นพบนั้นก็นำมาเขียนรายงานเพื่อเผยแพร่ข้อค้นพบ และจัดแสดงผลงานเผยแพร่ สำหรับเป็นแนวทางในการศึกษาต่อ โครงการนี้อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียน เป็นงานรายบุคคลหรืองานกลุ่มก็ได้

นอกจากนี้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์มีความหลากหลาย มีความเป็นพื้นฐานของกันและกัน มีความเป็นนามธรรม และมีประเด็นให้ศึกษามากมาย การใช้เวลาเพียงเล็กน้อยในชั้นเรียนไม่สามารถสอนครบถ้วนทุกๆ ประเด็นได้ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์นอกจากจะเรียนในห้องเรียนแล้ว ควรมีอีกส่วนหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาในประเด็นที่นักเรียนต้องการและสนใจจะศึกษาได้จากการให้ทำโครงการ หรือศึกษาเพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่ (กิตติ พัฒนตระกูลสุข. 2544 : 11)

กิจกรรมโครงการเป็นกิจกรรมที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนโดยการบูรณาการสาระความรู้ต่างๆที่อยากรู้ให้เอื้อต่อกัน หรือร่วมกันสร้างเสริมความคิด ความเข้าใจ ความตระหนัก ทั้งด้านสาระและคุณค่าต่างๆ ให้กับผู้เรียนโดยอาศัยทักษะทางปัญญาหลายด้าน (ลัดดา ภูเกียรติ. 2544 :19)สำหรับโครงการคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงและแก้ปัญหาเป็นการเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่ตนคิดหรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจ (สมวงษ์ แปลงประสพโชคและคณะ. 2545 : 4) การที่จะให้นักเรียนเป็นคนดีเก่ง

มีความสุขในการเรียนนั้น โครงการคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนบรรลุความต้องการนั้นเพราะระบบการประเมินผลจะเปลี่ยนไป ครูจะประเมินโดยการสังเกต ดูจากการปฏิบัติจริงจากกระบวนการทำงานและจดบันทึกไว้ ซึ่งเป็นการประเมินวิธีหนึ่งที่ไม่ประเมินผลจากการสอบอย่างเดียวก็จะทำให้นักเรียนสอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์เรียนอย่างมีความสุข (สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2543 : 56)

จากความสัมพันธ์และเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยต้องการที่จะสร้างกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์เพื่อเพิ่มเข้าไปในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งจะทำให้เด็กนักเรียนเพิ่มคุณลักษณะที่พึงประสงค์ให้กับนักเรียนได้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อสร้างกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3

ความสำคัญของการวิจัย

ทำให้ได้กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเป็นแนวทางในการนำกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ไปใช้สอนในระดับชั้นอื่น ๆ

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนบัวแก้วเกษร อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี จำนวน 5 ห้องเรียนรวม 157 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนบัวแก้วเกษร อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด จำนวน 1 ห้องเรียน ที่มีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยความสามารถ

ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ทดลอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 13 คาบ

เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือเรื่องโครงการคณิตศาสตร์ จำนวนทั้งสิ้น 13 คาบ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับ

1. ความเป็นมาของโครงการคณิตศาสตร์	1	คาบ
2. จุดประสงค์ของโครงการคณิตศาสตร์	1	คาบ
3. ขั้นตอนการดำเนินงาน	7	คาบ
4. การวิเคราะห์ข้อมูล	1	คาบ
5. การเขียนสรุปรายงาน	1	คาบ
6. การนำเสนอโครงการคณิตศาสตร์	2	คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. โครงการคณิตศาสตร์

หมายถึง งานที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติในการหาคำตอบให้กับข้อสงสัยที่ตนตั้งขึ้นมา ข้อสงสัยนั้นมาจากความสนใจ ความถนัดและความสามารถของนักเรียน โดยอาศัยความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนสงสัยให้เข้าใจชัดเจนมากขึ้น นำสิ่งที่ค้นพบนั้นมาเขียนรายงานเพื่อเผยแพร่ข้อค้นพบ และจัดแสดงผลงานเผยแพร่สำหรับเป็นแนวทางในการศึกษาต่อ โครงการนี้อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนเป็นงานรายบุคคลหรืองานกลุ่มก็ได้

2. กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์

หมายถึง กิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เกี่ยวกับโครงการคณิตศาสตร์ เพื่อใช้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เวลาที่ใช้เรียน 13 คาบ ๆ ละ 50 นาที

กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ มี 5 กิจกรรม ดังนี้

1. กิจกรรมที่ 1 ชื่อกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ คือ อะไร
2. กิจกรรมที่ 2 ชื่อกิจกรรมปัญหาคณิตศาสตร์
3. กิจกรรมที่ 3 ชื่อกิจกรรมค่ายโครงการคณิตศาสตร์
4. กิจกรรมที่ 4 ชื่อกิจกรรมการเรียนรู้รายงานโครงการคณิตศาสตร์
5. กิจกรรมที่ 5 ชื่อกิจกรรมนำเสนอโครงการคณิตศาสตร์

3. ผู้เชี่ยวชาญ

หมายถึง ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในเรื่องโครงการคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์

หมายถึง ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าในสิ่งที่นักเรียนสนใจ สามารถทำงานกลุ่มได้ และนำเสนอผลงานเพื่อเผยแพร่ได้

สำหรับการประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ประเมิน 5 องค์ประกอบ คือ

1. การวางแผนการทำโครงการ
2. เนื้อหาสาระ
3. ประโยชน์ของโครงการ
4. การเขียนรายงาน
5. การนำเสนอโครงการ

และการผ่านเกณฑ์การประเมินโครงการคณิตศาสตร์ร้อยละ 50

5. การประเมินผลงานโครงการคณิตศาสตร์

เกณฑ์การประเมินผลการทำโครงการคณิตศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 159 –167) ได้เสนอแนวทางดังนี้

1. การประเมินผล แบบรวมของการทำโครงการคณิตศาสตร์ เป็นการประเมินผลในภาพรวม

2. การประเมินผลการทำโครงการคณิตศาสตร์แบบวิเคราะห์ เน้นการประเมินโดยแยกแบบรายองค์ประกอบ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็น 6 องค์ประกอบ แต่ละองค์ประกอบจะแบ่งระดับคุณภาพของงานเป็น 4 ระดับ

ในการสรุปผลการประเมินเป็นเพื่อระดับคุณภาพของงาน โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์การกำหนด ระดับคุณภาพของงานแต่ละชิ้นดังนี้

4	หมายถึง ดีมาก	ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	3.6 - 4.0
3	หมายถึง ดี	ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	2.6 - 3.0
2	หมายถึง พอใช้	ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	1.6 - 2.0
1	หมายถึง ต้องปรับปรุง	ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ	1.5

ในกรณีที่ใช้วิธีการทางระดับคุณภาพของงาน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละ
ของคะแนนรวมใช้เกณฑ์การกำหนด ระดับคุณภาพของแต่ละชั้น ดังนี้

4	หมายถึง	ดีมาก	ได้คะแนนร้อยละ	80 - 100
3	หมายถึง	ดี	ได้คะแนนร้อยละ	60 - 79
2	หมายถึง	พอใช้	ได้คะแนนร้อยละ	40 - 59
1	หมายถึง	ต้องปรับปรุง	ได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ	40

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถทำโครงการคณิตศาสตร์โดยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการเรียนวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. โครงการและโครงการคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของโครงการ
 - 1.2 ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์
 - 1.3 ประเภทของโครงการ
 - 1.4 ประเภทโครงการคณิตศาสตร์
 - 1.5 ขั้นตอนการทำโครงการ
 - 1.6 การประเมินโครงการ
 - 1.7 การประเมินโครงการคณิตศาสตร์
 - 1.8 การเตรียมตัวทำโครงการ
 - 1.9 ประโยชน์ของการทำโครงการ
 - 1.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ทักษะกระบวนการที่จำเป็นในการทำโครงการ
 - 2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1.2 องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ทักษะกระบวนการคิด
 - 2.3 ทักษะการทำงานกลุ่ม

1. โครงการและโครงการคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของโครงการ

นักการศึกษาหลายท่านรวมทั้งสถาบันหลายแห่งได้ให้ความหมายของคำว่าโครงการไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (253 1 : 1-3) ได้ให้ความหมายว่า โครงการเป็นการศึกษาค้นคว้าตามความสนใจ ความถนัด ตามความสามารถของผู้เรียนเอง ภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบและผลงาน ซึ่งมีความสมบูรณ์ในตัว

โดยนักเรียนเป็นผู้วางแผนการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ มีเจตคติที่ดีต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครูเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาเท่านั้น

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 1) กล่าวว่า "โครงการเป็นการศึกษาที่เน้นกิจกรรมโดยผู้เรียนลงมือปฏิบัติและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยอาศัยหลักการทำงานทางวิทยาศาสตร์ภายใต้คำแนะนำปรึกษาและการดูแลของครูหรือผู้เชี่ยวชาญ"

กระทรวงศึกษาธิการ (2536 : 5) กล่าวว่า " โครงการงานเป็นการทำกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของครู ตั้งแต่การคิดสร้างโครงการการวางแผนดำเนินการ การออกแบบลงมือปฏิบัติ รวมทั้งร่วมกำหนดแนวทางในการวัดและประเมินผล"

จิราภรณ์ ศิริทวี (2543 : 34) กล่าวว่า โครงการงานเป็นการสอนให้นักเรียนรู้จักวิธีทำโครงการวิจัยเล็กๆ ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ และสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพระเบียบวิธีดำเนินการเป็นระเบียบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักสังเกต รู้จักตั้งคำถาม รู้จักสมมติฐาน รู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อตอบคำถามที่ตนเองอยากรู้ รู้จักสรุปและทำความเข้าใจกับสิ่งที่ค้นพบ โครงการงานอาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2542 : 18) กล่าวว่า โครงการงานเป็นการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าให้ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้นในหัวข้อที่กำลังเรียน การศึกษาค้นคว้านี้อาจทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นทีม ลักษณะที่สำคัญของโครงการงานคือ การศึกษาที่มุ่งเพื่อหาคำตอบให้กับข้อสงสัยในเรื่องนั้นๆ ที่ผู้เรียนหรือกลุ่มเพื่อนตั้งข้อสงสัยขึ้นมา

มาฆะ ทิพย์ศิริ (2543 : 33) กล่าวว่า " โครงการงานเป็นการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่จะต้องให้ผู้เรียนเลือกและกำหนดโครงการที่จะปฏิบัติด้วยตนเอง โครงการนั้นจะต้องเกี่ยวกับเนื้อหาที่กำลังเรียนหรือเรียนไปแล้ว เพื่อเป็นการเพิ่มประสบการณ์เรียนรู้ให้มากขึ้น นักเรียนเป็นผู้วางแผนปฏิบัติงานด้วยตนเองดำเนินโครงการตามแผนที่วางไว้ รวมทั้งประเมินผลงานที่ตนเองปฏิบัติด้วย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างสนุก สามารถพัฒนาทักษะในการค้นคว้า การแก้ปัญหา ตลอดจนเสริมสร้างความรับผิดชอบ และความมีวินัยในตนเอง"

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2543 : 2) โครงการงานเป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เลือกและสร้างกระบวนการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลึกซึ้งด้วยตนเองโดยใช้วิธีการและแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายและสามารถนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้ ดังนั้นโครงการงานจึงมีลักษณะดังนี้

เป็นวิธีการเรียนรู้ที่บูรณาการหลักสูตรกับการจัดการเรียนรู้ได้อย่างกลมกลืนกัน
เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สร้างให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในการดำเนินชีวิต
เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจ ใคร่รู้คำตอบของตัวผู้เรียนเอง
เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ (Construct) ด้วยตนเอง

เป็นวิธีการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลึกซึ้ง มีระบบ เป็นขั้นตอนและต่อเนื่อง เป็นการเรียนรู้หาคำตอบข้อสงสัยโดยใช้ทักษะการเรียนรู้และปัญหาหลายด้าน จากความหมายดังที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปความหมายของโครงการนี้ได้ว่าเป็นวิธีการเรียนรู้วิธีการหนึ่ง que ผู้เรียนมีความสนใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วพยายามหาคำตอบด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ และประสบการณ์ที่เคยเรียนมาแล้ว ซึ่งมีครูเป็นผู้ที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือ

1.2 ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์

สำหรับความหมายของโครงการคณิตศาสตร์ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543 : 5) โครงการคณิตศาสตร์ หมายถึงกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามความถนัดและความสนใจ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ภายใต้การแนะนำปรึกษาช่วยเหลือ และดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิ อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียน อาจทำเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มก็ได้ แล้วจัดเขียนเป็นรายงาน และแสดงผลงานที่ทำเพื่อเผยแพร่สำหรับเป็นแนวทางการศึกษาต่อ

สุวรร กาญจนมยุร (2544 : 5) โครงการคณิตศาสตร์ เป็นงานที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้า วิจัยเกี่ยวกับองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือเป็นงานที่เกิดจากการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของสาขาวิชาอื่น หรือใช้เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มได้ศึกษา ค้นคว้า วิจัย หาคำรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ตามความรู้ความสามารถและความสนใจในปัญหาหรือข้อสงสัยที่ตนอยากรู้ อยากเข้าใจ ได้คำตอบที่ถูกต้องและชัดเจนภายใต้การแนะนำดูแลของครู หรือผู้เชี่ยวชาญที่เป็นที่ปรึกษาที่คอยช่วยเหลือตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้ที่นักเรียนค้นพบ

ยุพิน พิพิธกุล (2545 : 8) โครงการคณิตศาสตร์เป็นงานที่ผู้ทำได้คิดอย่างอิสระ เป็นการฝึกปฏิบัติในข้อสงสัย โดยอาศัยความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่ตนสนใจจะศึกษาและค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้นเพื่อบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

สมวงษ์ แปลงประสพโชคและคณะ (2545 : 3) กล่าวถึง โครงการคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่ตนคิดหรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจ

โครงการคณิตศาสตร์หมายถึง งานที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติในการหาคำตอบให้กับข้อสงสัยที่ตนตั้งขึ้นมาตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถของนักเรียน โดยอาศัยความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนสงสัย ให้เข้าใจ

ชัดเจนมากขึ้น สิ่งที่ค้นพบนั้นก็นำมาเขียนรายงานเพื่อเผยแพร่ข้อค้นพบ และจัดแสดงผลงานเผยแพร่ สำหรับเป็นแนวทางในการศึกษาต่อ โครงการนี้อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนเป็นงานรายบุคคลหรืองานกลุ่มก็ได้

1.3 ประเภทของโครงการ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกโครงการออกได้ประเภทดังนี้

ลัดดา ภูเกียรติ (2544 : 30-251) ได้แบ่งประเภทของโครงการออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. โครงการด้านวิทยาศาสตร์
2. โครงการทั่วไป

1. โครงการด้านวิทยาศาสตร์

โครงการด้านวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1.1 โครงการประเภทสำรวจ (SURVEY RESEARCH PROJECT)

เป็นโครงการที่ไม่ต้องมีกฎจัดหรือกำหนดตัวแปร แต่เป็นการรวบรวมข้อมูลในภาคสนามหรือในธรรมชาติได้ทันทีหรือทำการเก็บรวบรวมวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการหรือจำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการ สังเกตและศึกษารวบรวมข้อมูลต่างๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่แล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1.2 โครงการประเภททดลอง (EXPERIMENTAL RESEARCH PROJECT)

เป็นโครงการที่ต้องทำการทดลองเพื่อต้องการที่จะศึกษาผลของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง ที่มีผลต่อตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่ง โดยที่ในทางทฤษฎีแล้วอาจมีตัวแปรหลายๆ ตัวแปรก็ได้ที่มีผลต่อตัวแปรที่จะศึกษาและกำหนดตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการศึกษานั้นๆ เป็นตัวแปรที่ต้องทำการควบคุมให้หมดทุกตัว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการแทรกซ้อนของตัวแปรแล้วทำให้ผลของการศึกษานั้นคลาดเคลื่อนไป

1.3 โครงการประเภทการพัฒนาหรือประดิษฐ์ (DEVELOPMENTAL RESEARCH PROJECT)

เป็นโครงการประเภทพัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำงานโดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์ สิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวอาจเป็นสิ่งที่คิดขึ้นมาใหม่ทั้งหมดหรือเป็นการดัดแปลงมาจากของที่มีอยู่แล้วก็ได้เพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม หรือสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดบางอย่างในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง

1.4 โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย (THEORETICAL RESEARCH PROJECT)

เป็นโครงการที่นำเสนอแนวความคิดหรือทฤษฎีใหม่ ๆ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของสมการสูตรหรือคำอธิบาย โดยตั้งข้อดกลงหรือกติกาขึ้นมาเองแล้วเสนอหลักการหรือแนวคิดตามกติกาหรือข้อดกลงนั้น ๆ หรือเป็นการขยายทฤษฎีในรูปแบบใหม่ที่ยังไม่มีใครได้คิดมาก่อน การทำโครงการประเภทนี้ผู้ทำจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในเรื่องนั้นเป็นอย่างดีต้องศึกษาเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมากมายจึงจะสามารถสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีนั้นมักจะเป็นโครงการทางคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์มากกว่า

2. โครงการทั่วไป

การที่จะให้นักเรียนทำกิจกรรมโครงการเพื่อการเรียนรู้ของนักเรียน ครูจะต้องสอนให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงการ รวมทั้งมีทักษะในการทำงานให้เป็นระบบเสียก่อน ซึ่งในการทำโครงการชิ้นแรกของเด็ก ๆ ควรจะมาจากความสนใจของเขาที่ต้องการคำตอบในปัญหาคำถามที่ยังไม่รู้ และเป็นการฝึกกระบวนการในการแสวงหาคำตอบด้วยวิธีคิดของเขาเอง โดยที่ครูเป็นผู้คอยให้คำปรึกษาช่วยเหลือแนะนำเท่านั้น ซึ่งแบ่งโครงการทั่วไปออกเป็น 2 ประเภท คือ โครงการตามความสนใจ และโครงการตามสาระการเรียนรู้

2.1 โครงการตามความสนใจ

โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่ค่อนข้างกว้างมากเพราะความสนใจของเด็ก ๆ จะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของเขา ซึ่งจะเป็นไปตามหัวข้อในเรื่องใดหรือสิ่งใดที่เด็ก ๆ มีความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าอย่างเจาะลึกเพื่อต้องการคำตอบในสิ่งที่เขามีความสงสัยหรือยังไม่รู้แน่ชัดแล้วต้องการพิสูจน์ให้มีความชัดเจนมากขึ้น การทำโครงการดังกล่าวต้องการเน้นที่ทักษะกระบวนการในการแสวงหาคำตอบของเขาว่าเขามีวิธีการในการแก้ปัญหาได้อย่างไร มีระบบการทำงานเป็นขั้นตอนอย่างไร

2.2 โครงการตามสาระการเรียนรู้

เป็นเนื้อหาสาระในแต่ละกลุ่มวิชามักจะเป็นเนื้อหาที่เด็ก ๆ ต้องเรียนอยู่แล้วเพียงแต่ต้องการขยายความรู้ให้กว้างออกไปในเชิงลึกกว่าเดิม เพราะการเรียนในห้องเรียนค่อนข้างมีเวลาที่จำกัดมาก ครูผู้สอนสามารถนำกิจกรรมโครงการมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละเนื้อหาวิชา โดยให้นักเรียนได้เลือกเรื่องที่สนใจในเนื้อหาสาระของหลักสูตรที่จำเป็นต้องเรียนรู้ หรือเป็นเรื่องที่ครูและนักเรียนได้มีข้อตกลงร่วมกันว่าจะศึกษาด้วยวิธีการทำโครงการหรือกลุ่มครูผู้สอนในวิชาต่าง ๆ มาปรึกษากันว่าหน่วยการเรียนรู้ใดบ้างที่สามารถใช้หลักสูตรบูรณาการในระหว่างวิชาได้ โดยไม่ต้องเรียนซ้ำซ้อนในแต่ละวิชาอีกในเรื่องเดียวกัน แต่จัดเป็นหน่วยการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ โดยการทำโครงการเชิงบูรณาการระหว่างวิชา การทำโครงการ

ในลักษณะนี้จะทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานมากกว่าที่จะเรียนแต่ในห้องเรียนเท่านั้น โครงการงานในวิชาต่างๆ ตามสาระการเรียนรู้ แยกออกเป็น 8 กลุ่มสาระดังนี้

2.2.1 โครงการงานวิชาภาษาไทย

ลักษณะและธรรมชาติภาษาไทยเป็นเรื่องของการใช้ถ้อยคำภาษาเพื่อแสดงความคิดตามความต้องการและความรู้สึกต่อผู้อื่นเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ดังนั้นหลักสูตรจึงได้จัดให้ภาษาไทยเป็นวิชาทักษะที่เด็กๆ ต้องฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งที่ทุกคนต้องเรียนรู้ในหลักการสำคัญของตัวเนื้อหาสาระของภาษา เพื่อการสื่อสารที่ถูกต้องครูจะต้องสอนด้านหลักของวิชาการให้กับนักเรียนตามระดับความรู้ความสามารถที่กำหนดให้มีการเรียนรู้ในแต่ละระดับชั้นแต่การนำภาษาไปประยุกต์ใช้ให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์และเกิดความคล่องแคล่วใช้อย่างมีวิจารณญาณและมีคุณธรรมนั้นเป็นสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาเพิ่มความชำนาญให้กับตนเอง ดังนั้นครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเรียนรู้ภาษาโดยการทำโครงการงาน

2.2.2 โครงการงานคณิตศาสตร์

ลักษณะเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ค่อนข้างที่จะเป็นนามธรรม มีความเป็นระเบียบแบบแผนมีความเป็นเหตุเป็นผล มีลักษณะเป็นภาษาอีกอย่างหนึ่งและมีความเป็นศิลปะในตัวเองในการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ระดมความคิดความรู้และสร้างชิ้นงานด้วยตนเอง คือผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ที่ลงมือปฏิบัติ โดยบูรณาการทั้งความรู้ทักษะกระบวนการ คุณธรรมจริยธรรมในกิจกรรมนั้นๆ โดยปกติไม่ว่าจะทำโครงการงานเรื่องใดๆ มักจะต้องมีส่วนที่เป็นวิชาคณิตศาสตร์มาเกี่ยวข้องด้วยเสมอเพราะการบันทึกข้อมูลโดยทั่วไปแล้วมักจะเขียนในรูปแบบตาราง หาค่าร้อยละ

2.2.3 โครงการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป นักเรียนได้มีโอกาสปฏิบัติทดลอง ตามแบบฝึกปฏิบัติ การทดลอง หรือตามใบงาน โดยนักเรียนไม่มีโอกาสมมีส่วนร่วมในการวางแผนหรือออกแบบการทดลองด้วยตนเองเลย วิชาวิทยาศาสตร์มีเนื้อหาสาระที่น่าสนใจและเด็กๆ ยังอยากรู้เพิ่มเติม แต่ด้วยความจำกัดเวลาจึงทำให้ไม่สามารถเพิ่มเติมในส่วนนี้ได้ ดังนั้นครูผู้สอนอาจจะกระตุ้นให้ผู้เรียนที่มีความอยากรู้อยากเห็น สามารถศึกษาเพิ่มเติมโดยการทำโครงการงานเรื่องที่สนใจ หรืออาจวิเคราะห์เนื้อหาของหลักสูตรแล้วจัดแบ่งหน่วยการเรียนรู้บางเรื่องมาเป็นการเรียนรู้ด้วยการทำโครงการงาน

2.2.4 โครงการงานวิชาสังคม ศาสนาและวัฒนธรรม

สังคมศึกษาเป็นวิชาที่เน้นถึงความสัมพันธ์กับมนุษย์และสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติและทางสังคม โดยมุ่งที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นพลเมืองดีทั้งในสังคมไทยและสังคมโลก นักเรียนหลายคนชอบเรียนเพราะเป็นเรื่องราวก่เกี่ยวกับประเทศต่างๆ ความเป็นมา ความต่อเนื่องและความเปลี่ยนแปลงต่างๆ ความเป็นมา ความต่อเนื่องและการเปลี่ยนแปลงของประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้าน ประเพณีวัฒนธรรมต่างๆ ทั้งของไทยและต่างประเทศ

การดำเนินชีวิตในสังคม การทำมาหากินของประเทศต่างๆ ซึ่งมีมากมายและไม่สามารถเรียนรู้ได้หมดภายในตัววิชาเอง อาจจะทำให้นักเรียนหลายคนไม่ชอบเรียนเพราะบางครั้งครูผู้สอนอาจจัดกิจกรรมที่ไม่ดึงดูดใจผู้เรียน ความซ้ำซากของเนื้อหาในบางเนื้อหาวิชาเรียนเกือบทุกระดับชั้นแล้วทำกิจกรรมแบบเดิมๆ ทั้งนี้ตามความเป็นจริงแล้วควรจะแตกต่างตามวัยและภาวะของผู้เรียน กิจกรรมโครงการเป็นกิจกรรมที่น่าสนใจเพราะนักเรียนจะศึกษาและค้นคว้าได้ละเอียดเจาะลึก ถ้าผู้สอนเปิดใจกว้างแล้วให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนเรื่องที่เขาสงสัย เพราะการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ที่ซึมซับและติดตัวไปตลอดชีวิต

2.2.5 โครงการวิชาสุขศึกษาและพลศึกษา

วิชาสุขศึกษาและวิชาพลศึกษาเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการศึกษาและฝึกปฏิบัติในการดูแลตัวเองของเด็กๆ ผู้เรียนจะต้องเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของชีวิต รู้จักและเข้าใจตนเองเน้นคุณค่าของทั้งตนเองและผู้อื่นที่รู้จักส่งเสริมสมรรถภาพตลอดจนสามารถป้องกันและจัดการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นกับตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ การบริหารเกี่ยวกับตนเองของเด็ก เป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องเรียนรู้และเป็นการเรียนรู้โดยการปฏิบัติมากกว่าการเรียนรู้ทางทฤษฎีหรือหลักการให้นักเรียนได้เรียนรู้ และศึกษาค้นคว้าโดยการทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง ดังนั้นครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมโครงการซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะต่างๆ ที่ผู้เรียนรู้จากการปฏิบัติเอง

2.2.6 โครงการศิลปศึกษา

กิจกรรมการเรียนการสอนวิชาศิลปศึกษา เป็นกิจกรรมในลักษณะการบูรณาการร่วมกับสาระความรู้และประสบการณ์ต่างๆ เช่น การนำผลงานศิลปะของศิลปินของทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ มาสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในเชิงศิลปวิจารณ์กับนักเรียน ผลงานบางชิ้นสามารถนำมาถกเถียงในเชิงวิชาการที่เป็นสาระความรู้ของวิชาอื่นๆ เช่น ประเด็นของสังคม เศรษฐกิจ การเมือง การปกครอง นั่นก็คือการฝึกให้เด็กได้เน้นอย่างมีปัญญา Visual literacy ในด้านทัศนคติ และด้านสังคมวิทยา จริยธรรม เป็นการฝึกให้เด็กได้รู้จักคิด วิเคราะห์ วิจารณ์ด้วยเหตุและผล ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาศิลปศึกษาสามารถบูรณาการกับวิชาอื่นได้มากมาย

2.2.7 โครงการงานและการอาชีพ

การงานและการอาชีพเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลักสูตรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถช่วยเหลือตนเองและครอบครัวได้ในสภาพเศรษฐกิจแบบพอเพียง โดยเน้นการลงมือปฏิบัติจริงของผู้เรียนจนเกิดความมั่นใจและความภาคภูมิใจในผลสำเร็จของงาน ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบความถนัด ความสนใจและความสามารถของตนเอง มองเห็นศักยภาพของตนเองและนำทางไปสู่การศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น หรือเตรียมตัวประกอบอาชีพที่สุจริต

2.2.8 โครงการงานภาษาต่างประเทศ

การเรียนรู้ภาษาต่างประเทศจะทำให้ผู้เรียนมีวิสัยทัศน์เข้าใจในวัฒนธรรมของประเทศต่างๆ สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารในด้านต่างๆ เข้าใจถึงอารมณความรู้สึกซึ่งกันและกันได้อย่างถูกต้อง รวมไปถึงการใช้ภาษาต่างประเทศเป็นเครื่องมือในการศึกษาแสวงหาและนำเสนอความรู้ ข้อมูลสารสนเทศในการเรียนวิชาอื่นๆ ในการศึกษาต่อและใช้ในการปฏิบัติงานหรือในการประกอบอาชีพ การทำโครงการงานภาษาต่างประเทศสามารถทำในลักษณะแยกออกมาเฉพาะวิชาหรือทำในลักษณะบูรณาการกับสาระการเรียนรู้อื่นๆ ก็ได้

เริงชัย จงพิพัฒนสุข (2543 : 38) ได้จำแนกโครงการงานเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. โครงการงานสำรวจข้อมูล จุดประสงค์เพื่อสำรวจรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังศึกษาหรืองานที่กำลังทำสำหรับนำมาพัฒนาปรับปรุงส่งเสริมให้กว้างขวาง ได้ผลดียิ่งขึ้น
2. โครงการงานศึกษาค้นคว้า จุดประสงค์เพื่อแสวงหาความรู้จากแหล่งวิชาการต่างๆ เช่น ห้องสมุด สำนักงาน สถาบัน หรือผู้รู้ในสาขานั้นๆ โดยตรงเป็นการฝึกฝนหาแนวทางในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำมาเทียบเคียงกันความรู้ที่ได้โดยตรงจากตำรา หรือรายงานเอกสารทางวิชาการ รวมทั้งการทดลอง เพื่อค้นหาหรือตรวจสอบ กฎ หลัก ทฤษฎีและข้อเท็จจริง
3. โครงการงานสร้างหรือพัฒนาชิ้นงาน จุดประสงค์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จากการสังเกตว่าการที่เครื่องมือเครื่องใช้ หรือกลวิธีในการจัดการต่างๆ แล้วพัฒนาหรือสร้างขึ้นใหม่เพื่อสนองความต้องการทางสังคมและความรู้ความสามารถที่มีอยู่หรือที่ได้รับจากบทเรียน การพัฒนาหรือสร้างชิ้นงานนี้มักจะเกิดขึ้นหลังจากทำโครงการงานสำรวจเสร็จข้อมูลและโครงการงานศึกษาทดลองค้นคว้ามาก่อน

มาฆะ ทิพย์ศิริ (2543 : 33-34) ได้เสนอรูปแบบของโครงการงานเป็นดังนี้

1. โครงการงานที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจ
2. โครงการงานที่เกี่ยวกับการหาความรู้และเสริมสร้างทักษะ
3. โครงการงานเกี่ยวกับการแก้ปัญหา เน้นโครงการที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาต่างๆ
4. โครงการงานเกี่ยวกับการประดิษฐ์

จิราภรณ์ ศิริทวี (2543 : 35) ได้จำแนกโครงการงานออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. โครงการงานประเภทสำรวจ โครงการงานประเภทนี้ไม่กำหนดตัวแปร การเก็บรวบรวมข้อมูลอาจเป็นการสำรวจในภาคสนามหรือในธรรมชาติ หรือนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติ นอกจากนี้การสำรวจรวบรวมข้อมูลอาจบ่งชี้ที่มาของปัญหาเพื่อนำไปศึกษาทดลองต่อ
2. โครงการงานประเภททดลอง เป็นโครงการที่มีลักษณะการออกแบบทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรหนึ่งโดยควบคุมตัวแปรตัวอื่นๆ
3. โครงการงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ โครงการงานประเภทนี้เป็นการประดิษฐ์สิ่งใดสิ่งหนึ่ง เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์เพื่อใช้สอยต่างๆ สิ่งประดิษฐ์อาจคิดขึ้นมาใหม่ หรือปรับปรุงจากของเดิม มีการกำหนดตัวแปรที่จะศึกษาและทดลองประสิทธิภาพของงานด้วย

4. โครงการประเภทพัฒนาผลงาน โครงการประเภทนี้เป็นการศึกษาเพื่อคิดค้นหรือพัฒนาชิ้นงานให้สามารถใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นหรือมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

สำนักงานพัฒนาการศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม เขตการศึกษา 1 (2543 : 27-29) ได้แบ่งโครงการออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. โครงการที่เป็นการสำรวจ รวบรวมข้อมูล

โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ อย่างมีระบบเพื่อให้เห็นถึงลักษณะหรือความสัมพันธ์ของเรื่องดังกล่าวได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

2. โครงการที่เป็นการค้นคว้าทดลอง

โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะโดยการออกแบบโครงการในรูปแบบของการทดลอง เพื่อศึกษาว่าตัวแปรหนึ่งจะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาอย่างไรบ้างด้วยการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้

3. โครงการที่เป็นการศึกษา ความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดใหม่

โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อความรู้ ทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ๆ เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อนหรือขัดแย้งหรือขยายจากของเดิมที่มีอยู่แล้วซึ่งความรู้ทฤษฎีหลักการ หรือแนวคิดที่เสนอต้องผ่านการพิสูจน์อย่างมีหลักการหรือวิธีการที่น่าเชื่อถือ ตามกติกาคัดกรองที่กำหนดขึ้นมาเอง หรืออาจใช้กติกาหรือข้อตกลงเดิมมาอธิบาย ข้อความรู้ ทฤษฎีหลักการ แนวคิดใหม่ก็ได้

4. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์

เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ คือการนำเอาความรู้ ทฤษฎี หลักการหรือแนวความคิดใหม่มาประยุกต์ใช้โดยประดิษฐ์เป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการเรียน การทำงาน หรือควรใช้สอยอื่นๆ

แอตเดียน แอล เฮส (สมวงศ์ แปลงประสพโชคและคณะ. 2545 : 4 ; อ้างอิงจาก Adrien L. Hess) ได้จำแนกโครงการออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. งานศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร (Documentation Projects)

2. งานศึกษาจากเอกสารและการทดลอง (Documentation / Experimentation Projects)

3. งานทดลอง (Experimentation Projects)

วิมลศรี สุวรรณรัตน์ (2542 : 25) โครงการแบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. โครงการที่สร้างความรู้และทักษะ
2. โครงการที่เกี่ยวกับการประดิษฐ์สิ่งของ
3. โครงการที่เกี่ยวกับการสำรวจ
4. โครงการที่เกี่ยวกับ ทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ชั้นสูง

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าโครงการสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท

1. โครงการสำรวจ รวบรวมข้อมูล
2. โครงการประเภททดลอง
3. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์แบบพัฒนาผลงาน/ค้นคว้า

1.4 ประเภทของโครงการคณิตศาสตร์

การทำโครงการคณิตศาสตร์ สามารถทำได้หลายรูปแบบดังนี้

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543 : 7) ได้จำแนกโครงการคณิตศาสตร์ออกเป็น

4 ประเภทคือ

1. โครงการคณิตศาสตร์ประเภททดลอง (Experiment Research Project)

โครงการประเภทนี้เน้นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบทดลองและการดำเนินการทดลอง เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการทราบหรือเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. โครงการคณิตศาสตร์ประเภทการสำรวจ (Survey Research Project)

โครงการประเภทนี้เป็นกิจกรรมการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่หรือเป็นอยู่ในธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำ

3. โครงการประเภทพัฒนาหรือการประดิษฐ์ (Development Research Project)

โครงการประเภทนี้อาจเป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่างๆ ให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ อาจจะเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ยังไม่มีมาก่อนหรือการปรับปรุงอุปกรณ์ หรือประดิษฐ์สิ่งที่มีอยู่แล้วให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิม รวมทั้งเสนอหรือปรับปรุงแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง

4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย (Theoretied Research Project)

เป็นโครงการที่ผู้ทำจะต้องเสนอแนวความคิดใหม่ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีเหตุผล มีหลักการทางคณิตศาสตร์หรือทฤษฎีสนับสนุน หรือเป็นการอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่ อาจจะเสนอในรูปแบบคำอธิบาย สูตร สมการ โดยมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นสนับสนุน

ยุพิน พิพิธกุล (2544 : 4) กล่าวถึงการทำให้โครงการคณิตศาสตร์สามารถทำได้หลายลักษณะคือ

1. ลักษณะเชิงประวัติศาสตร์ เป็นโครงการประเภทเอกสารซึ่งต้องอาศัยเวลาในการศึกษาค้นคว้าแหล่งข้อมูลอ้างอิงค่อนข้างมากมาประกอบการทำโครงการ
 2. ลักษณะตามสาระการเรียนรู้เป็นโครงการที่ต้องใช้เนื้อหามาพิจารณา
 3. ลักษณะประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง เป็นโครงการที่เชื่อมโยงความรู้ แนวคิด ทฤษฎีต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ไปใช้
 4. ลักษณะอื่นๆเป็นโครงการที่ยังต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้
- สมวงษ์ แปลงประสพโชคและคณะ (2545 : 5) จำแนกโครงการคณิตศาสตร์ออกเป็น

1. งานศึกษาค้นคว้า
2. งานสร้างทฤษฎีหรือสูตรใหม่ๆ เป็นงานที่นักเรียนต้องใช้วิธีการสังเกตรูปแบบ อาจมีการทดลองเพื่อสร้างสมมติฐานหรือข้อคาดเดา จากนั้นจึงตรวจสอบด้วยวิธีพิสูจน์ สิ่งที่พิสูจน์ได้จะถูกยอมรับว่าเป็นทฤษฎีบท
3. งานประยุกต์ความรู้ไปใช้ เป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ สร้างเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

1.5 ขั้นตอนการทำโครงการ

โครงการเป็นกิจกรรมที่ต้องทำอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งเสร็จสิ้น โดยผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งสิ้น โดยมีครู-อาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดตลอดเวลาในการทำโครงการ

วิมลศรี สุวรรณรัตน์ (2542 : 25) , ชัยศักดิ์ สีลาจารสกุล (2543 : 8-13), มาหะทิพย์ศิริ (2543 : 34) เริงชัย จงพิพัฒน์สุข (2543 : 25) , สำนักพัฒนาการศึกษาศาสนา และวัฒนธรรม เขตการศึกษา 1 (2543 : 30-33) ลัดดา ภูเกียรติ (2544 : 332 – 395) ได้เสนอแนวทางการทำเสนอโครงการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคิดและทำเรื่องที่จะทำโครงการ

การคิดหาหัวข้อในการทำโครงการถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่ยากที่สุด ซึ่งตรงกับที่ แวนเดอแมน และพาร์ฟิตต์ (Vandeman and Parfitt 1985 : 14) การคิดหาหัวข้อปัญหาเป็นตอนที่ยากที่สุด เพราะเป็นปัญหาที่จะต้องเหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียนและมีแนวทางที่จะหาคำตอบซึ่งโดยทั่วไปหัวข้อโครงการมักจะได้จากปัญหาคำถามหรือความอยากรู้อยากเห็นรอบๆ ตัวของนักเรียน จึงควรให้นักเรียนเป็นผู้คิดและเลือกทำข้อที่จะศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ ธีรชัย ปุณณโชติ (2531 : 43) ที่กล่าวว่า การคิดแล้วเลือกหัวข้อในส่วนใหญ่นั้นแล้ว

จะได้มาจากความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนเอง ตลอดจนประสบการณ์ทั้งในและนอกห้องเรียนซึ่งการที่นักเรียนจะคิดหัวข้อเรื่องหรือปัญหานั้น นักเรียนจะต้องมองเห็นปัญหาหรือเกิดความสนใจในปัญหาใดปัญหาหนึ่งที่อยากรู้อะไรหนึ่งสิ่งใดให้มาก ในบางครั้งนักเรียนอาจมีโอกาสดำเนินการกับสถานการณ์ที่ช่วยให้เขามองเห็นปัญหาได้

สิ่งที่จะนำมาเป็นหัวข้อเรื่องโครงการ จะได้มาจากปัญหา คำถาม หรือตามความอยากรู้อยากเห็นเรื่องต่างๆ ของผู้เรียนต้องเป็นช่วงที่จำเพาะเจาะจง และชัดเจนว่าโครงการนี้ทำอะไร และควรเป็นเรื่องที่อยู่ใกล้ตัวหรือมีความคุ้นเคยกับเรื่องดังกล่าว เป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลาศึกษาพอสมควรที่จะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบ อย่างไรก็ตามผู้สอนก็ยังคงมีความสำคัญ คือผู้สอนต้องช่วยเหลือให้คำแนะนำกับนักเรียนในการเลือกโครงการที่เหมาะสม เช่น กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแนวทางการทำโครงการ โดยการอภิปรายโครงการที่จะทำและมีทางทำได้ยกตัวอย่างโครงการที่ทำเสร็จแล้วเพื่อเป็นแนวทาง เชิญวิทยากรมาให้คำแนะนำ ครูผู้สอนจะต้องพยายามหาเทคนิคและใช้วิธีการต่างๆ ที่จะกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิดปัญหาด้วยตนเอง สิ่งที่จะช่วยได้คือ การฝึกฝนโดยการเริ่มต้นด้วยวิธีการดังนี้

1. การตั้งคำถามง่ายๆ ครูควรฝึกนักเรียนด้วยการให้คำถามง่ายๆ เป็นเรื่องใกล้ตัวเสียก่อน จากการถามคำถามที่เกี่ยวกับตัวเขานำไปสู่คำถามที่เกี่ยวกับคนอื่น และเข้ามาสู่การเรียนการสอน บางคำถามต้องใช้เวลาในการค้นหาคำตอบ อาจต้องมีการทดลองทำดูหรือออกไปสำรวจ ซึ่งนำไปสู่การคิดหาวิธีและวางแผนในการดำเนินการเพื่อการศึกษาหาคำตอบ ขั้นตอนต่างๆ ในการทำงานเป็นกระบวนการที่เด็กๆ จะต้องคิดและขอคำปรึกษาจากครู จุดนี้เริ่มได้แค่โครงในการทำโครงการหรือโครงร่างของโครงการโดยไม่รู้ตัว ดังนั้นการตั้งคำถามในเชิงเหตุ-ผล จะนำไปสู่การพัฒนาทั้งหัวข้อเพื่อเป็นการกระตุ้นให้เขารู้จักคิด ทำให้เป็นคนที่ดีขึ้นอยู่ตลอดเวลา อันจะนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าหาความรู้หรือเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างสนุกสนาน และมีความสุข

2. การคิด การคิดเป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่องมาจากการสังเกต หลังจากที่ได้สังเกตแล้วเด็กจะเริ่มประมวลสิ่งที่สังเกตได้บวกกับประสบการณ์เดิมที่อยู่ แล้วทำให้เกิดความสงสัยขึ้นซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการแก้ปัญหาการเริ่มให้นักเรียนรู้จักคิดอาจจะเริ่มจากการคิดคล่องเสียก่อน เมื่อเด็กๆ คิดได้อย่างคล่องแคล่วแล้วจะได้คำตอบที่มากมายและหลากหลาย ขึ้นต่อไปคือการนำความคิดดังกล่าวมาจัดเป็นกลุ่ม เป็นพวก คิดเป็นหมวดหมู่ โดยการใช้เกณฑ์ที่นักเรียนช่วยกันคิดขึ้นหรือพิจารณาจากสาระเนื้อหา ในการคิดดังกล่าวควรจะมีครูคอยเป็นผู้กระตุ้นคำถามนำให้ความคิดนั้นเป็นรูปธรรมมากขึ้น

3. การสำรวจ เป็นลักษณะอีกอย่างหนึ่งที่เราพบในตัวเด็ก เพราะเด็กมักอยากรู้อยากเห็นจึงแอบสำรวจตรวจสอบสิ่งต่างๆ โดยไม่รู้ตัวว่าเป็นกระบวนการขั้นหนึ่ง ในการค้นหาคำตอบครูจึงควรสังเกตเด็กๆ ว่ามีใครบ้างที่ช่างสำรวจ และอาจส่งเสริมโดยการหางานที่เกี่ยวกับการสำรวจให้ทำ ทำให้เขาได้เรียนรู้และมีความภาคภูมิใจว่าได้ช่วยทำงาน จากการสำรวจบางครั้ง

นักเรียนเกิดปัญหา และมีความสงสัยในสิ่งที่ตนได้ไปสำรวจมาแล้วนำข้อข้องใจดังกล่าวมาหาคำตอบ

4. การไปทัศนศึกษา เป็นอีกหัวข้อหนึ่งที่จะทำให้ได้หัวข้อในการทำโครงการ เพราะการพานักเรียนไปทัศนศึกษานอกสถานที่นั้น เป็นการเปิดโลกกว้างให้กับพวกเขาแทนการเรียนการสอนที่จำกัดอยู่ในห้องเรียนที่จำเจและเบื่อหน่าย การไปทัศนศึกษาไม่จำเป็นต้องไปในที่ไกลๆ การไปพบเห็นสิ่งต่างๆ ทำให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบและอยากรู้อยากเห็นจริง เป็นแบบนั้น การอยากได้คำตอบจึงเป็นกระบวนการในการทำโครงการ

5. การทดลอง เป็นการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบให้เป็นจริงและเป็นการได้คำตอบด้วยตนเอง ก่อนที่ครูจะให้นักเรียนได้ทดลอง ครูควรเตรียมการโดยเฉพาะคำถามในการกระตุ้นให้เขาได้คิดและหาวิธีการที่จะทำการทดลองด้วยตัวเอง ในการทดลองใดๆ สิ่งที่ครูจะให้นักเรียนได้เรียนรู้คือการตั้งปัญหาที่ชัดเจนและมีจุดประสงค์ที่แน่นอนในการศึกษานั้น รวมถึงการออกแบบการศึกษาทดลอง เวลา สถานที่ วิธีการเก็บข้อมูลที่ต้องการตามหลักวิชาการ การอธิบายผลและการนำเสนอที่ได้จากการศึกษานั้นๆ ด้วย เนื้อหาบางตอนถ้าลงมือปฏิบัติจริง ได้ทำการศึกษาดูแลทดลองด้วยการกระทำก็จะทำให้ความรู้ที่งอกเงยและนำไปสู่การเรียนรู้ที่ลุ่มลึกต่อไปได้เป็นอย่างดี

6. การสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือการกระตุ้นให้เกิดปัญหาและสงสัยในตัวนักเรียน ทำให้อยากรู้อยากพิสูจน์ บรรยากาศดังกล่าวได้แก่บรรยากาศทางกายภาพ เช่นการจัดสภาพห้องเรียน การใช้อุปกรณ์ การจัดรูปแบบโต๊ะเรียน และบรรยากาศการเรียนการสอน เช่น ลักษณะของการจัดการบริหารจัดการชั้นเรียน บุคลิกภาพและปฏิสัมพันธ์ของครูกับนักเรียน ครูจะต้องให้ความเป็นกันเองกับเด็กๆ บุคลิกภาพของครูต้องเป็นคนที่ยิ้มแย้มแจ่มใส มีอารมณ์ขัน กระตือรือร้นในการสอน น้ำเสียงนุ่มนวลน่าฟัง และแต่งกายให้ดูเรียบร้อยภูมิฐาน น่านับถือ บรรยากาศทั้งสองจะมีส่วนส่งเสริมให้เด็กมีพัฒนาในด้านการเรียนการสอนสูงขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของเพียเจต์ ที่กล่าวว่า “ความคิดและสติปัญญาของเด็กจะพัฒนาได้เนื่องมาจากมีอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมมาเป็นเครื่องช่วยกระตุ้นให้เปลี่ยนแปลง ปรับปรุง ตนเองให้มีความสมดุลกับสิ่งแวดล้อมตลอดเวลา (ศิริชัย กาญจนวาสี. : 2543 : 34)

ขั้นที่ 2 การเขียนเค้าโครงของโครงการ

เป็นขั้นตอนในการเขียนแผนงานซึ่งต้องคิดไว้ล่วงหน้าว่าจะทำอย่างไรในช่วงเวลาใด โดยการเขียนเป็นโครงร่าง หรือเค้าโครงเสนออาจารย์ที่ปรึกษา ดังนั้นรายละเอียดที่กำหนดไว้ในแผนจะเป็นเค้าโครงของสิ่งที่คาดหวังว่าจะต้องปฏิบัติ กำหนดวิธีการทำงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย/วัตถุประสงค์และรายละเอียดในการทำงานที่จำเป็นเพื่อช่วยให้การปฏิบัติงานลุล่วงไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปแล้วในการเขียนเค้าโครงจะประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. ชื่อโครงการ (ตรงกับงานที่นักเรียนกำลังศึกษา)
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
4. ที่มาและความสำคัญของโครงการ (อธิบายถึงความเป็นมาของปัญหาที่สนใจว่ามีความเป็นมาอย่างไร เหตุใดจึงได้เลือกทำโครงการงานนั้น โครงการนี้มีความสำคัญอย่างไร มีหลักการหรือทฤษฎีอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง เป็นเรื่องที่เกิดขึ้นมาใหม่หรือเป็นการศึกษาต่อยอดจากโครงการเดิม)
5. วัตถุประสงค์ของการศึกษา (เป็นการระบุความต้องการในการศึกษาหรือจุดประสงค์เฉพาะในการศึกษา)
6. สมมุติฐานการศึกษา (ถ้าเป็นโครงการที่เกี่ยวกับการทดลอง มักจะมีการคาดเดาคำตอบไว้ล่วงหน้า หรือการตั้งสมมุติฐานนั่นเอง และต้องคำนึงด้วยว่าการเขียนสมมุติฐานนั้นต้องมีเหตุผลโดยมีหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์รองรับ เขียนเป็นข้อความที่สามารถมองเห็นแนวทางในการดำเนินการทดสอบหรือตรวจสอบได้)
7. วิธีการดำเนินการ
 - 7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ ระบุว่าวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้มีอะไรบ้าง มาจากไหน อะไรบ้างที่ต้องจัดซื้อ อะไรบ้างที่ต้องจัดทำเอง อะไรบ้างที่ต้องขอยืม
 - 7.2 แนวการศึกษาค้นคว้า (อธิบายว่าจะออกแบบการทดลองอะไร อย่างไร จะสร้างหรือประดิษฐ์อะไรอย่างไร จะเก็บข้อมูลอะไรบ้าง เก็บข้อมูลอย่างไรและเมื่อใดบ้าง)
8. ระยะเวลาการดำเนินงาน (เป็นรายละเอียดเกี่ยวกับระยะเวลาดำเนินงานโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น)
9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ (สภาพของผลที่ต้องการให้เกิด ทั้งเป็นผลผลิต กระบวนการ และผลกระทบ)
10. เอกสารอ้างอิง (เป็นการบอกให้ผู้อื่นได้ทราบว่านักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้า นำข้อมูลมาจากแหล่งใดบ้าง)

ขั้นตอนที่ 3 การลงมือทำโครงการ

เป็นการดำเนินงานตามแบบแผนงานที่ได้วางไว้แล้วโดยการปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้เขียนไว้ในโครงร่างหรือเค้าโครงที่ผ่านการเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว โดยปฏิบัติตามแผนดำเนินงานซึ่งประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือประดิษฐ์ การปฏิบัติทดลอง การค้นคว้าเอกสารต่างๆ ถ้าเป็นโครงการประเภทการทดลองควรตรวจสอบผลการทดลองโดยทำการทดลองซ้ำอีกเพื่อให้ได้ผลที่แน่นอน ถ้าเป็นสิ่งประดิษฐ์ควรคำนึงถึงความคงทน แข็งแรง และขนาดที่เหมาะสม ผู้ทำโครงการจะต้องกำหนดขั้นตอนในการปฏิบัติอย่างละเอียด และต้องปฏิบัติตามแผนการดำเนินงานที่วางไว้ หากมีข้อผิดพลาดจากการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน

ต้องรีบปรึกษากับกลุ่มและอาจารย์ที่ปรึกษาทันที เพื่อจะได้แก้ปัญหาได้ทันทั่วทั้งที่ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล แปลผลและสรุปผลการศึกษาค้นคว้า พร้อมทั้งอธิบายผลการศึกษาค้นคว้า หากไม่ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนทำการทดลอง ให้บอกเหตุผลด้วยว่าเหตุใดจึงไม่เป็นไปตามสมมติฐาน เพื่อจะได้รู้ว่ามีส่วนบกพร่องอะไรบ้าง และผิดพลาดตรงกระบวนการใด

ขั้นตอนที่ 4 การเขียนรายงานโครงการ

เป็นการเสนอผลจากการศึกษาค้นคว้าในรูปแบบของรายงานเป็นเอกสาร เพื่อขยายผลให้ผู้อื่นได้ทราบและเข้าใจถึงแนวคิด วิธีการศึกษาค้นคว้าและสิ่งที่ทำการศึกษานั้นว่าผลเป็นอย่างไรบ้าง รวมทั้งข้อเสนอแนะ การเขียนรายงานโครงการควรเขียนให้อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้น ตรงไปตรงมา และครอบคลุมหัวข้อต่างๆ ส่วนประกอบในการเขียนรายงานโครงการ มีดังนี้

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้จัดทำโครงการ
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
4. บทคัดย่อ (เป็นการเขียนเรื่องที่ศึกษาโดยย่อ บอกวัตถุประสงค์ของการศึกษา วิธีการดำเนินการศึกษา และผลสรุปที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าอย่างย่อๆ ซึ่งมีความยาวประมาณ 300-450 คำ)
5. ที่มาและความสำคัญของโครงการ (เขียนรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและความสำคัญพร้อมทั้งเหตุผลที่เลือกโครงการนี้
6. วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า
7. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า
8. วิธีการดำเนินงาน
9. ผลของการศึกษาค้นคว้า
10. สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า
11. ข้อเสนอแนะ
12. เอกสารอ้างอิง
13. กิตติกรรมประกาศ

ขั้นตอนที่ 5 การนำเสนอโครงการ

การนำเสนอโครงการเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งของการทำโครงการ เป็นการนำเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าสำเร็จลงด้วยความคิด ความพยายามของผู้ทำโครงการให้คนอื่นได้รับรู้และเข้าใจถึงผลงาน ผลงานที่ทำขั้นตอนจะยอดเยี่ยมเพียงใด แต่ถ้าจัดแสดงผลงานทำได้ไม่ดีก็เท่ากับไม่ได้แสดงความดีเยี่ยมของผลงาน ดังนั้นการนำเสนอจะต้องวางแผนและออกแบบเพื่อจัดแสดงผลงานจึงต้องอาศัยเวลา ซึ่งผู้ทำโครงการจะต้องคิดรูปแบบของการนำเสนอเองโดยการเขียนในรูปแบบ

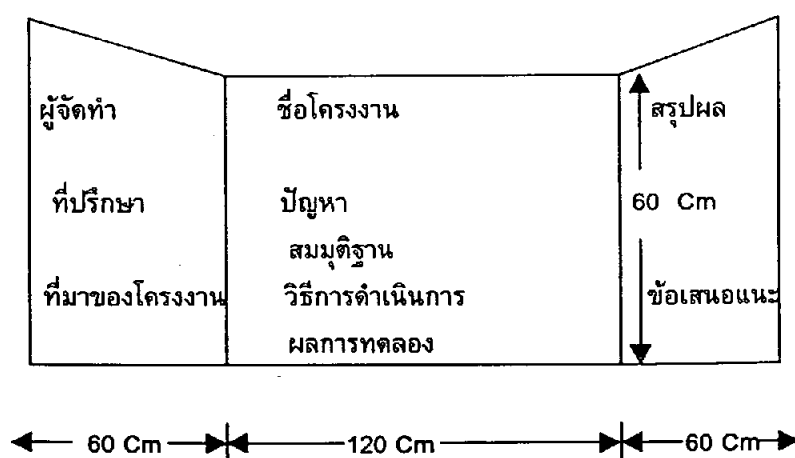
แบบรายงานเป็นเอกสาร หรือรายงานปากเปล่า หรือจัดเป็นนิทรรศการ ผลงานที่ทำเสนอต่อชุมชนจัดในรูปแบบของผังโครงการ ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1. ผู้จัดทำโครงการ
2. ชื่อที่ปรึกษา
3. ที่มาของโครงการ
4. ชื่อโครงการ
5. ปัญหาที่ต้องการศึกษา
6. สมมุติฐาน (ถ้ามี)
7. วิธีดำเนินการ (อาจมีรูปภาพประกอบ)
8. ผลการทดลอง
9. สรุปผล
10. ข้อเสนอแนะ

ทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วนั้นจะต้องเขียนด้วยความประณีต สวยงาม สามารถหาสิ่งประดับมาตกแต่งผังโครงการให้สวยงามได้

สสวท. (2529 : 9 – 20 ; Kalar. 1976 : 72 ; Gupta. 1881 : 29 ; Kennedy, Newkirk and Tankovich.1983 : 34 ; Vandemann and Parfitt .1985 : 14) ได้สร้างหลักเกณฑ์ในการจัดผังโครงการ

ต้องประกอบด้วย 3 ด้าน คือด้านหน้า และข้าง 2 ด้าน ผังโครงการควรมีขนาดยาว 120 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร และกว้างด้านละ 60 เซนติเมตร ดังภาพ



ภาพประกอบ 1 การจัดผังโครงการ

การแสดงผลงานอาจจะจัดในรูปแบบการจัดนิทรรศการ หรือรายงานปากเปล่า โดยนำแผนโครงการมานำเสนอไปพร้อมกันหรือเป็นการจัดแสดงบนเวทีหรือนำเสนอผลงานด้วยแผ่นใส หรืออธิบายประกอบสไลด์หรือวีดิทัศน์ เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงออกถึงการทำงานแสดงผลงานที่ได้มาจากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การประกวดโครงการมีทั้งที่เป็นการประกวดภายในโรงเรียนหรือจัดประกวดระดับประเทศ เพื่อเผยแพร่ผลงานให้ผู้อื่นได้รับรู้

ในการแสดงผลงานผู้นำเสนอผลงานจะต้องอธิบายหรือรายงานปากเปล่านั้น ควรคำนึงถึงสิ่งต่างๆต่อไปนี้

1. ต้องทำความเข้าใจกับเรื่องที่จะอธิบายเป็นอย่างดี
2. คำนึงถึงความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับระดับผู้ฟังควรให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย
3. ควรรายงานอย่างตรงไปตรงมาไม่อ้อมค้อม
4. พยายามหลีกเลี่ยงการอ่านรายงาน แต่อาจจดหัวข้อสำคัญๆ ไว้เพื่อช่วย

ในการรายงานเป็นไปตามขั้นตอน

5. อย่าท่องจำรายงานเพราะจะทำให้ดูไม่เป็นธรรมชาติ
6. ขณะที่รายงานควรมองตรงไปยังที่ผู้ฟัง
7. เตรียมตัวตอบคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ
8. ตอบคำถามอย่างตรงไปตรงมา ไม่จำเป็นต้องกล่าวถึงสิ่งที่ไม่ได้ถาม
9. หากติดขัดในการอธิบายควรยอมรับโดยดี อย่างกลบเกลื่อนหรือหาทาง

หลีกเลี่ยงเป็นอย่างอื่น

10. ควรรายงานให้เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด
11. หากเป็นไปได้ควรใช้สื่อประเภทสไลด์ทัศนูปกรณ์ประกอบการรายงานด้วย

เช่นแผ่นโปร่งใส สไลด์ คอมพิวเตอร์เป็นต้น (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. 2543 : 3 -12)

1.6 การประเมินโครงการ

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการประเมินผลไว้ดังนี้

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2528 : 179) ให้ความหมายไว้ว่า “การประเมินผลหมายถึง กระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งของหรือการกระทำใดๆโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน”

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2528 : 1) กล่าวไว้ว่า “ การประเมินผลหมายถึงกระบวนการตีความและตัดสินคุณค่าจากสิ่งที่วัดได้โดยอาศัยวิธีการที่มีระบบแบบแผนในการรวบรวมข้อมูล ตลอดจนเหตุผลประกอบการพิจารณาตัดสินว่ากิจกรรมการศึกษานั้นดีหรือเลวอย่างไร เหมาะสมหรือไม่ประการใด”

ใจทิพย์ เชื้อวัณนพงษ์ (2539 : 94) กล่าวว่า การประเมินผล “ คือ กระบวนการพิจารณาตัดสินประสิทธิภาพหรือคุณค่าของวัตถุ คน สิ่งของ แผนงาน โครงการ ผลผลิตหรือ

ผลงาน หรือการดำเนินงานกิจกรรมที่เกิดขึ้นว่าบรรลุความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ มากน้อยเพียงใด โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวัดเป็นหลัก

ศิริชัย กาญจนวาสี (2543 : 15) กล่าวว่า การประเมินเป็นกระบวนการตัดสินคุณค่า (Value judgement) ของสิ่งต่างๆ ตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยทั่วไปการประเมินต้องอาศัยข้อมูล จากการวัดที่เป็นปรนัย แต่บางครั้งการประเมินต้องอาศัยการสังเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพื่อตัดสินคุณค่าของสิ่งนั้น การประเมินมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ ข้อมูลจากการวัด การตีความ และการกำหนดคุณค่าตามเกณฑ์มาตรฐาน

อาจกล่าวได้ว่าการประเมินผล เป็นกระบวนการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่างๆ โดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน โดยอาศัยวิธีการที่มีระบบแบบแผนในการรวบรวมข้อมูล ซึ่งการประเมินมีส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ข้อมูลการวัด การตีความ และกำหนดคุณค่าตามเกณฑ์ มาตรฐาน

ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดการประเมิน ผู้เรียนไว้ในมาตรา 26 ว่า “ในสถานศึกษายังจัดการประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากการพัฒนาการ ของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่กัน ไปในกระบวนการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา” จะเห็น ได้ว่าการประเมินตามที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษานั้น ได้มีการปรับเปลี่ยนจากเดิม ที่เคยวัดและประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียนเฉพาะด้านความรู้และความจำของเนื้อหา เท่านั้น มาเป็นการประเมินที่มุ่งเน้นผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนมากกว่า โดยจะต้องมีการวัดให้ครอบคลุม ที่เกี่ยวกับผู้เรียนในทุกด้าน ทั้งในด้านกระบวนการทำงานและผลงาน ความรู้ ความรู้สึกและทักษะ ที่เขาแสดงออกทุกด้านด้วยการยึดหลักของการประเมินตามสภาพความเป็นจริง (authentic assessment) หรือสิ่งที่เกิดขึ้นกับนักเรียนจริง ดังนั้นการที่ครูจัดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรม โครงการตามที่เขามีความถนัดและสนใจ เขาจะมีความกระตือรือร้นและตั้งใจเรียนโดยที่ครูไม่ ต้องบังคับมากมาย เพียงแต่คอยสังเกตว่าเขาจะมีความเด่นด้อยของเด็กแต่ละคน และออกแบบ กิจกรรมที่จะกระตุ้นศักยภาพของเด็ก การให้โอกาสนักเรียนผู้เรียนทำโครงการที่ตนสนใจ ทั้ง โครงการส่วนบุคคลและโครงการกลุ่ม มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาการเรียนรู้ตามแนว ทฤษฎีพหุปัญญา ไผท สิทธิสุนทร (2543 : 23) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาโดยมุ่งพิจารณา 5 ส่วน ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้รายบุคคล (Individual profile)

โดยพิจารณาจากความถนัดทางปัญญาด้านต่างๆ หรือจุดอ่อนจุดแข็งของผู้เรียน และสภาพอารมณ์ของผู้เรียนในการทำงาน เช่น มีความพยายาม มีความกล้าตัดสินใจ เป็นต้น

2. ความเชี่ยวชาญในการใช้ข้อมูล ทักษะ และทฤษฎี และแนวคิด (Mastery of facts, skill and concepts)

โดยการพิจารณาถึงความสามารถของผู้เรียนในการนำข้อมูล ความรู้ทักษะ ทฤษฎี และแนวคิดต่าง ๆ ที่ได้จากหลักสูตรมาประยุกต์ใช้ในโครงการ โดยทั่วไปครูและผู้เรียนสามารถตกลงกันโดยครูจะให้ผู้เรียนนำความรู้และแนวความคิดที่ได้จากเนื้อหาสาขาที่สนใจ จากบทเรียน มาไว้ในโครงการหรือสร้างเป็นโครงการ

3. คุณภาพเนื้อหา (Quality of work)

โครงการแต่ละเรื่องจะอยู่ภายใต้ขอบเขตขององค์ความรู้บางอย่าง โดยที่แต่ละสาขาแต่ละแขนงต้องมีบรรทัดฐานทางคุณภาพโดยเฉพาะสำหรับใช้เกณฑ์ในการประเมิน ซึ่งไม่สามารถใช้บรรทัดฐานเดียวกันมาประเมินทุกโครงการได้ แต่อาจมีเกณฑ์คุณภาพโดยรวมที่สามารถใช้เป็นตัวตรวจสอบโดยรวมได้ เช่น ความคิดริเริ่มและจินตนาการเอง ความมีสุนทรียภาพ ความแม่นยำ ในหลักวิชาความสามารถในการพัฒนาโครงการ เพื่อนำเสนอแนวคิด และผลงานภาคปฏิบัติ เป็นต้น

4. การสื่อสาร (Communication)

การทำโครงการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารกับเพื่อน ครู ผู้ใหญ่ และคนอื่น ๆ ทักษะในการสื่อสารจึงมีความจำเป็นกับผู้เรียนเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะต้องนำมาเป็นเครื่องมือในการนำเสนอข้อมูลความรู้ให้แก่ผู้อื่น การสื่อสารด้วยวิธีการหลากหลายเป็นเกณฑ์ ที่ครูจะต้องนำมาพิจารณาในการประเมินด้วย

5. การประเมินผลตนเอง (Reflection)

ลักษณะที่บ่งบอกถึงพัฒนาการทางสติปัญญาที่สำคัญที่สุดคือ ความสามารถในการประเมินงานที่ทำผู้เรียนจะต้องสามารถประเมินงานที่ตนเองทำเพื่อตรวจสอบวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายของงาน และประเมินความคืบหน้าของงาน พิจารณาข้อบกพร่องต่าง ๆ ใช้ความรู้ แนวคิดจากประสบการณ์ของตนเองและผู้อื่นมาปรับปรุงโครงการ ครูและนักเรียนสามารถตรวจสอบ ผลงานร่วมกัน หาทางเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม รวมไปถึงการตั้งเป้าหมาย ระยะยาวของการทำงานด้วย

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2540 : 78-79) ได้กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน โครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วนโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. โครงการกำหนดคะแนนไว้ 40 คะแนนโดยดูจากเกณฑ์ต่อไปนี้

1.1 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีความแปลกใหม่ของปัญหา การเสนอแนวคิดแล้ว ระบุตัวแปรที่ต้องการศึกษาโดยดัดแปลง เปลี่ยนแปลงจากผู้อื่นที่เคยทำมาแล้วหรือคิดขึ้นใหม่ มีการออกแบบการทดลองที่ดัดแปลงหัวข้อขึ้นมาใหม่ รวมทั้งการเลือกอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมกับ ปัญหา การวัดและควบคุมตัวแปรการรวบรวมข้อมูล และการทดลองซ้ำ

1.2 การใช้วิธีการทดลองทางวิทยาศาสตร์ (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) ได้แก่ การสังเกตที่นำมาสู่ปัญหา การตั้งสมมุติฐานที่ถูกต้อง รวมไปถึงการนำเสนอ การแปลความหมายและการสรุปผล

1.3 การแสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ เช่น ใช้หลักการทำงาน ที่ถูกต้องเหมาะสมกับระดับความรู้และปัญหา โดยมีความเข้าใจเป็นอย่างดี มีการอ้างอิงความรู้ แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

1.4 การแสดงหลักฐานการบันทึกอย่างเพียงพอและต่อเนื่องเป็นระเบียบ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความละเอียดถี่ถ้วน ความมานะพยายามและความตั้งใจจริงในการทำงาน

1.5 คุณค่าของโครงการ มีการระบุคุณค่าหรือประโยชน์ของโครงการโดยเฉพาะ การแก้ปัญหาให้กับท้องถิ่น

2. การเขียนรายงาน กำหนดคะแนนไว้ 15 คะแนน

2.1 ความถูกต้องของแบบฟอร์ม ครอบคลุมหัวข้อสำคัญทุกหัวข้อ ให้อย่างชัดเจน ได้แก่ บทคัดย่อ กิตติกรรมประกาศ สารบัญ บทนำ เอกสารที่เกี่ยวข้อง อุปกรณ์และวิธีการทดลองอภิปราย สรุปผล ภาคผนวก และบรรณานุกรม

2.2 การนำเสนอข้อมูล ใช้รูปภาพ กราฟตารางได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

2.2 การใช้ภาษาและคำศัพท์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

2.3 การอภิปรายและสรุปผล มีการอภิปรายอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์มีข้อเสนอแนะหรือสมมุติฐานสำหรับการศึกษาต่อไปและสรุปผลการทำงานทั้งหมดที่ได้เป็นข้อๆ

3. การจัดแสดงโครงการกำหนดคะแนน ไว้ 15 คะแนน โดยดูจากเกณฑ์ต่อไปนี้

3.1 ความเหมาะสมในการใช้อุปกรณ์ ชิ้นส่วน วัสดุหรือส่วนประกอบอื่นๆ ประกอบการแสดงผลโครงการ

3.2 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่ของการออกแบบ การนำเสนอข้อมูลและการใช้วัสดุในแผนแสดงโครงการ

3.3 ความสามารถในการจัดการแสดงและสาธิตผลการทดลอง มีการแสดงแนวคิดโดยการจัดรูปแบบของโครงการที่กระชับ และดึงดูดความสนใจ

3.4 ความประณีตสวยงาม ทั้งการจัดวางแผนโครงการ การเขียนโปสเตอร์ รู้จักการใช้สีตัวหนังสือได้อย่างประณีต เหมาะสม

4. การอธิบายปากเปล่า กำหนดคะแนนไว้ 30 คะแนน โดยดูจากเกณฑ์ต่อไปนี้

4.1 การนำเสนอต่อคณะกรรมการ โดยต้องสรุปประเด็นสำคัญทั้งหมดของ
โครงการภายในช่วงเวลาที่กำหนด ประมาณ 10 นาที

4.2 การตอบปัญหา สามารถอธิบายและตอบข้อซักถามโดยการแสดงให้เห็น
ถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ

ลัดดา ภูเกียรติ (2544 :381-386) กล่าวถึงการประเมินโครงการ ครูจะต้องทำ
ความเข้าใจกับนักเรียนเสียก่อนว่าไม่ใช่เป็นการใส่ร้ายป้ายสี แต่เป็นโอกาสที่ดีที่ผู้อื่นมองเห็นจุดเด่น
และจุดด้อยของตัวนักเรียน แล้วมาบอกเพื่อให้นักเรียนได้แก้ไขจุดบกพร่องนั้น การยอมรับ
ความเป็นตัวเราจะทำให้เราได้รู้จักตนเองอย่างแท้จริงและใช้ความสามารถของเราได้ถูกทางด้วย
การประเมินโครงการ ควรกระทำการประเมินจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การประเมินตนเอง การ
ประเมินเพื่อนในกลุ่มที่ทำงาน และประเมิน โดยครูได้ดังนี้

แบบประเมินตนเอง / ประเมินเพื่อนร่วมงาน

ชื่อ-สกุล.....

ผลการประเมิน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน				รวม
		สูงมาก (4)	สูง (3)	ปานกลาง (2)	ต่ำ (1)	
1	การเลือกเรื่องในการทำโครงการ					
2	การกำหนดจุดประสงค์สำคัญของโครงการ					
3	การกำหนดขั้นตอนปฏิบัติงาน/การวางแผน					
4	การเตรียมงาน					
5	มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
6	มีความมานะ พยายาม อดทน					
7	มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา					
8	มีความสามารถในการสื่อสาร					
9	มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี					
10	มีความเชื่อมั่นในตนเอง					
11	มีความรอบรู้หลาย ๆ ด้านและทันสมัย					
12	มีความซื่อสัตย์ซื่อตรงต่อการทำงาน					
13	มีความประหยัดในการเลือกใช้อุปกรณ์					
14	มีเหตุผล ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น					
15	มีน้ำใจเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ต่อผู้ร่วมงาน					
16	มีความเป็นผู้นำ/ ผู้ตาม					
17	มีพัฒนาการทางอารมณ์					
18	มีการทำงานและปฏิบัติงานตามแผนที่วางไว้					
19	มีการสำรวจปรับปรุงแก้ไขงานให้ดียิ่งขึ้น					
20	มีการบันทึกผลงานอย่างเป็นระบบ					

ลำดับที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน				รวม
		สูงมาก (4)	สูง (3)	ปานกลาง (2)	ต่ำ (1)	
21	มีการเสนอผลงานได้อย่างเหมาะสม					
22	มีความสามารถในการสื่อสาร/พูดต่อ สาธารณชน					
23	มีความพึงพอใจในงานที่ทำ					
24	มีความกล้าที่จะตัดสินใจ					
25	การเก็บรักษาเครื่องมือเครื่องใช้/สถานที่					
26	การรักษาความสะอาด					
27	ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด					
28	ผลงานประณีต เรียบร้อยสวยงาม					
29	อื่นๆ					
	รวมคะแนน เฉลี่ยระดับคุณภาพ					

คะแนนเฉลี่ย

ระดับคุณภาพ

3.51 – 4.00

สูงมาก

2.51 – 3.50

สูง

1.51 - 2.50

ปานกลาง

0.00 - 1.50

ต่ำ

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

การประเมินโดยครู

การประเมินโดยทั่วไปควรประเมินให้ครอบคลุมตั้งแต่การเลือกเรื่อง/ปัญหาที่ศึกษา การวางแผน และการดำเนินงาน กระบวนการในการทำโครงการ เนื้อหาสาระประโยชน์ที่ได้จากการทำโครงการและการนำเสนอโครงการโดยพิจารณา ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

1. การวางแผนในการทำโครงการ

1.1 เป็นโครงการที่นักเรียนคิดเองหรือโครงการที่ครูช่วยแนะนำหรือคิดหัวข้อทำโครงการได้

1.2 เป็นโครงการที่นักเรียนทำเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มความยากง่ายของแต่ละปัญหาที่ศึกษากระบวนการทำงานกลุ่ม การแบ่งภาระหน้าที่รับผิดชอบ

1.3 สามารถเห็นพัฒนาการได้ชัดเจน ว่านักเรียนมีความก้าวหน้ามากขึ้นเพียงใด

1.4 เป็นโครงการที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความแปลกใหม่ ถ้าเป็นโครงการที่มีผู้ที่เคยทำมาก่อนแล้วสิ่งที่ทำขึ้นใหม่นั้นมีความแปลกใหม่ไปจากเดิมเห็นได้ชัดเจนตลอดจนได้ความรู้ใหม่ที่ยังไม่มีผู้ใดค้นพบมาก่อน

2. เนื้อหาสาระและประโยชน์ของโครงการ

2.1 มีความถูกต้องและสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน

2.2 ให้ความรู้ในทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอผลงาน สถิติที่ใช้ถูกต้องและเหมาะสม

2.3 รู้จักเลือกใช้ข้อมูลข่าวสาร และแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมกับเนื้อหา มีความสามารถในการนำความรู้ ทักษะและทฤษฎี หรือแนวคิดต่างๆ มาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

2.4 มีการแปลผลการศึกษาและสรุปผลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

2.5 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวันจริงหรือสถานการณ์จริง

3. การนำเสนอโครงการ

3.1 มีทักษะการสื่อสารเพื่อนำเสนอข้อมูลความรู้ให้แก่ผู้อื่น

3.2 รู้จักเลือกรูปแบบการนำเสนอโครงการได้ถูกต้อง เหมาะสม

การประเมินโครงการได้กำหนดคะแนนดังนี้

1. การวางแผนในการจัดทำโครงการ	30 คะแนน
2. เนื้อหาสาระและประโยชน์ของโครงการ	40 คะแนน
3. การนำเสนอโครงการ	30 คะแนน

รวม 100 คะแนน

1.7 การประเมินโครงการคณิตศาสตร์

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543 : 15-18) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินโครงการคณิตศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา 5 ด้านดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ
2. การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางการศึกษา
3. ความคิดสร้างสรรค์
4. การเขียนรายงาน
5. การจัดแสดงโครงการและอภิปรายปากเปล่า

จากหัวข้อเหล่านี้ กำหนดให้แต่ละระดับมีคะแนนเต็มเท่าๆ กัน คือ 5 คะแนน รวมคะแนนเต็มทั้งหมด (5ด้าน) 25 คะแนน มีการแบ่งเป็น 5 ระดับดังนี้

1. หมายถึง ต้องปรับปรุง
2. หมายถึง พอใช้
3. หมายถึง ดี
4. หมายถึง ดีมาก
5. หมายถึง ดีเยี่ยม

การประเมินผลโครงการเมื่อรวมทั้ง 5 ด้าน แล้วคิดเป็นคะแนนเต็ม 10 คะแนน ใช้เกณฑ์ดังนี้

ช่วงคะแนน 1.00-7.5	อยู่ในระดับต้องปรับปรุง	ได้คะแนน 6 คะแนน
ช่วงคะแนน 7.6-12.5	อยู่ในระดับต้องพอใช้	ได้คะแนน 7 คะแนน
ช่วงคะแนน 12.6-17.5	อยู่ในระดับต้องดี	ได้คะแนน 8 คะแนน
ช่วงคะแนน 17.6-22.5	อยู่ในระดับต้องดีมาก	ได้คะแนน 9 คะแนน
ช่วงคะแนน 22.5-25.0	อยู่ในระดับต้องดีเยี่ยม	ได้คะแนน 10 คะแนน

รายละเอียดเกี่ยวกับเกณฑ์การพิจารณาการประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์มีหลักเกณฑ์ด้านต่างๆ ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ พิจารณาจาก
 - 1.1 การใช้ศัพท์เทคนิคได้ถูกต้องและเหมาะสม
 - 1.2 การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ถูกต้องและเหมาะสม
 - 1.3 มีความเข้าใจในหลักการสำคัญๆ ของเรื่องที่ทำ
 - 1.4 การค้นหาเอกสารอ้างอิงถูกต้องและเหมาะสม
 - 1.5 การได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการทำโครงการนอกเหนือจากที่เรียน

หลักสูตรปกติ

2. การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหาทางการศึกษา พิจารณาจาก
 - 2.1 การสังเกตที่นำมาสู่ปัญหา
 - 2.2 มีการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริง เพื่อเป็นพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังศึกษาเหมาะสมและตั้งสมมุติฐานที่ถูกต้องชัดเจน
 - 2.3 การออกแบบการทดลองหรือการประดิษฐ์มีความสอดคล้องกับปัญหาหรือสมมุติฐานเพียงใด
 - 2.4 การวัดและการควบคุมตัวแปรต่างๆ กระทำได้ครบ ถูกต้อง อุปกรณ์และเครื่องมือที่เลือกใช้เหมาะสม การรวบรวมข้อมูลการทำได้ละเอียดถูกต้องตรงตามจุดประสงค์
 - 2.5 การแปลความหมายและการสรุปผลมีความสอดคล้องกับผลที่ได้มาน้อยเพียงใด
3. ความคิดสร้างสรรค์ พิจารณาจาก
 - 3.1 ปัญหาหรือเรื่องที่ทำมีความสำคัญและความแปลกใหม่เพียงใด
 - 3.2 ได้มีการดัดแปลง เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมแนวความคิดที่แปลกใหม่ลงไปในโครงการที่ทำมาน้อยเพียงใด
 - 3.3 มีการคิดและวิธีการที่ใหม่ แปลก ในการควบคุมหรือวัดตัวแปรหรือเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ มาน้อยเพียงใด
 - 3.4 การเลือกและนำวัสดุอุปกรณ์มาใช้ให้เกิดประโยชน์
 - 3.5 ความสามารถในการนำเสนอแนะประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ
4. การเขียนรายงานพิจารณาจาก

ความถูกต้องของแบบฟอร์ม ครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ แบ่งแต่ละหัวข้อออกอย่างชัดเจน

 - 4.1 เสนอสาระในแต่ละหัวข้อได้ถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม สละสลวย
 - 4.2 การแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ ต่อเนื่องและเป็นระเบียบ
 - 4.3 การออกแบบการนำเสนอข้อมูล ชัดเจน รัดกุมและเหมาะสม
 - 4.4 การอภิปรายผลอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์
5. การจัดแสดงโครงการ และการอภิปรายปากเปล่า พิจารณาจาก
 - 5.1 การจัดแสดงโครงการได้น่าสนใจ ตลอดจนการออกแบบและติดตั้งได้สวยงาม
 - 5.2 การเขียนคำอธิบายในแผ่นโปสเตอร์ชัดเจนเข้าใจง่าย
 - 5.3 การจัดแสดงวัสดุอุปกรณ์ได้ครบถ้วน
 - 5.4 การอภิปรายได้ถูกต้องและใช้ภาษาได้ถูกต้อง
 - 5.5 การตอบคำถามถูกต้องและคล่องแคล่ว

ยุพิน พิพิธกุล (2544 : 72 –74) การประเมินโครงการงานคณิตศาสตร์ พิจารณาดังนี้

1. ความสำคัญของการจัดทำโครงการ ควรพิจารณาว่าเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่ม ริเริ่มเองหรือแนะแนวทาง การมีกระบวนการกลุ่ม การพัฒนาตนเอง การพัฒนางาน ความคิดสร้างสรรค์ ความสอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ การนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง

2. เนื้อหาของโครงการ ควรพิจารณาว่าตรงประเด็นเนื้อหาหรือไม่ ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมในการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ และการนำข้อมูลมาใช้ในการสรุปอย่างถูกต้องและเหมาะสมตลอดจนมีการขยายงาน

3. การนำเสนอโครงการ ควรพิจารณาว่าสื่อความหมายให้เข้าใจหรือไม่ วิธีการนำเสนอชัดเจนเพียงใดการนำเสนอมีความต่อเนื่องและสอดคล้องกัน การบรรยายประกอบการสาธิตมีความชัดเจน มีการจัดนิทรรศการ

วิธีประเมินโครงการ

วิธีที่ 1 ถ้ามีการจัดเสนอโดยการจัดนิทรรศการ ก็ประเมินโดยครู ตัวนักเรียน เพื่อน และผู้ปกครองโดยให้ระดับคะแนน 4,3,2,1 และตัดสินความเห็นส่วนรวม แยกผลงาน ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับ 4 ผลงานดีมาก

ระดับ 3 ผลงานดี

ระดับ 2 ผลงานปานกลาง

ระดับ 1 ผ่าน

วิธีที่ 2 ประเมินโดยการให้คะแนน ซึ่งครูเป็นผู้ประเมิน โดยให้คะแนนเต็มดังนี้

ความสำคัญของการจัดทำโครงการ 20 คะแนน

เนื้อหาของโครงการ 40 คะแนน

การนำเสนอโครงการ 40 คะแนน

วิธีที่ 3 ใช้แบบประเมินโครงการ

ตอนที่ 1 ความสำคัญของการจัดทำโครงการ

1. โครงการที่จัดทำเป็น ☐ งานเดี่ยว ☐ งานกลุ่ม

2. การริเริ่มโครงการ ☐ นักเรียนเริ่มเอง ☐ ครูช่วยแนะแนวทาง

3. การพัฒนาตนเอง ☐ มี ☐ ไม่มี

4. การพัฒนางาน ☐ มี ☐ ไม่มี

5. ความเกี่ยวพันในเนื้อหาของบทเรียน

☐ สอดคล้อง ☐ ไม่สอดคล้อง

6. ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

☐ มี ☐ ไม่มี

ตอนที่ 2 เนื้อหาของโครงการและการนำเสนอโครงการ

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
เนื้อหาของโครงการ 1. ความถูกต้อง 2. ความเหมาะสมในการใช้แนวความคิดทางคณิตศาสตร์ 3. เลือกใช้ข้อมูลตรงประเด็น 4. มีการสรุปที่ชัดเจน 5. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
กระบวนการทำงาน 6. มีการวางแผนอย่างมีระบบ 7. มีการดำเนินการตามแผน 8. มีการประเมินและปรับปรุงการดำเนินงาน					
การนำเสนอโครงการ 9. การรายงานสามารถสื่อความหมายได้ถูกต้อง 10. ความสมบูรณ์ของข้อมูล 11. ความเหมาะสมของรูปแบบที่ใช้นำเสนอ 12. ข้อสรุปโครงการบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้					

สมวงษ์ แปลงประสพโชคและคณะ (2545 : 1-15) ได้รวบรวมแบบประเมินโครงการ
คณิตศาสตร์ ดังนี้

1. แบบประเมินโครงการ โดยอัลลิ่งเจอร์และคณะ

ชื่อโครงการ.....

ชื่อผู้ทำโครงการ.....

1. ความคิดสร้างสรรค์ (30คะแนน)

1.1 โครงการได้แสดงถึงความสามารถในการสร้างสรรค์

- นำไปสู่การแก้ปัญหา
- รวบรวมแล้ววิเคราะห์ข้อมูล
- ใช้เครื่องมือที่มีอยู่แล้ว
- ออกแบบเครื่องมือใหม่

1.2 โครงการได้ตอบคำถามที่เน้นวิธีการที่เป็นต้นแบบหรือไม่

2. ความคิดทางคณิตศาสตร์ (30 คะแนน)

2.1 ปัญหาชัดเจนหรือไม่

2.2 ขอบเขตปัญหาเพียงพอหรือไม่

2.3 ทุกแง่มุมของปัญหาชัดเจนและให้ความหมายได้ชัดเจน

2.4 ข้อมูลเพียงพอจะสนับสนุนข้อสรุปหรือไม่

2.5 นักเรียนเข้าใจโครงการว่าสัมพันธ์กับวิจัยหรือไม่

2.6 นักเรียนมีแนวความคิดเกี่ยวกับการรับรองคุณภาพงานวิจัยหรือไม่

2.7 ผลสรุปแน่นอนหรือไม่

2.8 ผลสรุปแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากความรู้เดิมหรือไม่

2.9 นักเรียนคิดด้วยตนเองทั้งหมดหรือใครช่วย

3. ความเชี่ยวชาญหรือละเอียดลออ (15 คะแนน)

3.1 ปัญหามีความสมบูรณ์หรือครอบคลุมหัวเรื่องหรือไม่

3.2 ความสำคัญของปัญหาที่มีความสมบูรณ์หรือไม่

3.3 นักเรียนรู้แนวคิดอื่นๆ หรือทฤษฎีอื่นๆ หรือไม่

3.4 นักเรียนค้นคว้ากันวรรณคดีที่เกี่ยวข้องในเรื่องที่ศึกษาหรือไม่

3.5 นักเรียนใช้เวลาทำโครงการนานเท่าใด

4. ทักษะ (1715 คะแนน)

4.1 นักเรียนมีทักษะที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลหรือไม่

4.2 ใช้เครื่องมืออะไร สร้างเครื่องมือเองหรือไม่

4.3 การจัดแสดงสมบูรณโดยมีที่ปรึกษาช่วยหรือไม่ ใครเป็นที่ปรึกษาและให้ความช่วยเหลือมากน้อยแค่ไหน

5. ความแจ่มแจ้ง (10 คะแนน)

5.1 นักเรียนอภิปรายโครงการได้ชัดเจนอย่างไร เช่น จุดประสงค์ การดำเนินงานและผลสรุป

5.2 นักเรียนมีการอภิปรายที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจเพียงใด

5.3 เอกสารรายงานสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจหรือไม่

5.4 ข้อมูลที่น่าเสนอชัดเจนหรือไม่

5.5 ผลการนำเสนอชัดเจนหรือไม่

5.6 การนำเสนอโครงการได้อย่างไร

5.7 การนำเสนอถูกวิธีหรือไม่

2. แบบประเมินโครงการ โดยคณะวิทยาการคณิตศาสตร์จากสถาบันราชภัฏพระนคร (ปรับปรุง)

ชื่อโครงการ.....

ชื่อผู้ทำโครงการ 1.....ระดับชั้น.....

2.....ระดับชั้น.....

3.....ระดับชั้น.....

ที่ปรึกษา.....

ประเมินตนเอง

1. บอกความพึงพอใจในงานที่ทำ.....
.....
2. ข้อเสนอแนะที่คิดว่าควรปรับปรุง.....
.....
3. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ใช้.....
.....

ประเมินโดยเพื่อน

	มาก	น้อย	ปานกลาง
1. เหตุผลที่ทำให้โครงการที่น่าสนใจมากน้อยเพียงใด	☐	☐	☐
2. จุดประสงค์ของโครงการที่มีชัดเจนมากน้อยเพียงใด	☐	☐	☐
2. ขั้นตอนการดำเนินงานชัดเจน	☐	☐	☐
4. ผลสรุปสอดคล้องตรงจุดประสงค์	☐	☐	☐
5. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....			

ประเมินโดยครู

	มาก	ปานกลาง	น้อย
1. มีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับผลสรุปมากน้อยเพียงใด	☐	☐	☐
2. มีขั้นตอนการดำเนินงานชัดเจน ตามวัตถุประสงค์มากน้อยเพียงใด	☐	☐	☐
3. มีข้อเสนอแนะที่ดีมากน้อยเพียงใด	☐	☐	☐
4. รูปแบบและวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจมากน้อยเพียงใด	☐	☐	☐
5. โครงการนี้มีประโยชน์มากน้อยเพียงใด	☐	☐	☐
6. บทคัดย่อสรุปสาระครบถ้วน	☐	☐	☐
7. ความถูกต้องและความเหมาะสมของการใช้คณิตศาสตร์ และภาษาไทย	☐	☐	☐
ข้อเสนอแนะ.....			
.....			

การประเมินโครงการคณิตศาสตร์ โดยสรุปพิจารณาจากสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การวางแผนการทำโครงการ ได้แก่ โครงการเกิดขึ้นจากนักเรียนเองหรือครูแนะนำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์หรือแปลกใหม่
 2. เนื้อหาสาระและประโยชน์ของโครงการ โดยพิจารณาจากความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมในการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ ได้รับความรู้เพิ่มเติมได้นอกจากหลักสูตร และการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา
 3. การเขียนรายงาน โดยพิจารณาจาก ความถูกต้องของแบบฟอร์ม การแปลผลการศึกษาและสรุปผลได้ถูกต้องเหมาะสม เสนอเนื้อหาสาระได้ถูกต้อง ชัดเจน หลักฐานการบันทึกข้อมูลชัดเจนต่อเนื่องและเป็นระเบียบ
 4. การนำเสนอโครงการ ข้อพิจารณาจาก การอภิปรายชัดเจนและใช้ภาษาได้ถูกต้อง สื่อความหมายให้เข้าใจหรือไม่ วิธีการนำเสนอชัดเจนเหมาะสมเพียงใด รู้จักเลือกรูปแบบการนำเสนอ อุปกรณ์ในการจัดแสดงตลอดจนการจัดแสดงโครงการได้น่าสนใจ สวยงาม
- อัลลิ่งเจอร์และคณะ (Allinger, et al. 1999 : 8) ได้เสนอแนวคิดว่าการประเมินโครงการควรแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ผู้ประเมินโครงการควรแจ้งเกณฑ์การประเมินให้ผู้ทำโครงการทราบ หรือขอแนะนำในการพัฒนาโครงการแก่ผู้ทำโครงการ
2. หลักการประเมินควรมีการสัมภาษณ์ผู้ทำโครงการเพื่อให้ทราบว่าผู้ทำโครงการได้เรียนรู้อะไรบ้าง และผู้ประเมินควรให้คำแนะนำแก่ผู้ทำโครงการ
3. ผลการประเมินควรถูกนำมาประเมินกันเองในกลุ่มผู้ประเมิน และการให้คะแนนของแต่ละคนอาจจะมีการอภิปรายถ้อยคำจำเป็น
4. ผลการอภิปราย ควรนำมาให้ผู้ทำโครงการรับทราบเป็นลายลักษณ์อักษร รูปแบบและวิธีการของการพิมพ์ต้องชัดเจนถ้านำผลของการอภิปรายมาเผยแพร่

1.8 การเตรียมตัวทำโครงการ

โบลท์และฮอบบส์ (สมวงษ์ แปลงประสพโชคและคณะ. 2545 : 6 ; อ้างอิงจาก Bolt and Hobbs. 1993) ได้ให้ข้อแนะนำการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับโครงการดังนี้

1. การเรียนรู้โครงการต่างๆ ควรเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา และจะดียิ่งขึ้นถ้าได้เรียนในปีแรกของระดับมัธยมศึกษา โดยกำหนดเป็นส่วนประกอบรายวิชา
2. เริ่มแรกของการสอนควรให้นักเรียนคิดอย่างมีอิสระ ปลอ่ยให้นักเรียนตั้งข้อสงสัยตั้งสมมุติฐานมา ทดสอบ รวบรวมข้อมูล หาข้อสรุปและเผยแพร่ข้อค้นพบด้วยตนเอง
3. การประเมินควรมีทั้งประเมินเป็นกลุ่มและรายบุคคล การเรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่มเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากกันและกันมากกว่าการเรียนรู้จากครู การประเมินเป็นกลุ่ม ควรจะเป็นโครงการที่ได้ร่วมกันวางแผนกันตั้งแต่เริ่มโครงการ

4. การนำเสนอผลงาน อาจเขียนเป็นงานเขียนรายงานปากเปล่า สร้างแบบจำลอง หรือนิทรรศการ ในการนำกิจกรรมโครงการไปใช้กับนักเรียนในทุกระดับผู้ที่มีความเกี่ยวข้องที่จำเป็นมีอยู่ 2 ฝ่ายคือ นักเรียนในฐานะผู้ลงมือปฏิบัติและครูผู้สอนในฐานะที่ต้องให้คำแนะนำช่วยเหลือพร้อมทั้งชักจูงและส่งเสริมแรงกระตุ้นให้นักเรียนทำโครงการให้สำเร็จตามจุดประสงค์ที่วางไว้ ดังนั้นทั้งครูผู้สอนและนักเรียนต้องมีการเตรียมตัวดังนี้

การเตรียมตัวนักเรียน

นักเรียนจะเรียนรู้ด้วยวิธีการทำโครงการนั้นสามารถทำได้ทุกคน แต่นักเรียนจะต้องกล้าที่จะแสดงออกอย่างเต็มที่ในความสามารถที่มีอยู่ในตัวเอง โดยกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น รู้จักซักถามในเรื่องที่ข้องใจสงสัย หรือแสดงให้เห็นถึงความร่วมมือในการทำงานตามความรู้และความสามารถที่ตนเองมีอยู่ ยอมรับคำแนะนำช่วยเหลือจากผู้อื่น มีความพยายามใฝ่หาในสิ่งที่ตนไม่รู้ พยายามศึกษาและทำความเข้าใจ เกี่ยวกับการทำโครงการโดยเริ่มจากการทำโครงการเล็กๆ และง่าย ๆ เสียก่อนเมื่อมีความเข้าใจและค่อยทำโครงการที่ซับซ้อนขึ้น

การเตรียมตัวครู

ลัดดา ภูเกียรติ (2544 : 396 – 399) การทำโครงการใดๆจะประสบความสำเร็จหรือไม่ ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยและความร่วมมือจากบุคคลที่เกี่ยวข้อง

อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ที่มีความสำคัญมากเป็นอันดับแรกในการดูแลการทำโครงการของนักเรียน ตั้งแต่วันแรกที่ทำโครงการ-จนกระทั่งวันสุดท้ายของการทำโครงการ จะต้องมีความเสียสละและอุทิศเวลาให้กับการทำโครงการของนักเรียน ตลอดระยะเวลาของการดำเนินงานของเขา เพื่อคอยดูแลสนับสนุนให้กำลังใจ ช่วยเหลือแนะนำ ซึ่งบทบาทอาจารย์ที่ปรึกษา แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นก่อนการดำเนินงาน

ครูต้องเตรียมความพร้อมของตัวเองในทุก ๆ ด้านทำการศึกษาให้ลึกซึ้งเกี่ยวกับการทำโครงการ สืบหาแหล่งความรู้ เช่น วิทยากร บุคคลที่เชี่ยวชาญ สถานที่ต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนสามารถไปศึกษาหาความรู้ได้โดยการไปทัศนศึกษา จัดหาเตรียมแหล่งสนับสนุนด้วยงบประมาณ เตรียมสถานที่ในการทำงาน เตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้อง วางแผนในการทำโครงการตั้งแต่ต้นจนสิ้นสุดโครงการ

2. ขั้นระหว่างการดำเนินงาน โดยปฏิบัติดังนี้

2.1 จัดหาและจัดเตรียมข้อมูล แนะนำช่วยเหลือ ให้ความสะดวกในการปฏิบัติงานเพื่อช่วยให้งานสำเร็จไปด้วยดี

2.2 ตรวจสอบแก้ไขโครงการตั้งแต่การวางแผน การดำเนินงาน การสรุปผล ควบคุมดูแลและติดตามและคอยกระตุ้นเตือนให้ปฏิบัติตามแบบแผนที่วางไว้

2.3 ทำหน้าที่ติดต่อ ประสานงานเชิญผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาให้ความรู้และ

คำปรึกษาในบางเรื่อง ที่ ครูไม่สามารถให้คำปรึกษาได้

2.4 ติดตามการทำงาน จัดโอกาสให้เด็กได้อภิปรายปัญหาต่างๆ ในการทำงานหรือรายงานความคืบหน้าของการทำงาน เพื่อจะได้รับรู้ รับทราบและแก้ไขปัญหาได้ทันที่

2.5 เมื่อเกิดปัญหาหรือเด็กเกิดความเบื่อหน่าย ครูจะต้องรีบแก้ไขโดยด่วน โดยการจัดกิจกรรมนันทนาการ หรือกิจกรรมทัศนศึกษา เป็นบางครั้งเพื่อผ่อนคลายบรรยากาศที่ตึงเครียด

2.6 การให้กำลังใจ ดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อให้เกิดความรู้สึกปลอดภัยและมีกำลังใจในการทำงาน

3. ขั้นหลังจากเสร็จสิ้นโครงการแล้ว โดยมีข้อปฏิบัติดังนี้

3.1 จัดให้มีการนำเสนอโครงการ เพื่อฝึกความกล้าแสดงออก และยอมรับคำวิจารณ์จากคนภายนอกเพื่อเป็นการปรับปรุงและพัฒนางาน โดยครูจะต้องตรวจสอบการเขียนรายงาน การใช้ภาษาที่ถูกต้องเหมาะสม

3.2 ให้นักเรียนได้มีโอกาสนำเสนอผลงานที่สร้างขึ้นโดยการจัดแสดงในรูปแบบต่างๆ เช่น การเล่าปากเปล่า จัดแผนโครงการ จัดนิทรรศการภายในโรงเรียนหรือนอกโรงเรียน กลุ่มโรงเรียนหรือจัดส่งประกวด เพื่อส่งเสริมให้เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง

3.3 หลังสิ้นสุดการทำงาน ให้นักเรียนรับผิดชอบสถานที่ที่ใช้ และจัดเก็บอุปกรณ์

3.4 จัดทำแบบสอบถาม / แบบสัมภาษณ์ / แบบประเมินการจัดกิจกรรมโครงการ แม้ว่าโครงการนั้นจะไม่ใช่โครงการที่อยู่ในความดูแลโดยตรงของอาจารย์ ก็ควรให้คำแนะนำช่วยเหลือซึ่งนำไปสู่การทำงานอย่างราบรื่นของนักเรียน

อัลลิ่งเจอร์และคณะ (Allinger, et al. 1999 : 7-8) แนะนำถึงความรับผิดชอบของผู้ทำโครงการดังนี้

1. เลือกหัวเรื่องที่ตนเองมีความสนใจสูง
2. ค้นคว้าข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องที่ทำให้มากที่สุด
3. เตรียมและจัดระบบ จัดเครื่องมือ เตรียมรายงานให้น่าสนใจ
4. จัดแสดงผลงาน รายงาน ตามเกณฑ์ของการประเมิน โดยคำนึงถึง ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดทางคณิตศาสตร์ ความเชี่ยวชาญทักษะ และความชัดเจน การจัดแสดงผลงานควรน่าสนใจ เข้าใจง่าย ไม่ควรพูดมากหรือเขียนมากเกินไป
5. สามารถสรุปผลงานได้ พูดถึงผลงานของตนได้ชัดเจน ตอบคำถามได้ตรงประเด็น

บทบาทของครูผู้สอนทำโครงการ สิ่งที่สำคัญที่สุดของครูคือ

1. กระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นอยากทำโครงการ
2. ให้แนวคิดกว้างๆ และให้คำแนะนำที่เหมาะสมสำหรับโครงการ
3. ขอความช่วยเหลือจากบรรณารักษ์จากการค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต
4. ครูอาจแนะนำแหล่งอื่นๆ เช่น หนังสือ วารสาร จุลสาร
5. อาจช่วยนักเรียนเลือกหัวข้อ และทบทวนเกณฑ์ต่างๆ ก่อนที่จะลงมือทำ

โครงการควรเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจจริงๆ และอยู่ในกรอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

6. ทำหน้าที่แนะนำช่วยเหลือ เช่น การให้กำลังใจ ดูแลการจัดทำรายงานสมบูรณ์ และถูกต้องการเตรียมการจัดและแสดงผลงาน

จากที่กล่าวมาแล้ว การสอนแบบโครงการนั้นครูจำเป็นต้องให้ความช่วยเหลือ ถ้านักเรียนขาดประสบการณ์ก็ควรเริ่มต้นจากโครงการตามสาระการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจวิธีการทำโครงการก่อน เมื่อมีทักษะที่จำเป็นในการทำโครงการแล้วค่อยให้นักเรียนทำโครงการตามความสนใจ ซึ่งนักเรียน มีโอกาสแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ

1.9 ประโยชน์ของการทำโครงการ

การสอนแบบโครงการเป็นการเรียนรู้ของนักเรียนเกิดจากประสบการณ์ตรงที่ได้รับจากการปฏิบัติจริงฝึกแก้ปัญหที่สงสัยโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการที่เป็นขั้นตอนและสามารถนำทักษะที่ได้รับจะติดตัวนักเรียนไปตลอดและยังยืนกว่าการอ่านจากตำรา ซึ่งสอดคล้องกับ

จิราภรณ์ ศิริทวี (2543 : 34-35) สิ่งที่นักเรียนจะได้รับจากการศึกษาด้วยโครงการ คือ

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชานั้นๆ
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
4. ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา
5. เจตคติที่ดีต่อการศึกษา
6. คุณสมบัติทางด้านอื่นๆ ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความมีวินัย ความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกับผู้อื่น

มาฆะ ทิพย์คีรี (2543 : 34) กล่าวว่าข้อดีของการสอนแบบโครงงานที่เกิดขึ้นแก่ตัวนักเรียน คือ

1. เด็กได้มีโอกาสลงมือทำงานจริง
2. นักเรียนได้ฝึกทักษะการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองและเรียนรู้ตลอดชีวิต
3. นักเรียนเรียนรู้การแก้ปัญหาโครงงาน หลายหัวข้อเป็นสิ่งที่อยู่แวดล้อมตัวเขาเท่ากับเป็นการคิดแก้ปัญหาในชีวิตจริงของผู้เรียน
4. นักเรียนมีทักษะในกระบวนการทำงาน เริ่มตั้งแต่การวางแผนการปฏิบัติงาน การร่วมมือกันทำงาน การประสานงาน และการประเมินผลงานของตนเอง
5. นักเรียนเน้นประโยชน์และคุณค่าการเรียนรู้ สามารถนำผลการเรียนมาใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ทำให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้

1.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่มีผู้ทำการศึกษา แต่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับโครงงานวิทยาศาสตร์ดังนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

ซิลเดรส (คณิน นาคะไพบูลย์, 2533 : 47-48 อ้างอิงจาก Childress 1983 : 3280-A) ได้ศึกษาผลการให้นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อการพัฒนาทางสติปัญญาตามทฤษฎีของ เพียร์เจต์ ของเด็กวัยรุ่นที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เลือกเรียนวิชาเคมีจาก 12 เขตการศึกษา จำนวน 73 คน

การทดลองได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มนักเรียนที่ต้องทำโครงงานวิทยาศาสตร์
2. กลุ่มนักเรียนที่จะเลือกทำหรือไม่ทำโครงงานก็ได้
3. กลุ่มนักเรียนที่ไม่ต้องทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านการทดลองเป็นเวลา 9 สัปดาห์ มีพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียร์เจต์ ไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนที่ทำโครงงานมักจะเข้าร่วมในกิจกรรมของส่วนรวมมาก และเมื่อทดสอบความคิดเชิงตรรกศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ทำโครงงานมีระดับพัฒนาการเรียนรู้ ตามทฤษฎีของเพียร์เจต์เพิ่มมากขึ้น

งานวิจัยในประเทศไทย

พรรณา หิมารัตน์ (2527 : 51-58) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และนักเรียนตามชุดการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2527 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม จำนวน 90 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มๆ ละ 30 คน กลุ่มที่ 1 ศึกษาเรื่องชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 3 ศึกษาชุดการเรียนของกลุ่มที่ 1 และ 2 แต่ไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กลุ่มที่ทำอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดริเริ่มสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคล่องในการคิดและความยืดหยุ่นในการคิดของทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วารี รุจิโรตม (2529 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร

เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชัน (2530 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ และไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โปรแกรมวิทยาศาสตร์ปีการศึกษา 2528 ในกรุงเทพมหานคร และเขตการศึกษา 1 จำนวน 358 คน จากโรงเรียนรัฐบาลที่มีการทำโครงการวิทยาศาสตร์ 24 โรง ซึ่งกลุ่มที่ 1 เป็นนักเรียนที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์จำนวน 179 คน กลุ่มที่ 2 เป็นนักเรียนที่ไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ จำนวน 179 คน ผลของการวิจัย พบว่าจะแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิจัยพบว่า

1. ด้านการดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์
2. ด้านปัญหาในการทำโครงการวิทยาศาสตร์
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการวิทยาศาสตร์

วัฒนธรรม มากขึ้น (2530 : 64) ได้ศึกษากิจกรรมที่ส่งเสริมความสนใจในการเข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์โดยการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมในห้องเรียนซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ คือด้านที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านที่ทำให้เกิดทักษะในทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์ ในระดับปานกลาง สำหรับกิจกรรมนอกห้องเรียนนักเรียนมีความเห็นโดยเฉลี่ยว่ากิจกรรมด้านการจูงใจให้นักเรียนเข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจเข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง ส่วนด้านการให้บริการต่าง ๆ ในการเข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความเห็นโดยเฉลี่ยว่า ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์ และการบริการของโรงเรียนจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความสะดวกในการทำงาน ตลอดจนได้ทราบถึงแหล่งหาข้อมูลเพิ่มเติม เมื่อเกิดการติดขัดในขณะที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์ในระดับมาก

สมยศ ตลอดนอก (2535 : ๓) ได้ทำการศึกษาสภาพและปัญหาการดำเนินงานโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการวิจัยได้ว่า

1. สภาพการดำเนินงานโครงการวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่นักเรียนได้รับการกระตุ้นการทำโครงการจากครูขณะที่มีการเรียนการสอน นักเรียนมีความสนใจและสมัครทำโครงการด้วยตนเองขั้นตอนต่างๆในการทำโครงการ นักเรียนและเพื่อนร่วมกันทำภายใต้การชี้แนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ โรงเรียนเป็นสนับสนุนอุปกรณ์ สถานที่ เงินทุน และการแสดงโครงการของนักเรียน เวลาที่ใช้ในการดำเนินการใช้เวลาหลังเลิกเรียน อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ชี้แนะแหล่งวิทยาการที่ควรไปหาความรู้เพิ่มเติม รูปแบบการรายงานใช้รูปแบบที่คณะกรรมการจัดประกวดเสนอแนะการประเมินผลโครงการประเมินผลจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลที่ได้จากการดำเนินงานซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญร่วมกันประเมินผล

2. ปัญหาการดำเนินงานโครงการวิทยาศาสตร์ระดับมากได้แก่ โรงเรียนไม่มีตำราบทคัดย่อ เอกสารวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักเรียนให้ความสนใจต่อการเรียนกวาดวิชามากกว่าการทำโครงการ แหล่งวิทยาการที่จำเป็นอยู่ไกล นักเรียนไม่มีความคิดริเริ่มในการทำโครงการ ขาดผู้เชี่ยวชาญในการทำโครงการ และโรงเรียนไม่มีเงินพิเศษที่จะจัดสรรงบประมาณให้

พิทักษ์ เชียงนอก (2541 : ข-ฅ) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ผลการวิจัยพบว่า

1. โรงเรียนมัธยมศึกษาที่ทำและไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ด้านตัวนักเรียนที่ทำและไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้แก่

1.1 โรงเรียนมัธยมศึกษาที่ทำและไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนโดยส่วนรวมมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านตัวนักเรียนในระดับปานกลาง ที่ส่งผลในการจัดทำและไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์เมื่อเปรียบเทียบความเห็นโดยเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

1.2 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนโดยส่วนรวมมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านอาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ หรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ในระดับมากที่ส่งผลในการจัดทำและไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ส่วนในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนโดยส่วนรวมมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านอาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับปานกลางที่ส่งผลต่อการไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์เมื่อเปรียบเทียบความเห็นโดยเฉลี่ยทั้งสองกลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

1.3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ทำและไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนโดยส่วนรวมมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน ในระดับปานกลางที่ส่งผลในการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบความเห็นโดยเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

1.4 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนโดยส่วนรวมมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อมภายนอกโรงเรียนในระดับปานกลาง ที่ส่งผลในการจัดทำและไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ส่วนในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ นักเรียนโดยส่วนรวมมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านภายนอกโรงเรียนในระดับน้อยที่ส่งผลต่อการไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบความเห็นโดยเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2. โรงเรียนมัธยมศึกษาที่ทำและไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ด้านอาจารย์วิทยาศาสตร์หรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ ได้แก่

2.1 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ด้านอาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์หรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ โดยส่วนรวมมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านอาจารย์ที่สอนหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ในระดับมาก ที่ส่งผลในการจัดทำและไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ส่วนในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ไม่จัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ โดยส่วนรวมมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านอาจารย์ที่สอนวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง

ที่ส่งผลต่อการไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบความเห็นโดยเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2.2. ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ อาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์หรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์โดยส่วนรวมมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านผู้บริหารโรงเรียนในระดับมากที่ส่งผลในการจัดทำและไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ส่วนในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์อาจารย์ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยส่วนรวม มีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านผู้บริหารโรงเรียนในระดับน้อย ที่ส่งผลต่อการไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบความเห็นโดยเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

3. โรงเรียนมัธยมศึกษาที่ทำและไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ด้านผู้บริหารโรงเรียน ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียนโดยส่วนรวมมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านผู้บริหารโรงเรียนในระดับมาก ที่ส่งผลในการจัดทำโครงการและไม่จัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ ส่วนในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียนโดยส่วนรวมมีความเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านผู้บริหารโรงเรียนในระดับปานกลางที่ส่งผลต่อการไม่ทำโครงการวิทยาศาสตร์เมื่อเปรียบเทียบตามความเห็นโดยเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นได้มีการศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์และไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์ และศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ สภาพและปัญหาการดำเนินงานโครงการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำโครงการคณิตศาสตร์ในระดับชั้นอื่นๆ

2. ทักษะและกระบวนการที่จำเป็นในการทำโครงการ

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ต่าง ๆ ดังนี้

พจน์ สะเพียรชัย (2517 : 49 – 51) ได้กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมของคนที่แสดงออกถึงความสามารถในด้านการสังเกต การวัด การบันทึกข้อมูล และสื่อความหมาย การจัดลำดับข้อมูล การสร้างสมมุติฐาน การออกแบบ และดำเนินการ ทดลอง การคิดคำนวณ และการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ”

ประหยัด จันทรขมภู และประสพสันต์ อักษรมัต (2518 : 23-24) ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า “หมายถึงความคล่องแคล่วชำนาญในการเรียนวิทยาศาสตร์ และครูต้องสอนให้นักเรียนเกิดทักษะสำคัญ 2 ประการคือ ทักษะในการทำหรือการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาในการแก้หรือขบปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือมีทักษะความสามารถในเชิงสติปัญญา และการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้องมีเหตุผล ”

นิคม ทาแดง และสุจินต์ อิศวรวิธานนท์ (2525 : 48) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะการทำงานตามขั้นตอนของวิธีทางวิทยาศาสตร์แต่ละขั้นตอนจนประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับความสามารถและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน”

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2526 : 249) กล่าวว่า “ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์”

เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชั้น (2530 : 37) กล่าวว่า “ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะบางประการ”

กุลสแลน และ สโตน (Kuslan and Stone. 1968 : 229) กล่าวว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์”

แนย์ และคณะ (Nay and Associates. 1971 : 201 – 203) กล่าวว่า “ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการลำดับกิจกรรมหรือลำดับการปฏิบัติการทำโดยนักวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมีกระบวนการต่างๆ ในการจัดเรียงลำดับขั้นตอนการทำงาน”

คลอปเฟอร์ (Klopfer. 1971 : 568-573) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ปีเตอร์สัน (Peterson. 1978 : 153) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการปฏิบัติสืบค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสังเกต การตั้งคำถาม การทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปพาดพิง การสรุปหลักเกณฑ์ การสื่อความหมาย และการนำไปใช้ประโยชน์

จากความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง กระบวนการในการเสาะแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะหลายๆทักษะ

2.1.2 องค์ประกอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะหนึ่งของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือเป็นทักษะทางสติปัญญาที่ต้องใช้กระบวนการคิดทั้งการคิดพื้นฐานและการคิดที่ซับซ้อนในระดับขั้นสูงขึ้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้นำเอาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งจัดทำโดยสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (The American Association for the Advancement of Science (AAAS)) ซึ่งแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ และทักษะทั้งหมดแบ่งเป็น 2 ทักษะใหญ่ๆ คือ (AAAS. 1970 : 33)

1. ทักษะขั้นต้น ได้แก่

1. การสังเกต
2. การจำแนกประเภท
3. การวัด
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา
5. การคำนวณ
6. การสื่อความหมาย
7. การทำนาย
8. การลงความเห็นจากข้อมูล

2. ทักษะขั้นสูง ได้แก่

1. การกำหนดและควบคุมตัวแปร
2. การตีความหมายข้อมูล
3. การตั้งสมมุติฐาน
4. การให้นิยามเชิงปฏิบัติ
5. การทดลอง

รายละเอียดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะมีดังนี้

1. การสังเกต

การสังเกตหมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา จมูก ลิ้น และผิวหนังเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต แบ่งได้เป็น 3 อย่างคือ

1. ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ
2. ข้อมูลเชิงปฏิบัติ (โดยการประมาณ)
3. ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

ผู้มีทักษะการสังเกต ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. ชีบั้งและบรรยายสมบัติของวัตถุด้วยประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

2. บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้
3. บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2524 : 1)

คณะกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 61 – 26) ได้เสนอแนะในการสังเกตนอกจากจะต้องสังเกตหลายๆครั้งอย่างละเอียดรอบคอบแล้ว ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ควรพยายามใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่างในการสังเกต
2. การสังเกตให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ
3. ถ้าเป็นไปได้ควรสังเกตให้ได้ข้อมูลจากการทดลอง(เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงสมบัติของสิ่งที่เราสังเกตหรือเพื่อดูผลของสิ่งที่เราสังเกตที่มีต่อสิ่งอื่นๆ
4. ข้อมูลจากการสังเกตจะต้องไม่ลงความคิดเห็นส่วนตัวลงไปด้วย

2. การจำแนกประเภท

การจำแนกประเภทหมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะได้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ผู้มีทักษะการจำแนกประเภท ต้องมีความสามารถในการทำสิ่งต่อไปนี้

1. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
2. เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองบอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2524 : 2)

3. การวัด

การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม และถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ

ผู้ที่มีทักษะการวัด ต้องมีความสามารถในการทำสิ่งต่อไปนี้

1. เลือกเครื่องมือที่เหมาะสมในการวัดปริมาณต่างๆ ของสิ่งที่ศึกษา
2. ใช้เครื่องมือวัดปริมาณต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำรวดเร็ว
3. คิดวิธีการที่จะหาค่าปริมาณต่างๆ ได้ในกรณีที่ไม่อาจใช้เครื่องมือวัด

ปริมาณนั้นได้

4. การเลือกหน่วยที่แสดงปริมาณซึ่งได้จากการวัดได้อย่างเหมาะสม กล่าวคือปริมาณที่มีค่ามาก ๆ หรือน้อย นิยมใช้คำอุปสรรคแทนพหุคูณปริมาณนั้น ๆ

5. บอกความหมายของปริมาณที่ได้จากการวัดได้ถูกต้อง คือ อ่านว่า ปริมาณที่ได้จากการวัดจะเอื้อมถึงทศนิยมหนึ่งตำแหน่งของหน่วยย่อยที่สุดเท่านั้น

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2524 : 3)

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา

สเปซของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปซของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

ผู้มีทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซ และสเปซกับเวลา ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้
2. วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้
3. บอกชื่อรูป และรูปทรงทางเรขาคณิตได้
4. บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้
 - 4.1 ระบูปรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ
 - 4.2 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุที่เป็นต้นกำเนิดเงา
 - 4.3 เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น

4.4 บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3มิติ)

ออกเป็น 2 ส่วน

5. บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้
6. บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่งได้
7. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏใน

กระจกว่าซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

8. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับ

เวลาได้

9. บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่ง

ต่างๆกับเวลาได้

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2524 : 4-5)

5. การคำนวณ

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขที่นับจำนวนได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร-หรือการหาค่าเฉลี่ย

ผู้ที่มีทักษะการคำนวณ ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. หาผลลัพธ์ของการบวกและการลบปริมาณที่ได้จากการวัดได้อย่าง

ถูกต้อง

2. หาผลลัพธ์ของการคูณ และการหารปริมาณที่ได้จากการวัดได้อย่าง

ถูกต้อง

2. หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากข้อมูล โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์

ในการแปรผันการสร้างสมการ มาสร้างเป็นสูตรได้

3. คำนวณเกี่ยวกับปริมาณที่มีค่าอุปสรรคประกอบได้อย่างถูกต้อง

(สสวท. 2524 : 6)

6. การสื่อความหมาย

การสื่อความหมาย หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไต่อะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

ผู้มีทักษะการสื่อความหมายต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. เลือก GRUP ที่จะนำเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
2. บอกเหตุผลที่จะใช้ในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้
3. ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้
4. เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้น
5. บรรยายลักษณะสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสม กระชับรัด จ่นสื่อ

ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6. บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

(สสวท. 2524 : 7-8)

7. การทำนาย

การทำนาย หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้า ก่อนที่จะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้ศึกษามาแล้ว ผลการทำนายจะถูกตั้งหรือแม่นยำ เป็นผลมาจากการสังเกตอย่างละเอียด รอบคอบ ระมัดระวัง และการวัดที่ถูกต้องด้วย

การทำนายที่จะให้ได้อย่างมั่นใจที่สุด คือการทำนายที่ตัวแปรอื่นๆถูกควบคุมให้คงที่หมด ให้การเปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามเท่านั้น

ผู้มีทักษะในการทำนาย ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้น จากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี ที่มีอยู่ได้
2. ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
3. ทำนายผลที่เกิดขึ้นนอกรอบขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

(สสวท. 2524 : 8)

8. การลงความเห็นจากข้อมูล

การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้อาจจากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

การลงความเห็นจากข้อมูล ต่างจากการทำนายในแง่ที่ว่า การลงความเห็นจากข้อมูลไม่ได้บอกเหตุการณ์ในอนาคต เป็นเพียงการอธิบายหรือหาความหมายของข้อมูลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยเท่านั้น

ผู้ที่มีทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ต้องมีความสามารถในการอธิบาย หรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิม มาช่วย

(สสวท. 2524 : 10)

9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่ง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมุติฐานหนึ่งๆ ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ได้แบ่งตัวแปรออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (Independent Variable) คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ สิ่งที่เป็นผลมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็สาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็ผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

3. ตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) คือ สิ่งอื่นๆที่นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน ไม่เช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น นอกเหนือจากตัวแปรต้น ซึ่งจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

ผู้ที่มีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ต้องมีความสามารถในการกระทำ สิ่งต่อไปนี้

1. บ่งชี้ตัวแปรต่างๆ ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม หรือสมบัติทางกายภาพ หรือชีวภาพของระบบได้
2. บ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้
3. สร้างวิธีทดสอบ หาผลที่เกิดจากตัวแปรต้นหนึ่งตัวหรือหลายๆ ตัวได้
4. บ่งชี้ได้ว่าตัวแปรใดที่ไม่ได้รับการควบคุมให้คงที่ในการทดลอง คือแม้ว่าตัวแปรเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงไปในแบบเดียวกันในทุกๆ กรณี
5. บอกได้ว่า สภาพการณ์อย่างไรที่ทำให้ตัวแปรที่มีค่าคงที่ และสภาพการณ์อย่างไรไม่ทำให้ค่าตัวแปรคงที่

(สสวท. 2524 : 11-12)

10. การตีความหมายข้อมูล

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความหมายหรือบรรยาย ลักษณะหรือสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องให้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

ผู้ที่มีทักษะการตีความหมายข้อมูล ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. แปลความหมายหรือลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้
2. อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่างๆ ได้
3. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรที่มีอยู่ได้

(สสวท. 2524 : 13)

11. การตั้งสมมุติฐาน

การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

ผู้ที่มีทักษะการตั้งสมมุติฐาน ต้องมีความสามารถในการกระทำในสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. หาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมได้
2. สร้างหรือแสดงให้เห็นวิธีที่จะทดสอบสมมุติฐานได้
3. แยกแยะการสังเกตที่สนับสนุนสมมุติฐานและไม่สนับสนุนสมมุติฐานออกจากกันได้

(สสวท. 2524 : 14)

12. การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำต่างๆ (ที่มีอยู่ในสมมุติฐานที่จะทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถทดสอบหรือวัดได้

ผู้ที่มีทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ ต้องมีความสามารถในการกระทำสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สามารถทดสอบหรือวัดได้
2. แยกนิยามเชิงปฏิบัติการออกจากนิยามที่ไม่ใช่นิยามเชิงปฏิบัติการได้

3. สามารถชี้บ่งตัวแปรหรือคำที่ต้องใช้ในการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการได้
(สสวท. 2524 : 15)

13. การทดลอง

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบทดลอง
2. การปฏิบัติการทดลอง
3. การบันทึกผลการทดลอง

ผู้ที่มีทักษะการทดลอง ต้องมีความสามารถในการกระทำในสิ่งต่อไปนี้ได้ คือ

1. กำหนดวิธีการทดลองได้อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับสมมุติฐานโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามที่ต้องควบคุม
2. ระบุวัสดุอุปกรณ์ และ/หรือ สารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้
3. ปฏิบัติการทดลอง และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องคล่องแคล่ว และปลอดภัย
4. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่ว และถูกต้อง
(สสวท. 2524 : 16)

2.2 ทักษะกระบวนการคิด

ชัยอนันต์ สมุทรวณิช (2542 : 4-5) ได้เสนอแนวทางในการสอนเพื่อการส่งเสริมความสามารถในการคิด ไว้ดังนี้

1. การคิดแบบนักวิเคราะห์ (analytical) ผู้สอนสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดแบบนี้ได้โดยการฝึกให้ผู้เรียนแสวงหาข้อเท็จจริง (fact) หาดตรรกะ (logic) หาทิศทาง (direction) หาเหตุผล (reason) และมุ่งแก้ปัญหา (problem-solving)
2. การคิดแบบรวบยอด (conceptual) เป็นการฝึกให้ผู้เรียนคิดวาดภาพในสมอง สร้างความคิดใหม่จากข้อมูลที่ถูกต้องแน่นอน หรือมองข้อมูลเดิมในแง่มุมใหม่และส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด
3. การคิดแบบโครงสร้าง (structural thinking) การฝึกให้ผู้เรียนแยกแยะส่วนประกอบ ศึกษาส่วนประกอบ และเชื่อมโยงข้อมูล จัดเป็นโครงสร้าง จะทำให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจว่าควรทำอะไร อย่างไร
4. การคิดแบบผู้นำสังคม (social thinking) การฝึกให้ผู้เรียนปฏิสัมพันธ์พูดคุยกับผู้อื่น ทำงานเป็นผู้อำนวยการความสะดวก (facilitator) ฝึกทักษะกระบวนการทำงานเป็นทีม (group process) และฝึกให้คิด 3 ด้าน ที่เรียกว่า “PMI” คือด้านบวก (plus) ด้านลบ (minus) และด้านที่น่าสนใจ (intersection)

กรมวิชาการ (2543 : 2-4) จำแนกความสามารถหรือปัญญาของมนุษย์ออกเป็น 7 ด้าน คือ

1. ปัญญาด้านภาษา (linguistic Intelligence) คือมีความสามารถสูงในการใช้ภาษา รวมทั้งความสามารถในการจัดกระทำเกี่ยวกับโครงสร้างภาษา เสียง ความหมายและเรื่องที่เกี่ยวข้องกับภาษา เช่น ความสามารถในการใช้ภาษาในการหว่านล้อม อธิบาย

2. ปัญญาด้านตรรกะ หรือคณิตศาสตร์ (Logic – Mathematical / Intelligence) เป็นความสามารถสูงในการใช้ในการใช้ตัวเลข ผู้ใช้เหตุผลดี รวมทั้งความไวในการเห็นความสัมพันธ์แบบแผนตรรกวิทยา การคิดเชิงนามธรรม และการคิดที่เป็นเหตุผล (cause-effect) และการคิดคาดการณ์ (if-them) ได้แก่การจำแนกประเภท การจัดหมวดหมู่ การสันนิษฐาน สรุปคิดคำนวณ และตั้งสมมติฐาน

3. ปัญญาด้านมิติ (Spatial Intelligence) คือ มีความสามารถสูงในการมองเห็นพื้นที่ สามารถปรับปรุงและคิดวิธีการใช้เนื้อที่ได้ดี รวมไปถึงความไวต่อสี เส้น รูปร่าง เนื้อที่และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านี้ ตลอดจนความสามารถที่จะมองเห็นและแสดงออกเป็นรูปร่างถึงสิ่งที่เห็น และความคิดเกี่ยวกับพื้นที่

4. ปัญญาทางด้านร่างกาย และการเคลื่อนไหว (Bodily – Kinesthetic Intelligence) คือ มีความสามารถสูงในการใช้ร่างกายของตนเองแสดงความคิดเห็น ความสามารถในการใช้เครื่องมือประดิษฐ์ ตลอดจนทักษะทางกาย เช่น ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ความยืดหยุ่น ความประณีต และความสามารถทางประสาทสัมผัส

5. ปัญญาทางด้านดนตรี (Musical Intelligence) คือ มีความสามารถสูงทางด้านดนตรี รวมถึงความไวในเรื่องจังหวะ ทำนองเสียง ความสามารถในการเข้าใจและวิเคราะห์ดนตรี

6. ปัญญาทางด้านมนุษยสัมพันธ์ (Interpersonal Intelligence) คือ มีความสามารถสูงในการเข้าใจอารมณ์ ความรู้สึก ความคิดและเจตนาของผู้อื่น รวมถึงความไวในการสังเกต นำเสียง ใบหน้า ท่าทาง ตลอดจนความสามารถสูงในการรู้ถึงลักษณะต่างๆของสัมพันธภาพของมนุษย์ และสามารถตอบสนองได้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ เช่น มีความสามารถที่จะฝึกตนเอง เข้าใจตนเองและนับถือตัวเอง

7. ปัญญาทางด้านตนหรือเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence) คือ มีความสามารถสูงในการรู้จักตนเองและสามารถประพจน์ตนได้จากความรู้จักตนเอง ความสามารถในการรู้จักตนเองได้แก่ รู้จักตนเองตามความเป็นจริง มีจุดอ่อน จุดแข็งเรื่องใด มีความรู้เท่าทันอารมณ์ความคิดความปรารถนาของตนเอง มีความสามารถที่จะฝึกตนเอง เข้าใจตนเองและนับถือตนเอง

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (ทีศนา แชมมณี. 2545 : 304-305 อ้างอิงจากเกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ 2542 ข :34) ได้ให้ความหมายของการคิดใน 10 มิติ ดังนี้

มิติที่ 1 ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ (critical thinking) เป็นการฝึกให้ผู้เรียนหักทลาย และได้แย้งข้อสมมุติฐานที่อยู่เบื้องหลังเหตุผลที่โยงความคิดเหล่านั้นเพื่อเปิดทางสู่แนวความคิดอื่นๆ ที่อาจจะเป็นไปได้

มิติที่ 2 ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ (analytical thinking) เป็นการฝึกให้ผู้เรียนสืบค้นข้อเท็จจริงเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับบางอย่างโดยการตีความ (interpretation) การจำแนกแยกแยะ (classification) และการทำความเข้าใจ (understanding) กับองค์ประกอบของสิ่งนั้นและองค์ประกอบอื่นๆ ที่สัมพันธ์ รวมถึงเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (causal relationship) ที่ไม่ขัดแย้งกันระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นด้วยเหตุผลที่หนักแน่น น่าเชื่อถือ

มิติที่ 3 ความสามารถในการคิดเชิงสังเคราะห์ (synthesis type thinking) และการฝึกให้ผู้เรียนรวมองค์ประกอบที่แยกส่วนกัน มาหลอมรวมภายใต้ โครงร่างใหม่ อย่างเหมาะสม

มิติที่ 4 ความสามารถในการคิดเชิงเปรียบเทียบ (comparative thinking) เป็นการฝึกให้ค้นคว้าหาความเหมือน และ/หรือ ความแตกต่างขององค์ประกอบตั้งแต่ 1 องค์ประกอบขึ้นไปเพื่อใช้ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งบนมาตรฐาน (-criteria) เดียวกัน

มิติที่ 5 ความสามารถในการเชิงมโนทัศน์ (conceptual thinking) เป็นการฝึกการนำข้อมูลทั้งหมดมาประสานกันและสร้างเป็นกรอบความคิดใหม่ขึ้นมาใช้ในการตีความข้อมูลอื่นๆ ต่อไป

มิติที่ 6 ความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ (creative thinking) เป็นการฝึกให้ผู้เรียนคิดนอกกรอบกระบวนการความคิดเดิมที่มีอยู่ ทำให้ได้แนวทางใหม่ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อน

มิติที่ 7 ความสามารถในการคิดเชิงประยุกต์ (applicative thinking) เป็นการฝึกการคิดโดยให้ผู้เรียนฝึกนำสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่เดิมไปใช้ประโยชน์ในวัตถุประสงค์ใหม่ และปรับสิ่งที่มียู่เดิมแล้วให้เข้ากับบุคคล สถานที่ เวลา และเงื่อนไขใหม่ได้อย่างเหมาะสม

มิติที่ 8 ความสามารถในการคิดเชิงกลยุทธ์ (strategic thinking) เป็นการฝึกให้ผู้เรียนกำหนดแนวทางที่เป็นรูปธรรมที่ดีที่สุด ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดต่างๆ เพื่อบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

มิติที่ 9 ความสามารถในการคิดเชิงบูรณาการ (integrative thinking) คือการฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงในมุมต่างๆ เข้ากับเรื่องหลักๆ ได้อย่างเหมาะสม

มิติที่ 10 ความสามารถในการคิดเชิงอนาคต (futuristic thinking) เป็นความสามารถในการคิดขั้นสูงได้แก่การฝึกให้ผู้เรียนคาดการณ์ และประมาณการการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต โดยใช้เหตุผลทางตรรกวิทยา สมมุติฐาน ข้อมูลและความสัมพันธ์ต่างๆ ของในอดีตและปัจจุบัน เพื่อคาดการณ์ ทิศทาง หรือขอบเขตทางเลือกที่เหมาะสม

โดยสรุป ทักษะกระบวนการคิดเป็นทักษะสำคัญทักษะหนึ่งในการทำโครงการคณิตศาสตร์ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิด ให้คิดเป็น และแก้ปัญหาเป็นเด็ก ๆ ทุกคนสามารถคิดได้และรู้จักคิดหากครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนเกี่ยวกับการคิดอย่างจริงจัง

เพื่อให้การพัฒนาระบวนการคิดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรคำนึงหรือพึงตระหนักในการที่จะพัฒนาระบวนการคิดให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ดังนี้

1. ต้องให้เวลากับการคิดและให้เวลาการแสดงออกเกี่ยวกับความคิดนั้นๆ ของเขา
2. ครูต้องแสดงออกซึ่งความเป็นกันเองและเคารพความคิดของเขาพร้อมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นของเขา
3. ส่งเสริมความมั่นใจและกระตุ้นให้เกิดกระบวนการความคิดจากตัวเขาเองโดยการให้เขาเล่าเรื่อง/เหตุการณ์ที่เขาประทับใจ
4. พยายามใช้คำถามที่ส่งเสริมกระบวนการคิดและความรู้สึกของเขา
5. จัดกิจกรรมต่างๆ ให้เหมาะสมกับวัย และความสนใจของกลุ่มที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการคิด
6. ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสในการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อส่งเสริมความสามารถหรือความฉลาดทางด้านมนุษย์สัมพันธ์ การติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น (ลัดดา ภูเกียรติ. 2544 : 326 – 327)

2.3 ทักษะการทำงานกลุ่ม

มนุษย์เป็นสัตว์สังคมที่ไม่สามารถอยู่อย่างโดดเดี่ยวได้ตามลำพัง จำเป็นจะต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ต้องมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น จึงจำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกัน ความหมายของกลุ่มและปฏิสัมพันธ์

คำว่ากลุ่ม “ Group ” มีผู้ให้ความหมายไว้มากมาย ดังต่อไปนี้

กัลลี (Gulley. 1960 : 62–63) กล่าวว่า กลุ่มควรจะต้องประกอบด้วยคุณลักษณะ

3 ประการ คือ

1. มีวัตถุประสงค์ร่วมกัน โดยวัตถุประสงค์นั้นต้องตอบสนองความต้องการของสมาชิกในกลุ่มทุกคน
2. สมาชิกทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือกันในการทำงาน
3. สมาชิกทุกคนมีการสื่อสารทางวาจาหรืออย่างใดอย่างหนึ่งระหว่างสมาชิกในกลุ่ม

เดวิส (Davis. 1962 : 405) กล่าวว่า “ กลุ่ม หมายถึง บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปที่มีปฏิสัมพันธ์กัน โดยมีเป้าหมายร่วมกันอย่างเห็นได้ชัด ”

เพจและโทมัส (Page and Thomas. 1977 : 152) กล่าวว่า กลุ่มหมายถึง บุคคลจำนวนหนึ่งในสังคมที่อาจอยู่ด้วยกันหรือแยกกันอยู่ เป็นผู้ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน ในลักษณะที่มีจุดหมายเดียวกันและให้ความสำคัญต่อกัน

ฉลอง ภิมย์รัตน์ (2521 : 1-3) กลุ่ม หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่ 2 คน ขึ้น ไปมาอยู่รวมกัน สนใจประพฤติกปฏิบัติในสิ่งที่เป็นสถานที่และจุดมุ่งหมายร่วมกัน ลักษณะ ร่วมกันของการรวมกลุ่ม มี 3 ประการ คือ

1. มีเป้าหมายร่วมกัน (Common goal)
2. มีปฏิสัมพันธ์กัน (Interaction)
3. มีการปฏิบัติในบทบาทร่วมกัน (Common role)

พรรณพิศ วาณิชการ (2528 : 135) กลุ่ม หมายถึง การรวมตัวกัน ณ สถานที่ แห่งใดแห่งหนึ่งและการรวมตัวของบุคคลดังกล่าวจะต้องปฏิสัมพันธ์ต่อกันเกิดขึ้นและมีการ ปฏิบัติในลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง

สมทรง ไชยวัต (2538 : 12) กลุ่ม หมายถึงบุคคลตั้งแต่ 2 คน มีปฏิสัมพันธ์ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยมีจุดหมายเดียวกัน มีการทำงานร่วมกัน รับผิดชอบร่วมกัน และให้ ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อให้บรรลุถึงจุดหมายนั้น

สรุปได้ว่า กลุ่ม หมายถึง การรวมตัวของบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ซึ่งมี เป้าหมายร่วมกันเพื่อจะปฏิบัติงานร่วมกัน คอยให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

ปฏิสัมพันธ์ (Interaction)

นิวโคมน์, ทูมเมอร์, คอนเวอร์ส (ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. 2543 : 23-24 ; อ้างอิงจาก Newcomb, Turner and Converse. 1965 : 155-210) กล่าวว่า กระบวนการปฏิสัมพันธ์เกี่ยวกับ กิจกรรมของบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกันและเป็นลักษณะที่พึ่งพาอาศัยกัน และกัน

1. การรับรู้ระหว่างบุคคล (Interpersonal Perception) บุคคลนั้นจะประเมินและ ตอบสนองบุคคลอื่นตามที่ตนรับรู้เกี่ยวกับบุคคลนั้นการรับรู้ของบุคคล ควรจะมีเหตุผลที่ถูกต้อง แน่นนอน ฉะนั้นสิ่งสำคัญควรคำนึงในการรับรู้ระหว่างบุคคล คือ

1.1 การเข้าใจภาวะทางอารมณ์ของบุคคลอื่นจากการแสดงออกทางกิริยา ท่าทางสีหน้าหรือคำพูด

1.2 การตัดสินทัศนคติของบุคคลอื่น จะกระทำโดยการตั้งอยู่บนพื้นฐานของ หลักฐานที่ได้มาทางอ้อม และมีลักษณะคลุมเครือ จึงมีสาเหตุให้การตัดสินใจผิดพลาด

1.3 ระดับของทักษะในการตัดสินบุคคลอื่น การมีประสบการณ์การติดต่อกัน บุคคลอื่นอย่างกว้างขวาง จะช่วยทำให้การตัดสินใจบุคคลได้ถูกต้องแน่นอนมากขึ้น

2. พฤติกรรมการติดต่อสื่อสาร (Communication Behavior) เป็นรูปแบบของการแลกเปลี่ยนระหว่างบุคคลโดยผ่านการพูดด้วยกิริยาท่าทางบุคคลจะสัมพันธ์ซึ่งกันและกันได้ซึ่งการเปล่งพฤติกรรมและแลกเปลี่ยนข่าวสาร ควรเป็นการแลกเปลี่ยนที่มีความจริงใจ เหมาะสม ถูกต้อง ผู้ถ่ายทอดและผู้รับจะได้ข่าวสารตรงกัน ดังนั้นความรู้สึกนึกคิด แรงจูงใจ และทัศนคติของผู้ถ่ายทอดและผู้รับ จะเป็นตัวสะท้อนความคิด (Feedback) ของการติดต่อสื่อสาร

3. การสร้างเกณฑ์ของกลุ่ม (The Formation of Group Norm) ซึ่งเป็นข้อตกลงของสมาชิกทั้งหมดที่เกิดจากการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ทัศนคติ และความเห็นพ้องต้องกัน แล้วนำมาตั้งเป็นกฎ เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มปฏิบัติ สิ่งที่ได้จากการร่วมกันแสดงความคิดเห็นและเห็นพ้องต้องกันนี้ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ คือ

- 3.1 มีการสนับสนุนให้กำลังใจ
- 3.2 มีขอบเขตของความเห็นขยายกว้างออกไป
- 3.3 มีความเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกัน
- 3.4 มีการดึงดูดในกลุ่มของผู้มีส่วนร่วมแน่นแฟ้นยิ่งขึ้น

4. การตอบสนองระหว่างบุคคล (Interpersonal Response) เป็นเรื่องของการถ้อยทีถ้อยอาศัยกันโดยแต่ละคนจะพยายามปรับตัวเข้าให้เข้ากับอีกบุคคลหนึ่ง โดยการสังเกตและรับรู้พฤติกรรมของบุคคลในกลุ่ม มีขั้นตอน คือ

- 4.1 บุคคลเริ่มต้นด้วยการถูกกระตุ้นด้วยสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง
- 4.2 การใช้ทักษะที่มีอยู่มาประพจน์ปฏิบัติตามวิธีที่ตรงกับสถานการณ์นั้น
- 4.3 สังเกตผลที่ตามมาอันเกิดจากการประพจน์ปฏิบัติของตนเอง ว่าเกิด

เป็นผลอย่างไรบ้าง

4.4 เชื่อมโยงผลที่ได้รับจากการปฏิบัติต่างๆ ของตน ซึ่งอาจจะมีเพียงเล็กน้อย

4.5 การเข้าใจความสัมพันธ์ดังกล่าวทำให้บุคคลแต่ละบุคคลได้แก้ไขพฤติกรรมของตนเองภายหลัง

ทฤษฎีการทำงานกลุ่ม

ทฤษฎีการทำงานกลุ่มมีผู้เสนอทฤษฎีที่น่าสนใจไว้ดังนี้

1. ทฤษฎีการทำงานร่วมกัน ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย จอร์จ โฮแมนส์ (George Homans) ทฤษฎีอธิบายหลักที่สำคัญไว้ว่า การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ประกอบด้วยองค์ประกอบ ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ กิจกรรม การทำงานร่วมกัน และความรู้สึก องค์ประกอบทั้ง 3 จะเกี่ยวข้องกันโดยตรง กล่าวคือ ถ้าหากว่าบุคคลยังมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากเท่าใด การกระทำร่วมกันและความรู้สึกของพวกเขาก็จะมีมากขึ้นด้วย บุคคลต่างๆ ภายในกลุ่มต้องไปเกี่ยวข้องกับบุคคลอื่นไม่เพียงแต่อยู่ใกล้ชิดกันเท่านั้น พวกเขาจะต้องทำการตัดสินใจติดต่อสื่อสารกัน

สนับสนุนกัน ประสานงานและประสบความสำเร็จตามเป้าหมายของกลุ่มอีกด้วย สมาชิกภายในกลุ่มหรือองค์กรที่เกี่ยวข้องกันในลักษณะดังกล่าว มีแนวโน้มจะรวมเข้าเป็นกลุ่มที่มีพลังสูงมาก (สมยศ นาวิการ. 2523 : 234)

2. ทฤษฎีตาข่ายการปฏิบัติงาน ผู้พัฒนาแนวความคิดของทฤษฎีนี้คือ เบลค (Blake) และ มูทอน (Mouton) แห่งมหาวิทยาลัยเท็กซัส หลักการสำคัญของทฤษฎีนี้เชื่อว่า คนต้องการทำงานให้ได้ผลต้องมีส่วนร่วมในงานให้เขารับผิดชอบ และการที่ทำให้การทำงานแบบกลุ่มเข้ามามีส่วนร่วมในผลสำเร็จ ย่อมกระทำได้ด้วยการสร้างบรรยากาศขององค์การที่จะช่วยสนับสนุนในความคิดสร้างสรรค์ และเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นในการทำงานอย่างจริงจัง (โสภณ ปภาพจน์. 2521 : 118-119)

3. ทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการกลุ่ม ทฤษฎีนี้เมื่อศึกษาหาความรู้ที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงทัศนคติและพฤติกรรมของคน เพื่อเสริมสร้างความสัมพันธ์และปรับปรุงการทำงานของกลุ่ม กระบวนการทำงานกลุ่ม (ทิตนา แชมมณี และ เยาวพา เดชะคุปต์. 2522 : 1)

การทำงานกลุ่มเป็นการทำงานที่กลุ่มบุคคลเข้ามามีส่วนร่วมปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ให้บรรลุเป้าหมายที่กลุ่มต้องการ ซึ่งจะประสบความสำเร็จหรือไม่ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการดังที่ ทิตนา แชมมณี ได้กล่าวว่า ลักษณะของการทำงานกลุ่มจะต้องประกอบด้วยปัจจัย 6 ประการ ดังนี้

1. การมีเป้าหมายรวมกัน
2. การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน
3. การติดต่อสื่อสารในกลุ่ม
4. การร่วมมือประสานงานกันในกลุ่ม
5. การตัดสินใจร่วมกัน
6. การมีผลประโยชน์ร่วมกัน

(ทิตนา แชมมณี . 2537 : 1)

ลัดดา ภูเกียรติ (2544 : 228 – 331) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบของการทำงานกลุ่ม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. ผู้นำกลุ่ม เป็นผู้ที่มีความสำคัญมากในการนำทีมหรือกลุ่มให้ทำงานสำเร็จตามเป้าหมาย ลักษณะของผู้นำโดยทั่วไปได้แก่มีความรู้ ความคิดริเริ่มความกล้าหาญ ความอดทน มีอารมณ์ที่มั่นคงมีความรอบคอบในการทำงาน มีความสามารถในการประสานงานและมีความไวต่อการรับรู้ความรู้สึกของผู้อื่น

2. สมาชิกในกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มเป็นผู้ร่วมในการทำงาน ที่มีเป้าหมายในการทำงานร่วมกัน ลักษณะของสมาชิกกลุ่มที่ดีได้แก่ มีความเข้าใจ เต็มใจ กระตือรือร้นที่จะทำงาน รับบทบาทหน้าที่ของตนเองในการทำงานแต่ละครั้ง มีความรับผิดชอบในหน้าที่ การเป็นสมาชิก

กลุ่มนั้นไม่ควรจำกัดบทบาทหน้าที่ของตนเองเฉพาะในด้านที่ตนเองถนัด ควรใช้ประสบการณ์ในการทำงานของกลุ่มเพื่อนมาฝึกฝนและพัฒนาตนเองให้มีทักษะในการทำงานในหน้าที่อื่นๆ ดังนั้นการทำงานในกลุ่มสมาชิกก็ควรมีการหมุนเวียนแลกเปลี่ยนกันไป การทำงานกลุ่มต้องมีน้ำใจ ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รู้จักใช้เหตุผลในการตัดสินใจ ยอมรับมติกลุ่ม รู้จักประสานผลประโยชน์ส่วนรวมและส่วนตนเข้าด้วยกัน

บทบาทของสมาชิกในกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ต่อมุ่งหมายของกลุ่ม บทบาทต่างๆ นั้น แยกออกได้ 3 ลักษณะ คือ

1. บทบาทเกี่ยวกับการทำงาน เป็นบทบาทที่เกี่ยวข้องกับการงาน โครงการหรือปัญหาต่างๆ ที่กลุ่มกำลังทำอยู่ พฤติกรรมในการแสดงบทบาทเกี่ยวกับการทำงานได้แก่

- 1.1 ผู้ริเริ่ม ผู้มีส่วนร่วม
- 1.2 ผู้แสวงหาข้อมูลหรือความคิดเห็น
- 1.3 ผู้ให้ข้อมูลหรือข้อคิดเห็น
- 1.4 ผู้ชี้แจง แสดงเหตุผล
- 1.5 ผู้บอกกล่าว ผู้สรุป ผู้ประเมินผล
- 1.6 ผู้กำหนดมาตรฐาน
- 1.7 ผู้ปฏิบัติการ

2. บทบาทการร่วมกลุ่ม

- 2.1 ผู้สนับสนุน ผู้กระตุ้น
- 2.2 ผู้ควบคุมการสนทนา หรือผู้อำนวยความสะดวก
- 2.3 ผู้ประสานงาน หรือผู้ประนีประนอม
- 2.4 ผู้สังเกตการณ์ และให้คำติชม
- 2.5 ผู้ผ่อนคลายความตึงเครียด

3. บทบาทเฉพาะตัว

- 3.1 ผู้ขัดคอ
- 3.2 ผู้ข่มขู่
- 3.3 ผู้ก่อกวน
- 3.4 ผู้เฉยเมย

(เรวดี วงศ์พรหมเมฆ. 2520 : 33-36)

กระบวนการในการทำงานกลุ่ม

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานของกลุ่ม ซึ่งโดยทั่วไปประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการทำงาน
2. การวางแผนในการทำงาน
3. การปฏิบัติแผนงานที่วางไว้
4. การประเมินผลและการปรับปรุงงาน

ประโยชน์ของการทำงานกลุ่ม

ดัน (Dunn. 1972 : 154) ได้กล่าวว่า การสร้างกลุ่มเล็กๆที่มีความสัมพันธ์ต่อกันในการเรียนจะเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดความรู้สึกโดดเดี่ยว หรืออยู่คนเดียวการทำงานร่วมกันต่างฝ่ายต่างรับฟังความคิดเห็นกันและกัน และช่วยกันรับผิดชอบในด้านการเรียนด้วยความเชื่อมั่นในตนเอง นอกจากนี้การเรียนโดยการทำงานเป็นกลุ่มยังทำให้รู้สึกสนุกสนานและสร้างความสามัคคีในกลุ่มต่างวางใจว่าแต่ละคนจะช่วยกันส่งเสริมให้กลุ่มมีความก้าวหน้าขึ้น

ยัง (Young. 1972 : 634) ได้อธิบายถึงข้อได้เปรียบของการเรียนโดยการทำงานกลุ่มว่า

1. ครูมีโอกาสนำพลังกลุ่มของนักเรียน มาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนทำให้ครูมีเวลามากขึ้นในการให้ความช่วยเหลือนักเรียนแต่ละคน เพราะนักเรียนจะเป็นผู้อธิบายกระบวนการเรียนรู้ซึ่งกันและกันในกลุ่มตนเอง ในขณะที่ครูอธิบายปัญหาที่นักเรียนอื่นสงสัยและแก้ปัญหาไม่ได้
2. การทำงานของครูมีความคล่องตัวมากขึ้น เพราะเมื่อแบ่งกลุ่มแล้วแทนที่ครูจะต้องตอบปัญหาที่นักเรียน 25-40 คน ทั้งชั้น ก็กลายเป็นว่าครูตอบปัญหาของกลุ่มเพียง 4-5 กลุ่มเท่านั้น ปัญหาที่มาถึงครูที่ต้องอธิบายให้ฟังก็มักจะเป็นปัญหาที่กลุ่มช่วยกันตอบ แล้วตอบไม่ได้เท่านั้น
3. บรรยากาศในการเรียนจะมีความเป็นกันเองมากขึ้นทำให้นักเรียนรู้สึกสบายใจและไม่เคร่งเครียดเมื่อทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
4. ช่วยแก้นิสัยที่ไม่กล้าแสดงออกของนักเรียนบางคน เพราะการทำงานร่วมกันจะทำให้ทุกคนรู้สึกว่าตนมีความสำคัญต่อกลุ่มเท่าๆกัน ความเชื่อมั่นในตนเองก็จะถูกกระตุ้นให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น
5. การเรียนเป็นกลุ่มจะช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับระเบียบวินัยของนักเรียน
6. การเรียนเป็นกลุ่มจะเสริมสร้างความสามัคคี การรู้จักรับผิดชอบหน้าที่ของตนเองต่อกลุ่ม
7. ฝึกให้นักเรียนเป็นผู้ที่กว้างขวางในการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่างๆ

8. ฝึกให้นักเรียนรู้จักการเสนอแนะการซักถาม ตลอดจนส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้นักเรียน

เรวัตี วงศ์พรหมเมฆ (2520 : 30) การสอนโดยวิธีการกลุ่ม (Group Process)
มีผลดีคือ

1. เปิดโอกาสให้มีการตอบสนองระหว่างครูและผู้เรียนมากขึ้น
2. ผู้เรียนที่ไม่ค่อยได้มีโอกาสแสดงออก หรือเป็นบุคคลที่ขี้อายจะได้มีส่วนร่วมกันในการเรียนมากขึ้น
3. ผู้เรียนจะมีโอกาสสนใจเนื้อหาวิชาโดยมีการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและเกิดการเรียนรู้และค้นพบด้วยตนเอง
4. การเรียนรู้จะตอบสนองกับความต้องการของผู้เรียน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใคร่รู้อย่างจริงจัง
5. ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนมากขึ้นผู้เรียนจะต้องร่วมมือกับครูในการกำหนดเนื้อหาและความต้องการในการเรียน
6. ผู้เรียนต้องใช้ความสามารถจากความรู้ที่ตนมีอยู่และจากที่อื่นมาใช้ในการเรียนรู้ของตน
7. ผู้เรียนสามารถเผชิญปัญหา และแก้ปัญหาทั้งหลายที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนและที่ประสบในชีวิตจริงได้อย่างจริงจัง

สรุป

ประโยชน์ของการทำงานกลุ่ม สามารถสรุปได้ว่าการทำแบบกลุ่มของนักเรียนทำให้นักเรียนได้มีโอกาสช่วยกันซึ่งกันและกัน อาศัยความสามัคคีที่จะพยายามทำให้งานสำเร็จ นักเรียนทุกคนมีส่วนทำให้กลุ่มมีประสิทธิภาพ สมาชิกในกลุ่มได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ทำให้เกิดความมั่นใจในตนเอง ส่งเสริมความกล้าในการแสดงออก และการปฏิบัติตนต่อหน้าที่ที่กลุ่มมอบหมาย โดยสมาชิกทุกคนภายในกลุ่มมี เป้าหมายเดียวกัน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนบัวแก้วเกษร อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี จำนวน 5 ห้องเรียนรวม 157 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนบัวแก้วเกษร อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 5 ห้องเรียน มาจำนวน 1 ห้องเรียน ที่มีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยความสามารถ

ระยะเวลา ระยะเวลาที่ใช้ทดลอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 13 คาบ

เนื้อหา เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือเรื่องโครงงานคณิตศาสตร์ จำนวนทั้งสิ้น 13 คาบ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับ

1. ความเป็นมาของโครงงานคณิตศาสตร์	1	คาบ
2. จุดประสงค์ของโครงงานคณิตศาสตร์	1	คาบ
3. ขั้นตอนการดำเนินงาน	7	คาบ
4. การวิเคราะห์ข้อมูล	1	คาบ
5. การเขียนสรุปรายงาน	1	คาบ
6. การนำเสนอโครงงานคณิตศาสตร์	2	คาบ

แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าเป็นการสร้างแบบทดลอง กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One –Short Case Study (ล้วนสายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 248 –249)

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	-	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

T₂ แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Post – Test)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้ในการสอนใน 13 คาบ ๆ ละ 50 นาที ซึ่งประกอบด้วย

- | | | |
|----------------------------------|---|-----|
| - ความเป็นมาของโครงงานคณิตศาสตร์ | 1 | คาบ |
| - จุดประสงค์ของโครงงาน | 1 | คาบ |
| - ขั้นตอนการดำเนินงาน | 7 | คาบ |
| - วิเคราะห์ข้อมูล | 1 | คาบ |
| - เขียนสรุปรายงาน | 1 | คาบ |
| - การนำเสนอโครงงาน | 2 | คาบ |

2. แบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. กิจกรรมเรื่องโครงการคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้
 - 1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ตำราที่เกี่ยวกับการทำโครงการและโครงการคณิตศาสตร์
 - 1.2 กำหนดจุดประสงค์โดยมีจุดประสงค์ของการเรียนรู้เรื่องการทำโครงการคณิตศาสตร์ที่ได้ตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถจัดทำโครงการคณิตศาสตร์ได้
 - 1.3 สร้างกิจกรรมตามลำดับขั้นดังนี้
 - ขั้นที่ 1 เขียนชุดกิจกรรมเนื้อหาเรื่องโครงการคณิตศาสตร์เพื่อใช้สอนในเวลา 13 คาบ ๆ ละ 50 นาที ประกอบด้วยจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา กิจกรรม และแบบฝึกหัด
 - ขั้นที่ 2 นำกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อวิจารณ์และชี้แนะข้อบกพร่องเพื่อหาข้อดีซึ่งความสอดคล้อง
 - ขั้นที่ 3 นำกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปสอนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบประเมินโครงการคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้
 - 2.1 ศึกษาตำราที่เกี่ยวกับโครงการ โครงการคณิตศาสตร์และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินโครงการ การสร้างแบบประเมิน
 - 2.2 กำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการประเมิน โดยมีจุดประสงค์ของการเรียนรู้เรื่องโครงการคณิตศาสตร์ที่ได้ตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว
 - 2.3 สร้างแบบประเมินโครงการคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์รูปแบบการประเมินโครงการของ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543 : 15-18) ยุพิน พิพิธกุล (2544 : 72-74) และ สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ (2545:11-15) เป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประเมินค่า 4 ระดับ ซึ่งมีองค์ประกอบที่ใช้ในการพิจารณา ดังนี้
 1. การวางแผนการทำโครงการ ได้แก่ โครงการกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานชัดเจนมากน้อยเพียงใด เป็นงานที่ส่งเสริมความริเริ่มสร้างสรรค์ หรือแปลกใหม่ การกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบ
 2. เนื้อหาสาระและประโยชน์ของโครงการ ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมในการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ความสำคัญของการจัดทำโครงการสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ ได้รับความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากหลักสูตร และการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางการศึกษา

3. การเขียนรายงาน ได้แก่ ความถูกต้องของแบบฟอร์ม การแปลผล การศึกษาและสรุปผลได้ถูกต้องเหมาะสม เสนอเนื้อหาสาระได้ถูกต้อง ชัดเจน หลักฐานการบันทึกข้อมูลชัดเจนต่อเนื่องและเป็นระเบียบ

4. การนำเสนอโครงงาน ได้แก่ การอภิปรายชัดเจนและใช้ภาษาได้ถูกต้อง การสื่อความหมาย วิธีการนำเสนอชัดเจนเหมาะสม รู้จักเลือกรูปแบบการนำเสนอ อุปกรณ์ในการจัดแสดง และการจัดแสดงโครงงานน่าสนใจ สวยงาม

ตัวอย่างของแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์

รายการที่ประเมิน	ระดับผลการประเมิน			
	3	2	1	0
0 ตอบปัญหา สามารถอธิบายและตอบข้อซักถาม ทำให้เข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง				

การแปลผล

- 3 หมายถึง ตอบปัญหา และอธิบายข้อคำถามที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจอย่างดี
- 2 หมายถึง ตอบปัญหา และอธิบายข้อคำถามได้แต่ยังไม่ชัดเจน มีส่วนที่ไม่เข้าใจ
- 1 หมายถึง ตอบปัญหา และอธิบายข้อคำถามติดขัด หรือตอบไม่ชัดเจน
- 0 หมายถึง ตอบคำถาม และอธิบายข้อคำถามไม่ได้

2.4 นำแบบประเมินที่ได้จากข้อ 2.2 เสนอต่อ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจสอบพิจารณา

2.5 นำแบบประเมินที่ได้จากข้อ 2.3 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบ วิเคราะห์และชี้แนะข้อบกพร่องเพื่อหาคำตัดสินความสอดคล้องข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยใช้เกณฑ์การกำหนดคะแนนความคิดเห็นไว้ดังนี้ (บุญเชิด ภิญโญนันต์พงษ์.2527 : 69-70)

- คะแนน 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
- คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์
- คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

2.6 นำแบบประเมินที่ได้ไปให้คณะกรรมการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์โรงเรียนบัวแก้วเกษร ครูผู้สอนคณิตศาสตร์และผู้อยู่ประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนเมื่อเสร็จสิ้น

วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล

หลังจากได้กลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 24 คน โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ใช้เวลาทั้งสิ้น 13 คาบ
2. เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนครบ 13 คาบ ผู้วิจัยได้ทำการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ โดยคณะกรรมการ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินแบบมาตราส่วนประเมินค่า 4 ระดับ
3. นำคะแนนที่ได้จากการประเมินไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ ด้วยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้ t -test

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้สถิติ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ	S.D	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

2. หาค่าความเที่ยงตรงของชุดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์และแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ ด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
	R	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3. ทดสอบสมมติฐาน ใช้ t-test

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{N}}}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยของประชากร ในที่นี้ใช้เกณฑ์ 50% มีค่าเฉลี่ย 7.5
	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความข้อมูล ทำให้มีความเข้าใจตรงกัน ผู้ศึกษาได้กำหนดสัญลักษณ์ดังนี้

SD	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
X	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
t	แทน	ค่า t ใน t -distribution
$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยของประชากร ในที่นี้ใช้เกณฑ์ 50% มีค่าเฉลี่ย 7.5

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าได้วิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลหัวข้อดังนี้

ผลของการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ศึกษาความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนำคะแนนเฉลี่ยของการประเมินผลการทำโครงการคณิตศาสตร์ จากคณะกรรมการ 3 ท่าน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างนำมาเปรียบเทียบ โดยใช้ t -test ปรากฏผลตามตาราง 1 ดังต่อไปนี้

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถของการทำโครงการคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

	N	$\bar{X}$	μ_0	SD	t
กลุ่มตัวอย่าง	24	12.63	7.5	0.73	34.44**

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

t. (.01,24) = 2.500

จากตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ($\bar{x} = 12.63$) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม 15 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ที่มีความเชื่อมั่น 99% ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เพื่อสร้างกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อสร้างกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถทำโครงงานคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์โดยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนบัวแก้วเกษร อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 157 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนบัวแก้วเกษร อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด จำนวน 1 ห้องเรียนที่มีผลการเรียนที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยความสามารถ

ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ทดลอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 13 คาบ

เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือเรื่องโครงงานคณิตศาสตร์ จำนวนทั้งสิ้น 13 คาบ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับ

- | | | |
|-----------------------------------|---|-----|
| 1. ความเป็นมาของโครงงานคณิตศาสตร์ | 1 | คาบ |
| 2. จุดประสงค์ของโครงงานคณิตศาสตร์ | 1 | คาบ |
| 3. ขั้นตอนการดำเนินงาน | 7 | คาบ |
| 4. การวิเคราะห์ข้อมูล | 1 | คาบ |
| 5. การเขียนสรุปรายงาน | 1 | คาบ |
| 6. การนำเสนอโครงงานคณิตศาสตร์ | 2 | คาบ |

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมโครงงานวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้ในการสอนในเวลา 13 คาบๆ ละ 50 นาที ซึ่งประกอบด้วย

- | | | |
|----------------------------------|---|-----|
| - ความเป็นมาของโครงงานคณิตศาสตร์ | 1 | คาบ |
| - จุดประสงค์ของโครงงาน | 1 | คาบ |
| - ขั้นตอนการดำเนินงาน | 7 | คาบ |
| - วิเคราะห์ข้อมูล | 1 | คาบ |
| - เขียนสรุปรายงาน | 1 | คาบ |
| - การนำเสนอโครงงาน | 2 | คาบ |

2. แบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยอภิปรายผลตามลำดับดังนี้

ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน จากการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย 12.63 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (7.5) ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1. การสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นการจัดการเรียนที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากการร่วมกิจกรรม นักเรียนมีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นนักเรียนถูกกระตุ้นให้คิด บรรยายภาคในการเรียนเป็นกันเอง นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งที่มีความรู้ได้ไปสิ่งที่มีความรู้ และความเข้าใจ มีความสุข สนุกกับการเรียน จึงส่งผลให้ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ทุกชุดได้สอดแทรกรูปการ์ตูน โดยนำภาพการ์ตูนมาจัดใส่ประกอบบทสนทนาในการเรียนรู้ชุดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ คมศักดิ์ หาญสิงห์ (2543 : 51) ที่ได้ศึกษาผลการซ่อมเสริมคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการซ่อมเสริมจากรูปแบบปกติและจากบทเรียน การ์ตูน จากงานวิจัยนั้นเป็นการนำภาพการ์ตูนมาใช้ประกอบในบทเรียนและชุดการสอนสรุปได้ว่านักเรียนมีความสนใจและตั้งใจช่วยมากขึ้น

3. จัดให้มีการตรวจสอบความเข้าใจ โดยใช้เกม ปริศนา หรือปัญหาที่น่าสนใจ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกซ้อม ด้วยความสนุกสนานเพลิดเพลิน บรรยายภาคในห้องไม่เครียด ทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ไอเคน (แวนไพลิน เย็นสุข. 2538 : 26 ; อ้างอิงจาก Aiken. 1979 : 47) ที่กล่าวว่า ความเพลิดเพลิน ความเป็นอิสระจากการกลัววิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

4. รูปแบบการประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์ คณะกรรมการประเมินโครงการจากการสังเกต ดูจากภาพปฏิบัติจากกระบวนการทำงาน และการจดบันทึก นอกจากนี้ยังพิจารณาจากผลสำเร็จของงานทำให้นักเรียนเกิดความพอใจ มีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ ส่งผลให้ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองทำกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า

1. กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองได้มีโอกาสได้ร่วมกิจกรรมกลุ่ม จากปริศนาก้นไม้ขีด สังเกตนักเรียนขณะเล่นกิจกรรม นักเรียนมีความสนใจ มีความตั้งใจในการหาคำตอบเพื่อแก้ปริศนา นักเรียนมีความสนุกสนาน และนักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือกับกิจกรรมเป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ สุหารัตน์ ขวัญอ่อน (2547 : 32) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมกลุ่มที่มีต่อทัศนคติการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปทุมวิภาณ์วิทยา กรุงเทพมหานคร พบว่านักเรียนมีทัศนคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทางบวกมากขึ้นหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากการทดลองยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม นักเรียนกล้าแสดงออกทำให้การดำเนินกิจกรรม ในแต่ละครั้งเป็นไปด้วยความสนุกสนานเป็นกันเอง นักเรียนจึงสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็ว สามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และการใช้กิจกรรมกลุ่มสามารถช่วยนักเรียนรู้จักการทำงานกลุ่ม และช่วยแก้ปัญหาที่พบระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม ทำให้นักเรียน ไม่เบื่อหน่ายในการเรียน และมีทัศนคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น

2. กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นกิจกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาและปรับปรุงด้านภาษา และผ่านการตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมแล้ว จึงกล่าวได้ว่ากิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ดังที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544 : 135) กล่าวว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ เพราะคณิตศาสตร์สอนให้คนคิดเป็นและคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งปัจจุบันหลักสูตรคณิตศาสตร์ได้รับการพัฒนาปรับปรุงในทุกส่วนในการจัดการเรียนการสอนผู้สอนต้องคำนึงถึงมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้วยการสอดแทรกกิจกรรม หรือโจทย์ปัญหาที่จะส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ และความคิดสร้างสรรค์ กิจกรรมการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง จากเป้าหมายข้างต้น อาจกล่าวได้ว่าเป็นการพัฒนา ผู้เรียนให้เป็นผู้ที่มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์ การเรียนการสอนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจากที่เป็น การจดจำข้อมูลทักษะพื้นฐาน เป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนได้มีความความเข้าใจในหลักการของคณิตศาสตร์ มีทักษะพื้นฐานที่เพียงพอในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ผู้เรียนจะต้องได้รับประสบการณ์ที่หลากหลายที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจจากการดำเนิน กิจกรรมด้วยตนเอง เช่น การสืบค้น การคาดเดา และตรวจสอบข้อคาดเดา ให้เหตุผลในกิจกรรม การแก้ปัญหาที่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ได้อธิบาย อภิปราย และชี้แจง

เหตุผลกัน ซึ่งเป็นการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การทำงาน และแก้ปัญหาร่วมกับผู้อื่น ๆ (สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ. 2545 : 3)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

1.1 จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า กิจกรรมโครงงานวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประโยชน์มากเห็นได้จากนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ นักเรียนมีความสนใจในการพยายามค้นคว้าหาหัวข้อหรือปัญหาที่ตนเองสนใจ นักเรียนมีความสนุกที่จะฝึกทำโครงงานคณิตศาสตร์ ให้ความร่วมมือกับครูผู้สอนและกับกลุ่ม นักเรียนได้ฝึกการทำงาน กลุ่มรู้จักการแบ่งภาระหน้าที่ความรับผิดชอบฝึกภาวะการเป็นผู้นำและผู้ตามของกลุ่มที่ดี นอกจากนี้การทำโครงงานคณิตศาสตร์ ความกล้าแสดงออก เช่น กล้าที่จะนำเสนอความคิดเห็นของตนเอง และกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นเมื่อความคิดเห็นไม่สอดคล้องกัน

1.2 ผู้ที่จะนำกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ไปใช้ ควรศึกษาวิธีการใช้จากคำชี้แจงอย่างละเอียดก่อนที่จะนำไปสอน เพื่อจะได้เข้าใจขั้นตอนและวิธีการต่าง ๆ ได้ถูกต้อง จึงจะทำให้การเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง

1.3 ครูผู้สอนควรมีการเตรียมตัวก่อนการสอนเป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากผู้สอนจะมีบทบาทสำคัญกับนักเรียนเริ่มตั้งแต่วันแรกของการเริ่มทำโครงงาน จนกระทั่งถึงวันสุดท้ายของการทำโครงงาน ครูผู้สอนต้องมีความเสียสละและอุทิศเวลาให้กับการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ของนักเรียน โดยครูต้องเตรียมความพร้อมในด้านแหล่งการเรียนรู้ วิทยากร จัดหาและจัดเตรียมข้อมูล เตรียมสถานที่ในการทำโครงงาน นอกจากนี้ต้องคอยดูแลสนับสนุนให้กำลังใจและช่วยเหลือให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายหรือเกิดปัญหา

1.4 ขั้นตอนสุดท้ายของการทำโครงงานคณิตศาสตร์ก็จะเป็นขั้นตอนการประเมินผลโครงงานของนักเรียนกลุ่มใดมีผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ที่ดีที่สุด ครูผู้สอนควรให้การสนับสนุนส่งเสริมโดยการจัดส่งผลงานเข้าร่วมประกวดโครงงานคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไปเพื่อเป็นการส่งเสริมความสามารถให้ปรากฏ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการศึกษาวิจัยศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ กับประชากรกลุ่ม อื่นๆ

2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ กับตัวแปรอื่นๆ เช่น เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะกระบวนการสื่อสาร ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2536). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ 2017 โครงการวิทยาศาสตร์กับ
คุณภาพชีวิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). พหุปัญญาในห้องเรียน : วิธีการสอนเพื่อพัฒนา
ปัญญาหลายด้าน = Multiple Intelligence in the Classroom. อารี สัตถ์ณี แปล.
กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- กิตติ พัฒนตระกูล. (2544, พฤศจิกายน-ธันวาคม-มกราคม). "ความหลากหลายของวิธีการหา
ผลคูณ," วารสารคณิตศาสตร์. 44(506-508) : 11.
- คณิน นาคะไพบูลย์. (2533). การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่าง
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เคยทำและไม่เคยทำโครงการวิทยาศาสตร์.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.
- คมศักดิ์ หาญสิงห์. (2543). ผลการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมจากครูแบบปกติและ
จากบทเรียนการ์ตูน. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2543). โครงการการเรียนรู้ที่ลุ่มลึก.
เอกสารปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ ลำดับที่ 16.
- จิราภรณ์ ศิริทวี. (2543). "โครงการ:ทางเลือกใหม่ของการสร้างปัญญาชน," วารสารวิชาการ.
8 (34).
- ใจทิพย์ เชื้อวัฒนพงษ์. (2539). การพัฒนาหลักสูตร:แนวทางและการปฏิบัติ. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์อัสสัมชัญ.
- ฉลอง ภิมย์รัตน์. (2521). กระบวนการกลุ่ม คู่มือประกอบการเรียนวิชา 325 หลักสูตร
สภาการศึกษา พุทธศักราช 2519. ม.ป.พ.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2543). โครงการคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพ
วิชาการ.
- ชัยอนันต์ สมุทรวณิช. (2542). การคิดแบบสร้างสรรค์และการทำแผนที่ทางความคิด.
อัดสำเนา.
- ทศนา แคมมณี. (2537). การเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาประถมศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทิศนา แคมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ : ด้านสุทธาการพิมพ์.
- ทิศนา แคมมณี และ เยาวพา เดชะคุปต์. (2522). กลุ่มสัมพันธ์ทฤษฎีและแนวปฏิบัติเล่ม 1. กรุงเทพฯ : บุรพาศิลป์.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2531). การสอนกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. คู่มือสำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- นิคม ทาแดง และสุจินต์ อิศวธีรานนท์. (2525). ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ : เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์ 3 หน่วยที่ 1-15 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เนาวรัตน์ รุ่งเรืองบางชั้น. (2530). การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เคยทำและไม่เคยทำโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ประหยัด จันทรชัย และประสพสันต์ อักษรมัต. (2518). วิธีสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ปรีชา วงศ์ชูศิริ. (2525). การจัดลำดับเนื้อหาและประสบการณ์. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่1-7 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ : ยูไนเต็ดโปรดักชั่น.
- ไพฑู ลิทธิสุนทร. (2543, มกราคม). "พหุปัญญา ทฤษฎีปฏิบัติ (ตอนจบ) พหุปัญญาในโรงเรียนไทย," *สานปฏิรูป*. 22 : 23.
- พจน์ สะเพียรชัย. (2517). "การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," *การพัฒนาการวัดผล*. 10 : 49-51.
- พรรณา หิมารัตน์. (2527) การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการเรียน. ปรินญานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณพิศ วาณิชการ. (2528, กรกฎาคม-กันยายน) "การทำงานแบบกลุ่ม," *สารานุกรมศึกษาศาสตร์*. (1) :135-137.
- พิทักษ์ เชียงนอก. (2541). องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญ จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- มาพะ ทิพย์ศิริ . (2543, ธันวาคม). " แม่ไม่ครูไทย : การสอนวิชาโครงงาน," *สานปฏิรูป*. 3(33) : 33.

- ยุพิน พิพิธกุล. (2543). *โครงการคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แม็ค.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2528). *หลักการวัดและการสร้างข้อสอบ*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิจัย การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เรวดี วงศ์พรหมเมฆ. (2520). *กระบวนการกลุ่ม*. เอกสารประกอบการสอนวิชาศึกษา 325 ตามหลักสูตรสภา การฝึกหัดครู พุทธศักราช 2519. วิทยาลัยสวนดุสิต.
- เรียงชัย จงพิพัฒน์สุข. (2543). *คู่มือผู้ปกครองและครู : การเรียนการสอนตามพระราชบัญญัติ การศึกษา พ.ศ. 2542*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2544). *โครงการเพื่อการเรียนรู้หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม*. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วัฒนะ มากขึ้น. (2530). *กิจกรรมที่ส่งเสริมความสนใจในการเข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์ ตามการรับรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วารี รุจิโรตม. (2529). *ความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ การดำเนินการทำโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย,สมาคม. (2540). *การประกวดโครงการและกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประจำปี 2540*. กรุงเทพฯ : ฟันนี่พับลิชซิง.
- วิมลศรี สุวรรณรัตน์. (2542, มิถุนายน). "กระบวนการเรียนรู้โครงการวิทยาศาสตร์," *สานปฏิรูป*. 2 (15) : 23.
- วุฒพล ประกอบผล. (2545). *การสร้างบทเรียนเสริมเรื่องสมภาค (Congruence) ในระบบ จำนวนเต็มสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์สูง*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2543). *รายงานการวิจัยการประเมินการเรียนรู้ ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย*. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

- ติลปชัย ทิพเสนา. (2517). *เปรียบเทียบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ*.
 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2524). *คู่มือการทำและการจัดแสดง
 โครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอน
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์* กรุงเทพฯ :
 โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้า และพัสดุภัณฑ์.
- (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- (2531). *คู่มือการทำและการจัดแสดงโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*.
 กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมทรง ไชยวัด. (2538). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดกลุ่มที่แตกต่างกัน*. วิทยานิพนธ์
 ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สมยศ ตลอดจนอก. (2534). *สภาพและปัญหาการดำเนินงานโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน
 มัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
 (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
 ถ่ายเอกสาร.
- สมยศ นาวิการ. (2523). *การบริหารตามสถานการณ์*. กรุงเทพฯ : บรรณกิจ.
- สมวงศ์ แปลงประสพโชคและคณะ (2545). *กิจกรรมส่งเสริมการคิดและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*
 กรุงเทพฯ : Learn and Play MATHGROUP สถาบันราชภัฏพระนคร
- (2545). *คู่มือการสอนโครงการคณิตศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : Learn and
 Play MATHGROUP.
- สมศักดิ์ สินธุเวชชัย. (สิงหาคม-กันยายน 2542). "แนวความคิดในการพัฒนาคนและ
 กระบวนการเรียนรู้," *วารสารข้าราชการครู*. 19(18).
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2528). *หลักการวัดผลและการประเมินผลคู่มืออาจารย์ด้านการเรียน
 การสอน*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2543). *สารนารูสำหรับ
 ครูคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย.

- สำนักงานงานพัฒนาการศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม เขตการศึกษา 1(2543). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : การจัดทำโครงการ. นครปฐม : กลุ่มพัฒนา*
มาตรฐานคุณภาพการศึกษา. (เอกสารประกอบการบรรยายลำดับที่ 18/43)
- สุทาร์ตน์ ขวัญอ่อน. (2547) *ผลของกิจกรรมกลุ่มที่มีต่อทัศนคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์*
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปฐวิกรณ์วิทยา เขตบึงกุ่ม
กรุงเทพมหานคร. ปริญญาโท กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สุวรรณ กาญจนมยุร. (2544). *โครงการคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ :*
ไทยวัฒนาพานิช จำกัด
- โสภณ ปภาพจน์. (2521). *การพัฒนาองค์การ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มิตรสยาม.*
- แหวนไพลิน เย็นสุข. (2538). *การพัฒนาแบบวัดเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนวิชาครู*
คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผล. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(การวัดผลการ
ศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- Allinger, Glenn D. et al. (1999). *Mathematics Projects Handbook. Virginia :*
NCTM.
- American Association for the Advancement of Science. (1970). *Science- A Process*
Approach, Commentary for Teacher. Washington D.C. , Author.
- Bolt, Brain and Hobbs David. (2540). *101โครงการคณิตศาสตร์. ยุพิน พิพิธกุล*
และ สิริพร ทิพย์คง แปลและเรียบเรียง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- Davis, Keith. (1962). *Human relation at work. New York : McGraw -Hill Company.*
- Dunn, Rita. (1972). " Team Learning and Circles of Knowledge," *Practical Approaches*
to individualizing. West Nyack, New York : Packer Publishing Company Inc.
- Gulley, Halbret E. (1960). *Discussion, Conference and Group Process. New York :*
Holt, Rinehart and Winston , Inc.
- Gupta, Sharwan Kumar. (1981). *Teaching Physical in Secondary School. New Delhi :*
The Center for Applied Research in Education Inc.
- Kalar,R.M. (1976). *Innovation in Science Teaching. New Delhi : Oxford & I.B.H.*
Publishing, Co.
- Kennedy, R. A. and Newkirk, Tankovish J. (1983). "The Science Fair Handbook,"
Consultive Service Program Consultation Department. Division of planing
Development. (Mimeographed).

- Klopfer, Leopold E. (1971). "Evaluation of Learning in Science," *Handbook on Formative and Summative Evaluation of student*. New York : McGraw-Hill Book.
- Kuslan, Louis I., and Stone,Harris A. (1968). *Teaching Children Science and Inquiry Approach*. California : Wadsworth Publishing Co.
- Nay, Marshall A., and Associates. (1971, April-June)." A Process Approach to teaching Science," *Science Education*. 55 : 202-203.
- Page, G.T.,and Thomas, J.B. (1977). *International Dictionary of Education*. New York : Kogan Page, London/Nichol Publishing Co.B
- Peterson, Kenneth D. (1978,March). "Scientific Inquiry Training for High School Students, " *Journal of Research in Science Teaching*. 15 : 153.
- Vandeman, B. A. and Parfitt, P.C. (1985,October) " The Nute and Botts of Science Fairs," *Science and Children*. 2 : 14.
- Young, Carolyn. (1972, December,19)." Team learning,.." *The Arithmetic's Teacher*.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตัวอย่าง
กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์
กิจกรรมที่ 1 - กิจกรรมที่ 2

กิจกรรมที่ 1

ชื่อกิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์คืออะไร ?

วัตถุประสงค์

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของโครงการคณิตศาสตร์ได้
2. นักเรียนสามารถบอกหลักการของกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ได้
3. นักเรียนสามารถบอกจุดมุ่งหมายของโครงการคณิตศาสตร์ได้
4. นักเรียนสามารถบอกประเภทของโครงการของคณิตศาสตร์ได้

สถานที่

ห้องเรียน

เวลา

100 นาที

เนื้อหา

1. ความเป็นมาของโครงการและโครงการคณิตศาสตร์
2. ความหมายของโครงการและโครงการคณิตศาสตร์
3. ประเภทของโครงการคณิตศาสตร์
4. หลักการของกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์
5. จุดมุ่งหมายของโครงการคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินกิจกรรม

ขั้นนำ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

ปัญหาในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์อย่างกว้าง ๆ และแนวทางการแก้ไข

2. นักเรียนดูวีดิทัศน์เรื่องโครงการคณิตศาสตร์

ขั้นสอน

1. ครูแจกกิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์คืออะไร ? โดยให้นักเรียนศึกษาจาก

กิจกรรม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยครูเป็นผู้นำ ในการอภิปรายเกี่ยวกับ

ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์ หลักการของกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ จุดมุ่งหมายของโครงการคณิตศาสตร์ และประเภทของโครงการคณิตศาสตร์

ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเกี่ยวกับความหมายของโครงการคณิตศาสตร์
หลักการของกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ จุดมุ่งหมายของโครงการคณิตศาสตร์ และประเภท
ของโครงการคณิตศาสตร์

2. นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่องโครงการคณิตศาสตร์คืออะไร ?

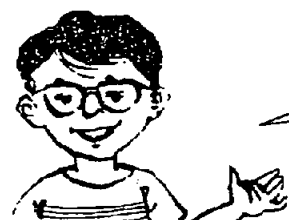
สื่อ-อุปกรณ์

- ชุดกิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์คืออะไร ?
- วีดิทัศน์ เรื่อง โครงการคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบ โครงการคณิตศาสตร์คืออะไร ?
- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน

วิธีการประเมิน

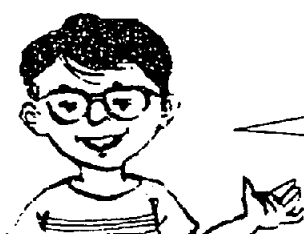
- ตรวจแบบทดสอบ เรื่อง โครงการคณิตศาสตร์คืออะไร ?
- สรุปผลจากแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน

กิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์คืออะไร ?



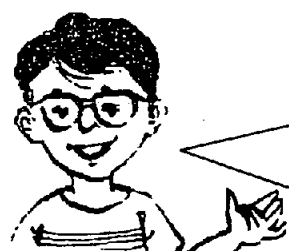
ป้อม คิดว่าการเรียนคณิตศาสตร์
มีประโยชน์อย่างไรต่อตนเอง

ทำให้ผมคิดคำนวณได้ เรียน
คณิตศาสตร์ แล้วให้ซื้อขนม
ได้โดยไม่ถูกแม่ค้าหลอก



แล้วป้อมคิดว่าคณิตศาสตร์ที่เรียน
มาใช้ประโยชน์มากน้อยเพียงใด

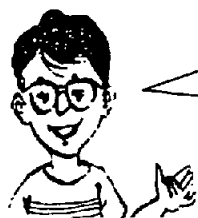
ผมว่ามันใช้ได้นิดหน่อยก็ใช้ในเรื่องการบวก
ลบเท่านั้น ประโยชน์มีนิดเดียวแต่ครูสอนผม
มากมาย ผมนำไปใช้ไม่ได้เลย ทำให้ผมเบื่อ
หน่ายต่อการเรียน ครูบอกประโยชน์ของ
คณิตศาสตร์ที่ชัดเจนกว่านี้หน่อยได้ไหมครับ



เอาละ ครูจะให้เธอเรียนรู้
คณิตศาสตร์ว่าคณิตศาสตร์ใช้
ประโยชน์อย่างไรด้วยการทำ
โครงการคณิตศาสตร์

แล้วโครงการเป็นอย่างไรละครับครู





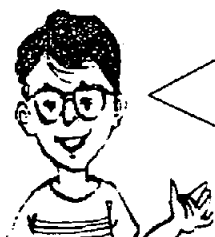
โครงการก็เป็นวิธีการเรียนรู้วิธีการที่หนึ่งที่
ผู้เรียน มีความสนใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแล้ว
พยายามหาคำตอบด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการ
ทางวิทยาศาสตร์ ในการหาคำตอบ และประสบ
การณ์ที่เคยเรียนมาแล้ว โดยมีครูเป็นผู้ให้คำ
แนะนำช่วยเหลือเท่านั้นละ

แล้ววิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่
ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบ
เป็นอย่างไรบ้างครับคุณครู



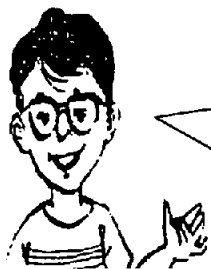
วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1. ปัญหา/สังเกต
2. ตั้งจุดมุ่งหมายหรือตั้งสมมุติฐาน
3. ออกแบบการศึกษาค้นคว้า
4. ลงมือปฏิบัติ
5. ตรวจสอบผล การปฏิบัติ



มีเพียง 5 ข้อเท่านั้นเอง
ป้อมจำได้แล้วครับ





โครงการคณิตศาสตร์ถ้าเป็นงานที่นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเองในการหาคำตอบให้กับข้อสงสัยที่ตนตั้งขึ้นมา โดยข้อสงสัยมาจากความสนใจ ตามถนัดและความสามารถของนักเรียน โดยอาศัยความรู้หลักการ แนวคิดทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนสงสัยให้เข้าใจชัดเจนมากยิ่งขึ้น แล้วนำสิ่งที่ค้นพบนั้นนำมาเขียนรายงานเพื่อเผยแพร่ข้อค้นพบ และจัดแสดงผลงานเผยแพร่สำหรับเป็นแนวทางในการศึกษาต่อ นักเรียนอาจจะทำเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่มก็ได้ อาจจัดทำนอกเวลาเรียนหรือในเวลาเรียนก็ได้นะ

ทำโครงการคณิตศาสตร์
มีลักษณะเป็นอย่างไรครับครู
ผมอยากรู้จักเลยครับ



ถ้าผมจะทำโครงการคณิตศาสตร์
ผมจะทำได้ในลักษณะอย่างไร
บ้างครับครู



ก็โครงการคณิตศาสตร์
แบ่งออกเป็น 3 ประเภทนะ



แล้ว 3 ประเภทที่ครูว่า
มีอะไรบ้างครับ





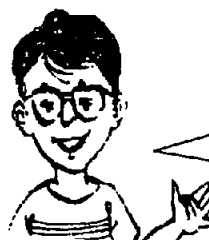
ประเภทที่ 1 เป็นโครงการคณิตศาสตร์เชิงประวัติศาสตร์
มีลักษณะเป็นเอกสารได้จากการศึกษาค้นคว้ารวบรวม
ผู้ทำจะต้องไปศึกษาค้นคว้าแหล่งข้อมูลจากหลายๆแห่ง
เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับข้อมูล

อ้อ เช่น โครงการประวัติ
นักคณิตศาสตร์ได้ไหมละครับครู



ใช่แล้วครับแต่ประเภทที่ 2 คือโครงการ
คณิตศาสตร์ตามสาระการเรียนรู้ โครงการ
ลักษณะนี้จะใช้ความรู้ด้านเนื้อหามาพิจารณา
เป็นงานที่เกิดจากการเรียนรู้ด้านการสังเกต
รูปแบบ มีการตั้งจุดมุ่งหมาย และทดลอง

โครงการประเภทนี้ยากใช่ไหมครับคุณครู
คนที่จะทำโครงการจะต้องมีความรู้ทาง
คณิตศาสตร์เป็นอย่างดี ใช่ไหมครับครู

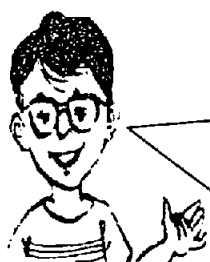


ใช่แล้วครับ สุดท้ายโครงการประเภทที่ 3
โครงการคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะนำ
หลักการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้เพื่อ
ใช้เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหา
ครบ 3 ประเภทแล้วไหมจำได้หรือยังครับ

ป้อมเข้าใจแล้วครับ ป้อมอยากจะลงมือทำ
โครงการคณิตศาสตร์แล้วล่ะครับครู



ป้อมทำโครงการคณิตศาสตร์แล้ว
ป้อมจะชอบเรียนคณิตศาสตร์จริงหรือ
แล้วโครงการคณิตศาสตร์มีประโยชน์
อย่างไรต่อผู้ทำโครงการ บ้างครับ



ประโยชน์มีมากมายนะครับ

- ส่งเสริมให้รู้จักศึกษาค้นคว้าสิ่งที่ตนเองสนใจ
 - สร้างนิสัยความรับผิดชอบและทำงานกับคนอื่นได้
 - รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
 - นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการทำงานได้
- ทำให้ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิชา
คณิตศาสตร์ ป้อมคิดว่ามีประโยชน์เพิ่มเติมนอกเหนือ
จากนี้อีกบ้างครับ

- ได้เผยแพร่ผลงานทำให้คนอื่นได้รับ
ความรู้ ส่งเสริมให้เป็นคนกล้าแสดงออก
- มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เพราะ
โครงการคณิตศาสตร์ทำให้เราได้ลงมือ
ปฏิบัติ ป้อมคงจะไม่เบื่อหน่ายแล้วล่ะ



แบบทดสอบ

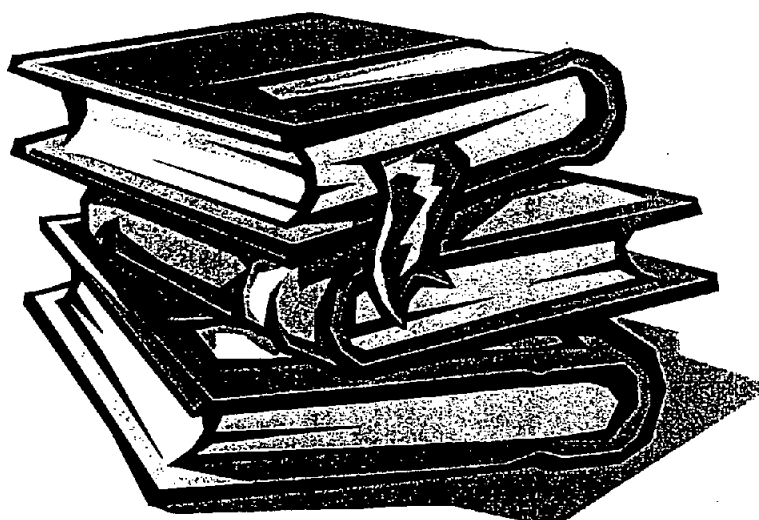
เรื่อง โครงการงานคณิตศาสตร์คืออะไร

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความที่กำหนดให้และทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูก
ทำเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด

- 1. โครงการงานคณิตศาสตร์ต้องดำเนินการในเวลาเรียนเท่านั้น
- 2. ครูผู้สอนเป็นผู้กำหนดหัวข้อให้นักเรียนทำโครงการงานคณิตศาสตร์เท่านั้น
- 3. การทำโครงการงานคณิตศาสตร์เป็นการส่งเสริมทักษะการทำงานกลุ่ม
- 4. โครงการงานคณิตศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง
- 5. สักกัญญาสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับประวัติของเซตจึงไปทำเป็นโครงการงานคณิตศาสตร์
- 6. ครูมอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาแล้วนำผลมารายงานหน้าชั้นเรียนถือว่าเป็น
โครงการงานคณิตศาสตร์ได้
- 7. โครงการงานคณิตศาสตร์สามารถจำแนกประเภทได้ตามระดับการศึกษาของผู้ทำโครงการงาน
- 8. ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการทำโครงการงานควรมาจากแหล่งข้อมูลที่เดียวเพื่อไม่ให้เกิด
ความสับสน
- 9. การทำโครงการงานคณิตศาสตร์ไม่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาวิธีการวิทยาศาสตร์
- 10. สุรินทร์กับเพื่อนสนใจวิธีการที่จะเอาชนะในการเล่นเกมส์ผลรวม 15 หัวข้อดังกล่าว
ไม่สามารถนำไปทำโครงการงานคณิตศาสตร์ได้



เฉลยแบบทดสอบ
เรื่อง โครงงานคณิตศาสตร์คืออะไร

1. x
2. x
3. ✓
4. ✓
5. ✓
6. x
7. x
8. x
9. x
10. x

กิจกรรมที่ 2

ชื่อกิจกรรมปัญหาคิดตาม

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักเรียนฝึกการหาหัวข้อที่จะทำโครงงานคณิตศาสตร์

สถานที่ หอประชุม

เวลา 150 นาที

เนื้อหา การคิดและคัดเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินกิจกรรม

ขั้นนำ

1. ครูให้นักเรียนพูดคุยถึงปัญหาในชีวิตประจำวันที่นักเรียนพบเห็น แล้วพยายามชี้แจงปัญหาที่พบใด มีวิธีการแก้ อย่างไรบ้าง และปัญหาใดบ้างที่แก้ปัญหโดยอาศัยหลักทางคณิตศาสตร์ หรืออาศัยคณิตศาสตร์เข้าไปเกี่ยวข้อง

ขั้นสอน

2. ครูให้นักเรียนศึกษากิจกรรม ปัญหาคิดตาม ชุดที่ 1 ,ชุดที่ 2
3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2.1-2.5
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทำกิจกรรม

ขั้นสรุป

5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปขั้นตอนในการหา ปัญหาที่จะทำโครงงานคณิตศาสตร์

สื่อ-อุปกรณ์

1. กิจกรรม ปัญหาคิดตาม ชุดที่ 1 ,ชุดที่ 2
2. กิจกรรม 2.1-2.5
3. กิจกรรมนาฬิกาน้ำและปริศนาก้านไม้ขีด
4. แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน of นักเรียน

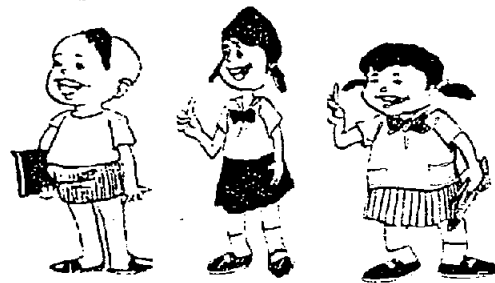
วิธีการประเมิน

1. ตรวจสอบผลงานจากกิจกรรม
2. สรุปผลจากแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน of นักเรียน

กิจกรรม ปัญหาติดตาม
ชุดที่ 1



คุณครูครับแล้วพวกเราจะมีความหนทางในการ
เลือกหัวข้อเพื่อทำโครงงานอย่างไรครับ



ลักษณะกิจกรรมที่ทำ โครงงานคณิตศาสตร์

1. ปัญหาหรืองานที่ยาก ที่ไม่คุ้นเคย
2. งานที่มีกลวิธีหลากหลาย ซึ่งต้องใช้ทักษะ ต่าง ๆ
3. ปัญหาและการสำรวจต่าง ๆ ที่เป็นข่าวสารข้อมูล
4. สถานการณ์ที่ต้องคิดพิจารณาใคร่ครวญ
5. เป็นการขยายงานจากปัญหาที่พบ
6. นักเรียนจะต้องสืบสวนด้วยตนเอง

ผมคิดได้แล้ว ว่าจะทำโครง
งานเกี่ยวกับอะไรดี



เราเข้าใจวิธีการพิจารณาเลือกหัวข้อ
ปัญหาที่จะทำโครงงานแล้วละ



เราต้องไปสังเกตก่อนว่า
เรื่องอะไรที่เราสนใจนะ



แล้วเกณฑ์การพิจารณาปัญหา เพื่อทำโครงการคณิตศาสตร์
มีหลักเกณฑ์เป็นอย่างไรบ้างคะคุณครู ช่วยอธิบายให้พวกเรา
เข้าใจหน่อยได้ไหมคะ



ได้ซิคะ ทำไมจะไม่ได้ละคะ ฟังแล้วทำให้ดีนะคะ เกณฑ์การพิจารณาปัญหา
ก็มีหลายข้อด้วยกันนะคะ คือ

1. คำนึงถึงความสนใจของนักเรียน
2. เหมาะสมกับความสามารถและระดับความรู้ของตนเอง
3. มีคุณค่าและเป็นปัญหาใหม่ ๆ
4. เป็นประโยชน์ในทางปฏิบัติ
5. คำนึงถึงเวลา งบประมาณ และสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวย ต่อการทำโครงการ

กิจกรรม ปัญหาที่ติดตาม ชุดที่ 2

นักวิทยาศาสตร์ส่วนมากค้นพบ ความรู้และความจริงต่าง ๆ ในธรรมชาติโดยใช้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีลำดับขั้นตอนดังนี้

ปัญหา

เอ็ง ! บองนางเก่งจังเลยเงิ
ลงห่วงทุกลูกเลยสอนเราบ้างซิ

นางทำยังไงเธอถึงได้
เงิลงห่วงทุกลูกนะ
สอนพวกเราบ้างซิ

ทำไมฉันเงิลูกบอลไม่ลงห่วง
เลยเป็นเพราะอะไรนะ

ตั้งจุดมุ่งหมาย

ฉันจึ้นไกลเกินไป

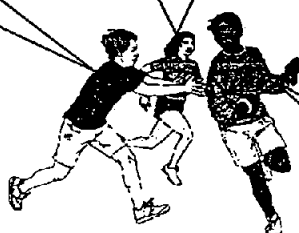
ฉันออกแรง
เงิลูกบอล
เบาเกินไป

ฉันไม่มีความชำนาญใน
การเงิลูกบอล

ออกแบบการศึกษาครั้งนี้ว่า

นั้นจะต้องหาวิธีทดสอบ
ว่าทำอย่างไรนั้นถึงจะโดน
ลูกบอลลงห่วง

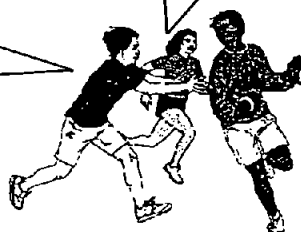
แล้วเราจะทดสอบ
เกี่ยวกับอะไรดีล่ะ



เราก็ทดสอบเกี่ยวกับ
เรื่องของระยะทางไกลๆ

แล้วเราจะตั้งปัญหาว่า
อย่างไรดีล่ะ

เราต้องช่วยกัน
ตั้งสมมุติฐานและ
วางแผนการทดลองด้วย



เราต้องกำหนด
ตัวแปรให้ชัดเจน

ฉันคิดว่าจะทดลองใจนลูกบอล
ลงห่วงในตำแหน่งที่แตกต่างกัน
องจากรู้ว่าจุดใดที่ทำให้
ลูกบอลลงห่วงได้

ฉันเธอต้องหาเพื่อนๆ ที่ทำ
เหมือนเธออีกประมาณ 10 คน
เพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือ
ของข้อมูลนะ

ตกลงว่าเราจะหาเพื่อน
มาเพิ่มอีก 10 คนนะ
แล้วเรามาทดลองกัน



ทำการศึกษาค้นคว้า

บันทึกการศึกษาค้นคว้า

จัดการทำข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล

แล้วเราจะต้องสังเกตและ
บันทึกอะไรบ้าง

เราจะต้องบันทึกข้อมูล
อย่างไรดีจึงจะชัดเจนและ
เข้าใจได้บ้าง ๆ ละ

ถ้าเราวางแผนกันดีแล้ว
ก็มาเริ่มการทดลองกันเถอะ
ฉันองจากจะลงมือ
ปฏิบัติเต็มที่แล้วละ



แล้วเราจะใช้เงินเรางานสรุปผล
การทดลองว่าอย่างงไรดีล่ะ

เราก็จัดบันทึกระยะทาง 2 เมตร มีคน
โยนลงห่วง 8 คน โยนไม่ลงห่วง 2 คน
ระยะทาง 4 เมตร มีคนโยนลูกบอล
ลงห่วงได้ 1 คน โยนไม่ลงห่วง 9 คน



ระยะทาง(เมตร)	จำนวนคนที่โยนลงห่วง	จำนวนคนที่โยนไม่ลงห่วง

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

เพราะฉะนั้น น่าจะสรุปได้นะว่า
ระยะทาง 2 เมตรจะทำให้โยน
ลูกบอลลงห่วงได้มากที่สุด

ต่อไปเราจะโยนลูกบอลได้แม่นยำขึ้น
เพราะเรารู้แล้วว่าจุดใดที่โยนลูกบอล
ลงห่วงได้แม่นยำมากที่สุด

แต่ฉันคิดว่าเราน่าจะหา
คำตอบของปัญหาอื่น ๆ
เพิ่มอีกนะ เพราะอาจจะมี
ปัญหาอื่น ๆ อีกที่เราจะ
ไม่ได้ทดลองก็ได้เนะ



กิจกรรม 2.1 มองปัญหา

เพื่อนๆ ลองพิจารณารูปนี้
แล้วช่วยกันตั้งปัญหาที่เกี่ยว
ข้องกับเรื่องราวของภาพนี้
นะครับ



เพื่อน ๆ จะตั้งปัญหาได้อย่างไรลองสังเกตว่ามีอะไร
เกี่ยวข้องกับภาพนี้บ้างช่วยกันตั้งคำถาม ๆ ปัญหาจะ



ดีใจจังเลยฉันตั้งปัญหาได้แล้วละ

ปัญหาของฉันคือ.....

.....



ฉันก็มีปัญหาที่คิดได้แล้วเหมือนกัน

ปัญหาของฉันคือ

.....



เพื่อน ๆ คิดว่าคำตอบของปัญหานั้นน่าจะเป็นอย่างไร

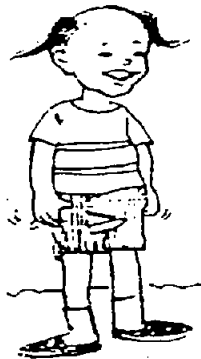


เขียนคำตอบลงตรงนี้เลยละ

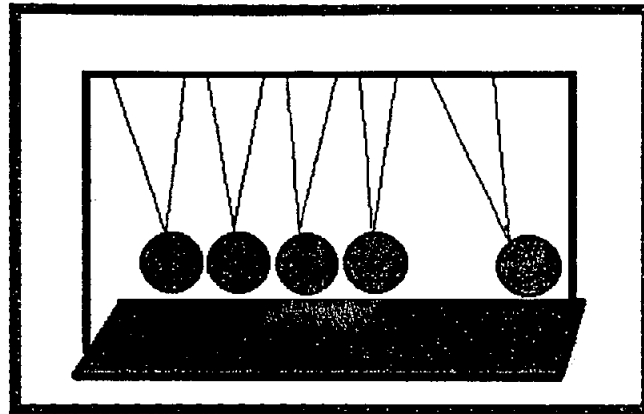


กิจกรรม 2.2 ตั้งจุดมุ่งหมาย

ลูกตุ้มแกว่งไถ่้านที่สุด
ก้านั้นเป็นคนแกว่ง



แกว่งไถ่้านที่สุดของนางนะ
มันหมายความว่าจ้งใจเธอ



ก็หมายความว่าลูกตุ้มเคลื่อนที่
จากด้านหนึ่งไปจ้งอีกด้านหนึ่ง
ไถ่้าเวลาครั้งในเวลาทีเท่ากัน



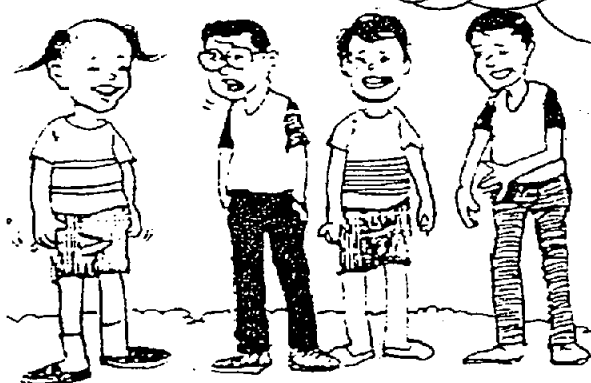
แต่ผมคิดว่าเกี่ยวกับน้ำหนักของ
ลูกตุ้มถ้าลูกตุ้มมีน้ำหนักมากกว่า
จะแกว่งไถ่ยาวนานกว่า



แต่อาจจะเป็นช่วงของการแกว่งก็ได้เนะ
ถ้าผมออกแรงในการแกว่งลูกตุ้มมาก็
อาจจะทำให้ลูกตุ้มแกว่งไถ่ยาวนานก็ได้



ผมคิดว่า อาจเกี่ยวกับเชือกที่
ผูกห้อยกับลูกตุ้ม ถ้าผมผูกเชือก
ให้ยาว ลูกตุ้มก็อาจจะแกว่ง
ไถ่ยาวนานที่สุดก็ได้



จากเหตุการณ์เพื่อน ๆ คิดว่าอะไรที่ทำให้ลูกตุ้ม
แกว่งไถ่ยาวนานที่สุด



ผมคิดได้แล้วลูกตุ้มแกว่งได้นานที่สุดเพราะ:



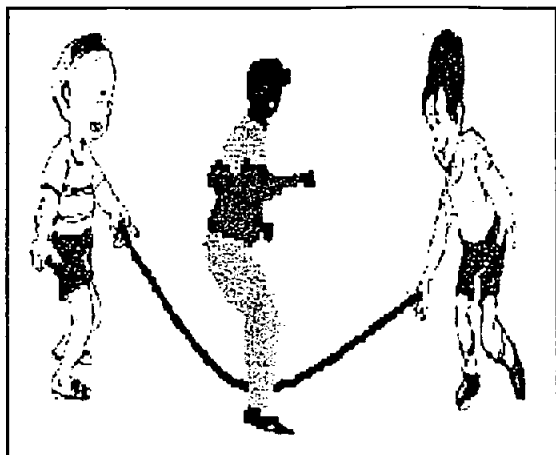
ผมก็คิดได้เหมือนกันว่าลูกตุ้มแกว่งได้นานที่สุดเพราะ:



ความคิดที่เพื่อน ๆ อธิบายว่าลูกตุ้มแกว่งได้นานที่สุดเพราะอะไร
นั่นคือ การตั้งจุดมุ่งหมาย



กิจกรรมที่ 2.3 ออกแบบศึกษาค้นคว้า



ถ้าให้ความยาวรอบรูปสี่เหลี่ยม เป็น 16 เซนติเมตร จะสร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมได้กี่แบบ มีแบบใด เพื่อน ๆ ช่วยกันคิดหาข้อแนะนำ/ความยาวด้านเป็นจำนวนเต็ม)



รูปสี่เหลี่ยม	ขนาด		พื้นที่
	ความกว้าง	ความยาว	
รูปที่ 1.			
รูปที่ 2.			

เพื่อน ๆ คิดว่ารูปที่ได้พื้นที่มากที่สุด

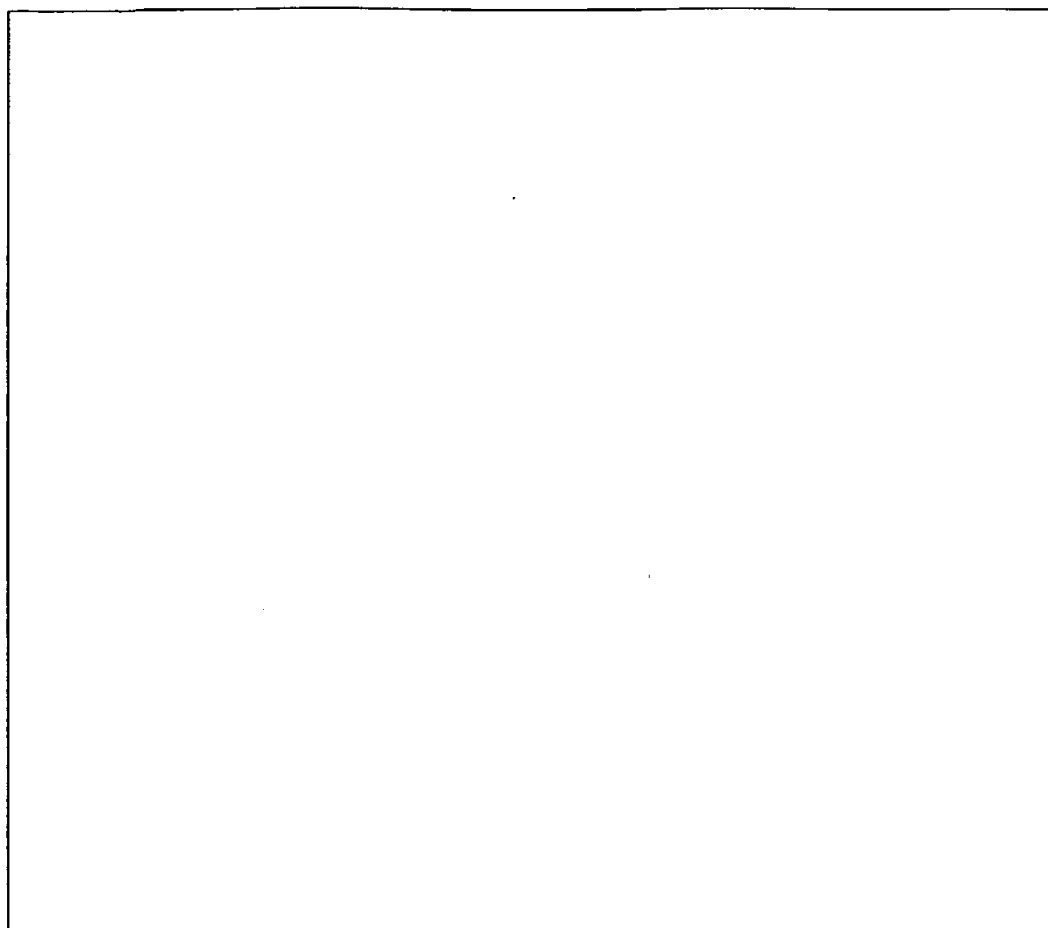


กิจกรรมที่ 2.4 การลงมือปฏิบัติตามแผน

ผลจากการสำรวจรายได้ของผู้ปกครองของนักเรียน โรงเรียนบัวแก้วเกษร เป็นดังตารางต่อไปนี้

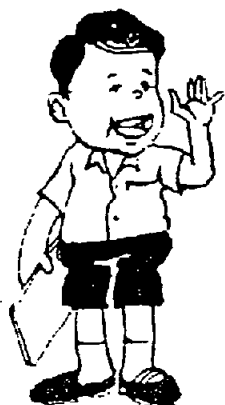
ชั้นเรียน	รายได้ผู้ปกครองต่อครอบครัวต่อปี(บาท)		
	ต่ำกว่า 150,000	150,000-300,000	มากกว่า 300,000
ม.1	178	13	2
ม.2	147	6	3
ม.3	129	5	-
ม.4	15	2	-
ม.5	49	-	1
ม.6	48	6	1

เพื่อน ๆ จะเสนอข้อมูลนี้ในรูปของกราฟ แสดง
ความสัมพันธ์ระหว่างรางวัลกับจำนวนคนได้หรือไม่



การนำเสนอ อาจจะจัดทำได้อีกหลายอย่าง
เช่น ตาราง กราฟ ภาพ เป็นต้น





เพื่อนๆพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วช่วยกัน
เสนอความคิดในการนำเสนอข้อมูลนี้
ด้วยครับ

สถิติจำนวนนักเรียนของโรงเรียนบัวแก้วเกษร ที่ศึกษาต่อในสายสามัญ
และในสายวิชาชีพ เป็นดังนี้

พ.ศ.	2541	2542	2543	2544	2545
สายสามัญ(คน)	115	120	100	110	115
สายอาชีพ(คน)	50	60	80	60	75
ไม่ศึกษาต่อ(คน)	90	80	70	60	60

ฉันมีความคิดที่จะนำเสนอข้อมูล
จาก ตารางเป็นแบบนี้



ตารางเปรียบเทียบ ราคาปลาที่เกษตรกรขายได้ และราคาขายส่งในตลาดกรุงเทพ
ในช่วง 6 เดือนหลังของ พ.ศ. 2545

เดือน	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/กก.)	12.95	13.88	14.05	15.32	15.65	16.17
ราคาขายส่งในตลาดกรุงเทพ (บาท/กก.)	24.12	25.00	24.25	25.50	26.50	27.38

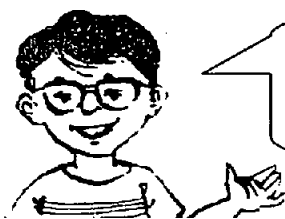
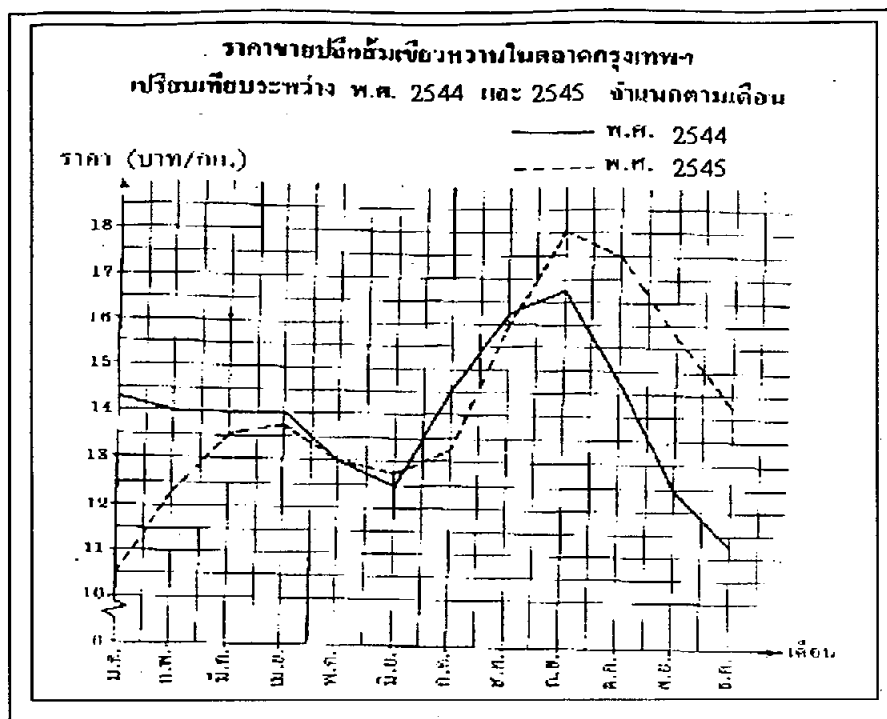


ราคาปลาที่เกษตรกรขายได้ และราคาขายส่งในตลาดกรุงเทพ
มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร



จากข้อมูลในตาราง ขอให้เพื่อน ๆ ร่วมกันคิด
นำเสนอข้อมูลที่อ่านได้บ้าง และถูกต้องเพื่อ
เปรียบเทียบราคาปลาทุที่เกษตรกรขายได้และ
ราคาขายส่งในตลาดกรุงเทพฯ ในช่วงหกเดือน
หลังของ พ.ศ. 2545

เพื่อน ๆ จะอธิบายข้อมูล จากกราฟ



ปี 2544 ราคาขายปลีกส้มเขียวหวานสูงสุดในเดือน
ใด และราคาประมาณกี่โลกรัมละเท่าไร

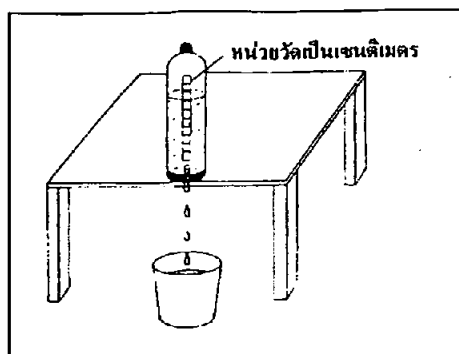


ราคาขายปลีกส้มเขียวหวานใน พ.ศ. 2544 และ พ.ศ. 2545
ช่วงใดที่ราคาสูงเหมือนกันและช่วงใดที่ราคาต่ำลงเหมือนกัน

เพื่อน ๆ คิดว่า ถ้าจะซื้อส้มเขียวหวาน เพื่อน ๆ ควรซื้อ
ส้มเขียวหวานรับประทานในช่วงใด



กิจกรรม นาฬิกาทำน้ำ



พิจารณารูปแล้วเพื่อน ๆ ช่วงกัน
ทดลองหาค่าเฉลี่ยของเวลาของ
ความสูงของน้ำแต่ละครั้ง



ออกแบบการศึกษาค้นคว้า

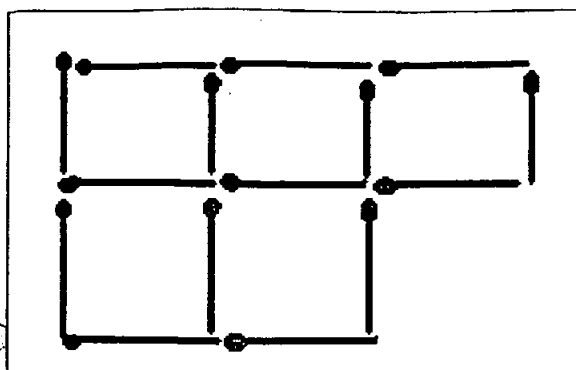
ปัญหา _____

ตั้งจุดมุ่งหมาย _____

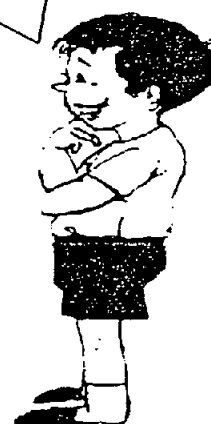


วิธีการศึกษาค้นคว้า

กิจกรรม ปรีศนากันไม้ขีด



ดอกพุดเธอสามารถเคลื่อนไม้ขีดออก
สามก้าน ให้เหลือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
ที่มีขนาดเท่ากันสามรูปได้หรือไม่



ถ้าเคลื่อนไม้ขีดออกสี่ก้าน ให้
เหลือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เท่ากัน
สามรูปจะทำได้วิธี

ปัญหา _____

ตั้งจุดมุ่งหมาย _____



วิธีการศึกษาค้นคว้า _____



ผลการศึกษาค้นคว้า



สรุปผลการการศึกษาค้นคว้า

ภาคผนวก ข
เกณฑ์การประเมินโครงการคณิตศาสตร์

เกณฑ์การประเมินโครงการคณิตศาสตร์

1. การวางแผนการทำโครงการ โดยพิจารณาจาก

1. การกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานชัดเจน
2. การกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบ
3. ลักษณะโครงการที่สร้างสรรค์หรือแปลกใหม่
4. การดำเนินงานตามแบบแผนที่กำหนด
5. การกำหนดจุดประสงค์ของโครงการที่ชัดเจน

2. เนื้อหาสาระ

1. ความถูกต้องของเนื้อหา
2. การเลือกใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม
3. การใช้เอกสารอ้างอิงถูกต้องและเหมาะสม
4. การแปลผลการศึกษาและสรุปผลถูกต้องและเหมาะสม
5. การใช้วิธีการวิทยาศาสตร์แก้ปัญหา

3. ประโยชน์ของโครงการ

1. ความรู้ที่ได้รับเพิ่มเติมจากหลักสูตร
2. โครงการที่ทำมีความน่าสนใจเป็นประโยชน์
3. สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์จริงได้
4. โครงการที่ทำสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน
5. เป็นโครงการที่แสดงให้เห็นการพัฒนาของผู้ทำโครงการ

4. การเขียนรายงาน พิจารณาจาก

1. ความถูกต้องของแบบฟอร์ม
2. การเลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้ถูกต้องเหมาะสม
3. เสนอเนื้อหาสาระได้ถูกต้อง ชัดเจน
4. การใช้ภาษาสื่อความหมายชัดเจน ถูกต้อง
5. การบันทึกข้อมูลต่อเนื่อง มีระเบียบ

5. การนำเสนอโครงงาน พิจารณาจาก

1. รูปแบบและวิธีการนำเสนอ เหมาะสม และน่าสนใจ
2. การรายงานสื่อความหมายได้ถูกต้อง ชัดเจน
3. การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์น่าสนใจ และสวยงาม
4. ความสมบูรณ์ของข้อมูลที่น่ามารายงาน
5. การตอบคำถามได้ถูกต้องและคล่องแคล่ว

การแปลผล

- | | |
|-----------|---------------------------|
| 3 หมายถึง | มีครบทั้ง 5 ประการ |
| 2 หมายถึง | มี 3-4 ประการ |
| 1 หมายถึง | มี 1-2 ประการ |
| 0 หมายถึง | ไม่มี ค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด |

แบบประเมินโครงการคณิตศาสตร์

ชื่อโครงการ _____

ผู้จัดทำโครงการ

1.....

2.....

3.....

รายการที่ประเมิน	มี	ไม่มี	ระดับผล การประเมิน			
			3	2	1	0
1. การวางแผนการทำโครงการ ประกอบด้วย 1.1 การกำหนด การดำเนินงานที่ชัดเจน 1.2 การกำหนด แบ่งภาระความรับผิดชอบ 1.3 ลักษณะของโครงการที่สร้างสรรค์หรือแปลกใหม่ 1.4 มีการดำเนินงานตามแผนที่กำหนด 1.5 การกำหนดจุดประสงค์ของโครงการชัดเจน			3 หมายถึง มีครบ 3 ประการ 2 หมายถึง มี 3 – 4 ประการ 2 หมายถึง มี 1-2 ประการ 0 หมายถึง ไม่มีค่าตามเกณฑ์กำหนด			
ผลสรุป			3	2	1	0
2. เนื้อหาสาระ 2.1 ความถูกต้องของเนื้อหา 2.2 การเลือกใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม 2.3 การใช้เอกสารอ้างอิงถูกต้องและเหมาะสม 2.4 การแปลผลการศึกษา และสรุปผลถูกต้องและเหมาะสม 2.5 การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา			3 หมายถึง มีครบ 3 ประการ 2 หมายถึง มี 3 – 4 ประการ 2 หมายถึง มี 1-2 ประการ 0 หมายถึง ไม่มีค่าตามเกณฑ์กำหนด			
ผลสรุป			3	2	1	0
3. ประโยชน์ของโครงการ ประกอบด้วย 3.1 ความรู้ที่ได้รับเพิ่มเติมจากหลักสูตร 3.2 โครงการที่ทำความน่าสนใจและเป็นประโยชน์ 3.3 สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือสถานการณ์จริงได้ 3.4 โครงการที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน 3.5 เป็นโครงที่ทำโครงการที่แสดงให้เห็นการพัฒนาของผู้ทำโครงการ			3 หมายถึง มีครบ 3 ประการ 2 หมายถึง มี 3 – 4 ประการ 2 หมายถึง มี 1-2 ประการ 0 หมายถึง ไม่มีค่าตามเกณฑ์กำหนด			
ผลสรุป						

แบบประเมินโครงการคณิตศาสตร์(ต่อ)

รายการที่ประเมิน	มี	ไม่มี	ระดับผล การประเมิน			
			3	2	1	0
4. การเขียนรายงาน ประกอบด้วย 4.1 ความถูกต้องของแบบฟอร์ม 4.2 การเลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูล ได้ถูกต้องเหมาะสม 4.3 การเสนอเนื้อหาสาระได้ถูกต้อง ชัดเจน 4.4 การใช้ภาษาสื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย ถูกต้อง 4.5 การบันทึกข้อมูลต่อเนื่องและเป็นระเบียบ			3 หมายถึง มีครบ 3 ประการ 2 หมายถึง มี 3 – 4 ประการ 2 หมายถึง มี 1-2 ประการ 0 หมายถึง ไม่มีค่าตามเกณฑ์ กำหนด			
ผลสรุป			3	2	1	0
5. การนำเสนอโครงการ ประกอบด้วย 5.1 รูปแบบและวิธีการนำเสนอเหมาะสม และน่าสนใจ 5.2 การรายงานสื่อความหมายได้ถูกต้อง ชัดเจน 5.3 การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์น่าสนใจ และสวยงาม 5.4 ความสมบูรณ์ของข้อมูลที่นำมารายงาน 5.5 การตอบคำถามได้ถูกต้องและคล่องแคล่ว			3 หมายถึง มีครบ 3 ประการ 2 หมายถึง มี 3 – 4 ประการ 2 หมายถึง มี 1-2 ประการ 0 หมายถึง ไม่มีค่าตามเกณฑ์ กำหนด			
ผลสรุป						
รวม						

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ภาคผนวก ค
แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน
กิจกรรมที่ 1 – 5

แบบสังเกต

พฤติกรรมการทำงานของนักเรียน

กิจกรรม ที่ 1 กิจกรรม โครงงานคณิตศาสตร์คืออะไร?

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ☐ ล้อมรอบตัวเลขที่ตรงกับความจริง

ชื่อ-นามสกุล	การให้ความ ร่วมมือ	การแสดง ความคิดเห็น	ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	การนำเสนอ ผลงาน	เฉลี่ย
1	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
2	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
3	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	

เกณฑ์การประเมิน

- ให้ 1 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับปรับปรุง หรือไม่ได้ปฏิบัติ
 ให้ 2 คะแนน การทำงานในระดับพอใช้
 ให้ 3 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับดี
 ให้ 4 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับดีมาก

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางอุรุยา กรดงาม)

แบบสังเกต
พฤติกรรมการทำงานของนักเรียน
กิจกรรม ที่ 2 กิจกรรม กิจกรรมปัญหาน่าติดตาม

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ○ ล้อมรอบตัวเลขที่ตรงกับความจริง

ชื่อ-นามสกุล	การให้ความ ร่วมมือ	การแสดง ความคิดเห็น	ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	การนำเสนอ ผลงาน	เฉลี่ย
1	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
2	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
3	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	

เกณฑ์การประเมิน

- ให้ 1 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับปรับปรุง หรือไม่ได้ปฏิบัติ
ให้ 2 คะแนน การทำงานในระดับพอใช้
ให้ 3 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับดี
ให้ 4 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับดีมาก

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นางอุรุยา กรดงาม)

แบบสังเกต

พฤติกรรมการทำงานของนักเรียน

กิจกรรม ที่ 3 กิจกรรม เค้าโครงโครงงานคณิตศาสตร์

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ☐ ล้อมรอบตัวเลขที่ตรงกับความจริง

ชื่อ-นามสกุล	การให้ความ ร่วมมือ	การแสดง ความคิดเห็น	ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	การนำเสนอ ผลงาน	เฉลี่ย
1	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
2	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
3	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	

เกณฑ์การประเมิน

- ให้ 1 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับปรับปรุง หรือไม่ได้ปฏิบัติ
 ให้ 2 คะแนน การทำงานในระดับพอใช้
 ให้ 3 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับดี
 ให้ 4 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับดีมาก

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางอรุญา กรดงาม)

แบบสังเกต

พฤติกรรมการทำงานของนักเรียน

กิจกรรม ที่ 4 กิจกรรม การเขียนรายงานโครงการคณิตศาสตร์

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ○ ล้อมรอบตัวเลขที่ตรงกับความจริง

ชื่อ-นามสกุล	การให้ความ ร่วมมือ	การแสดง ความคิดเห็น	ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	การนำเสนอ ผลงาน	เฉลี่ย
1	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
2	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
3	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	

เกณฑ์การประเมิน

- ให้ 1 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับปรับปรุง หรือไม่ได้ปฏิบัติ
- ให้ 2 คะแนน การทำงานในระดับพอใช้
- ให้ 3 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับดี
- ให้ 4.คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับดีมาก

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางอุรุยา กรดงาม)

แบบสังเกต

พฤติกรรมการทำงานของนักเรียน

กิจกรรม ที่ 5 กิจกรรม การนำเสนอโครงงานคณิตศาสตร์

ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ☐ ล้อมรอบตัวเลขที่ตรงกับความจริง

ชื่อ-นามสกุล	การให้ความ ร่วมมือ	การแสดง ความคิดเห็น	ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	การนำเสนอ ผลงาน	เฉลี่ย
1	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
2	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
3	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	

เกณฑ์การประเมิน

- ให้ 1 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับปรับปรุง หรือไม่ได้ปฏิบัติ
 ให้ 2 คะแนน การทำงานในระดับพอใช้
 ให้ 3 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับดี
 ให้ 4 คะแนน การทำงานนั้นอยู่ในระดับดีมาก

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (นางอุรยา กรดงาม)

ภาคผนวก ง
ตารางแสดงค่าคะแนนความสามารถของการทำโครงการคณิตศาสตร์
โดยใช้วิธีแจกแจง (t-distribution)

ตาราง 2 แสดงค่าคะแนนผลการประเมินโครงการคณิตศาสตร์จากกรรมการประเมินโครงการ
คณิตศาสตร์

คนที่	คะแนน			กรรมการคนที่ เฉลี่ย (X) 15 คะแนน	X^2
	กรรมการคนที่ 1	กรรมการคนที่ 2	กรรมการคนที่ 3		
1	12	13	14	13	169.00
2	14	13	14	13.67	186.78
3	13	10	13	12.00	144.00
4	14	13	14	13.67	186.78
5	12	13	14	13.00	169.00
6	14	13	14	13.67	186.78
7	12	13	14	13.00	169.00
8	11	10	13	11.33	18.44
9	12	13	14	13.00	169.00
10	13	10	13	12.00	144.00
11	13	13	13	13.00	169.00
12	12	13	14	13.00	169.00
13	13	13	13	13.00	169.00
14	11	10	13	11.33	128.44
15	12	14	13	13.00	169.00
16	12	14	13	13.00	169.00
17	11	10	13	11.33	128.44
18	11	12	13	12.00	144.00
19	13	13	13	13.00	169.00
20	11	12	13	12.00	144.00
21	11	12	13	12.00	169.00
22	12	14	13	13.00	169.00
23	12	13	14	13.00	169.00
24	13	10	13	12.00	144.00
ผลรวม				303	3837.67

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ทดสอบความสามารถของการทำโครงการคณิตศาสตร์
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{N}}} ; df = N-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณา
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยของประชากร ในที่นี้ใช้เกณฑ์ 50 % มีค่าเฉลี่ย 7.5
	S	แทน	ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก $\bar{X} = 72.63$; $\mu_0 = 7.5$; $\mu_0 = 7.5$; $S = 0.73$; $N = 24$

$$\text{ดังนั้น } t = \frac{12.63 - 7.5}{\frac{0.73}{\sqrt{24}}}$$

$$= 34.34$$

(เปิดตาราง จะได้ค่าวิกฤติของ t จากการแจกแจง แบบ t เท่ากับ 2.500 ที่ระดับ
นัยสำคัญที่ .01 เมื่อ $df = 24-1 = 23$)

ภาคผนวก จ
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ และแบบประเมินโครงการคณิตศาสตร์

1. ศาสตราจารย์กิตติคุณ ยุพิน พิพิธกุล
สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. อาจารย์สุร กาญจนมยุร
ผู้เชี่ยวชาญคณิตศาสตร์
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
และภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ	นางอรุยา กรดงาม
วัน เดือน ปี	1 มีนาคม 2512
สถานที่เกิด	อำเภออุบลบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	35/2 หมู่ที่ 1 ตำบลคูขขวาง อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์ 2 ระดับ 6
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบัวแก้วเกษร อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2534	ค.บ. คณิตศาสตร์ วิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง
พ.ศ. 2547	ก.ศ.ม. (การมัธยมศึกษาการสอนคณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ