# ผลการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแคนา จังหวัดนราธิวาส

# The Effects of Mathematics Project Activities in the Topic of Surface Area and Volume on Mathematics Learming Achievement and Mathematictics Connection Ability of Mathayom Suksa III Student at Ban Khaena School in Narathiwat Province

ดวงคำ แดงคงรอด ศษ.บ (Daungkam Daengkhongroet, B.A)[1]
อุษาวดี จันทรสนธิ ศศ.ม (Usavadee Chantharasonthi, M.ED)[2]
สาคร บุญดาว Ph.D (Sakorn Boondoa, Ph.D )[2]

**บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ และ 2) ศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแคนา อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 20 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียน หลังการใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

**คำสำคัญ:** กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มัธยมศึกษา

**Abstract**

The study aimed 1) to compare mathematics learning achievements under the topic of Surface Area and Volume of Mathayom 3 students before and after undertaking mathematics project activities, and 2) to study students' mathematics connection ability of the students undertaking mathematics project activities. The samples used in the research consisted of 20 Mathayom 3 students, studying in the first semester of 2012 academic year, Baan Khaena School, Narathiwat. The samples were obtained by

[1]นักศึกษาปริญญาโท สาขาศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
[2]รองศาสตราจารย์ สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

cluster sampling. The research instruments were mathematics project activities plans under the topic of Surface Area and Volume, a mathematics learning achievement test, and an evaluation form to assess student's mathematics connection ability. The data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, and t-test.

The research findings indicated that 1) after the mathematics project activities, students' mathematics learning achievement was significantly higher than that before undertaking the activities at the level of .05, and 2) after undertaking the mathematics project activities, students' mathematics connection ability was at the good level.

**Keywords:** Mathematics project activities, Mathematics learning achievement, Mathematics connection ability, MathayomSuksa

**บทนำ**

คณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้ที่บรรจุอยู่ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่สถานศึกษาต้องใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์จึงต้องคำนึงถึงนักเรียนเป็นสำคัญ การจัดเนื้อหาสาระต้องสอดคล้องกับวุฒิภาวะของนักเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงจากการฝึกปฏิบัติ ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และตอบสนองต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนจะรู้จักการทำงานกระบวนการกลุ่ม รู้จักนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้โดยสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นและสามารถใช้ในชีวิตจริง นักเรียนรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มองเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีเหตุผล แก้ปัญหาได้ ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ยุพิน พิพิธกุล, 2547) โครงงานคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในการช่วยพัฒนาทักษะ และ กระบวนการทางคณิตศาสตร์อันได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การเชื่อมโยงความรู้ การสื่อสาร การนำเสนอ การใช้ตัวแทนและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โครงงานคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจมโนมติ และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ โครงงานคณิตศาสตร์สามารถนำมาใช้เป็นกิจกรรมพัฒนาตามความถนัดและ ความสนใจอย่างเต็มศักยภาพ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์สอดแทรกเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียน เริ่มต้นโดยการทำโครงงานที่มีองค์ประกอบน้อย ๆ ที่สอดรับกับกิจกรรมการเรียนคล้ายการทำแบบฝึกหัดปกติแล้วค่อย ๆ เพิ่มองค์ประกอบการเขียนรายงาน เพื่อให้นักเรียนได้เพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจสาระสำคัญของบทเรียน และการเชื่อมโยงความรู้ผ่านการทำโครงงาน ขณะเดียวกันก็ได้เรียนรู้การทำโครงงานในลักษณะที่มีการเชื่อมโยงกับสาระในบทเรียนและครอบคลุมถึงการประยุกต์ใช้ความรู้ทางสาระคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2554)

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ เนื่องจากเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เป็นรูปธรรม สามารถเชื่อมโยงกับเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้อย่างชัดเจน เหมาะสมกับนักเรียนที่ยังไม่เคยทำโครงงานคณิตศาสตร์มาก่อน ทั้งยังเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามศักยภาพของตน

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างก่อนและหลังที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

2. เพื่อศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

**สมมติฐานการวิจัย**

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

**ระเบียบการวิจัย**

**ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานราธิวาส เขต 1 จำนวน 4 โรง ได้แก่ โรงเรียนบ้านแคนา โรงเรียนวัดโคกโก โรงเรียนบ้านมะนังกายี และโรงเรียนบ้านไร่พญา จำนวนนักเรียน 65 คน

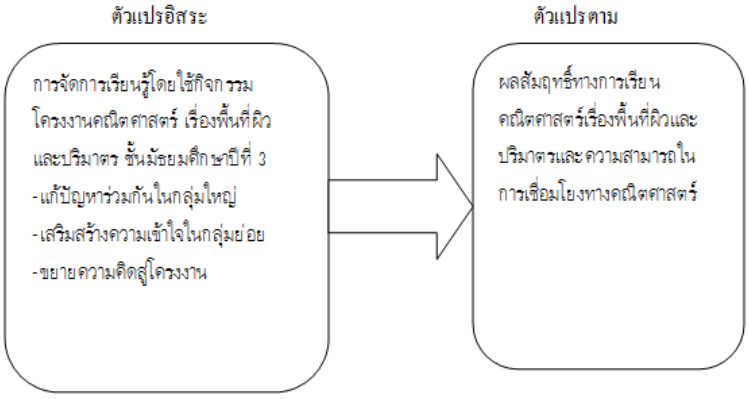
กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแคนาจังหวัดนราธิวาส ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม

**เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย** เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านแคนา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 22 คาบ คาบละ 50 นาที

**ตัวแปรที่ศึกษา** ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตสาสตร์

**กรอบความคิดของการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านแคนา จังหวัดนราธิวาส โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ดังนี้



**วิธีดำเนินการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว โดยวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (The Single Group, Pretest - Posttest Design) ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** รูปแบบการศึกษาแบบกลุ่มเดียวทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน

| กลุ่ม (Group) | ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) | ทดลอง (Treatment) | ทดสอบหลังเรียน (Post- test) |
|---|---|---|---|
| E | $T_1$ | X | $T_2$ |

เมื่อ E หมายถึง กลุ่มทดลอง
$T_1$ หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)
$T_2$ หมายถึง การทดสอบหลังเรียน (Post-test)
X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ประเภท ดังนี้**

1. แผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ศึกษาทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ แนวทางการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง การจัดการเรียนรู้ได้ออกแบบกิจกรรมตามสถานการณ์จริงที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และสอดแทรกโครงงานเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป เริ่มต้นด้วยโครงงานที่มีองค์ประกอบง่าย ๆ สอดรับกับการทำแบบฝึกหัดตามปกติแล้วค่อย ๆ เพิ่มองค์ประกอบให้มากขึ้น จนกระทั่งสมบูรณ์ตามรูปแบบของการจัดทำโครงงานแล้วกำหนดเป็นใบกิจกรรม มีทั้งหมด 11 แผน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้เวลา 2 คาบติดต่อกัน คาบละ 50 นาที โดยการจัดกิจกรรมโครงงานแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) เริ่มเรียนรู้สู่โครงงานเบื้องต้น ฝึกทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์โดยให้นำเสนอในรูปโครงงานอย่างง่าย ฝึกการตั้งชื่อโครงงาน กำหนดจุดประสงค์ของโครงงาน ระบุหัวข้อของเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และเขียนรายงาน การดำเนินงานที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ 2) ฝึกฝนเติมสาระและระบุวิธีดำเนินงาน เพิ่มเติมหัวข้อจากขั้นตอนที่ 1 โดยเพิ่มรายละเอียดของเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับโครงงานคณิตศาสตร์อย่างง่ายที่ทำ และเพิ่มการเขียนวิธีดำเนินงานสั้น ๆ ในการจัดทำโครงงาน 3) สอดประสานทำโครงงานที่สมบูรณ์ ฝึกทำโครงงานที่สัมพันธ์กับบทเรียนให้มีความลุ่มลึกมากยิ่งขึ้น เขียนรายงานการทำโครงงานทำนองเดียวกันกับขั้นตอนที่ 1 และ 2 โดยให้มีความละเอียดชัดเจนขึ้น และเพิ่มเติมหัวข้อที่สำคัญในการเขียนรายงานให้สมบูรณ์ ได้แก่ ความเป็นมา ระยะเวลาดำเนินงาน สรุปและข้อเสนอแนะ และหัวข้ออื่น ๆ ที่เห็นว่าเหมาะสม 4) เพิ่มพูนประสบการณ์ทำโครงงานที่สนใจ เพิ่มเติมความรู้เกี่ยวกับการจัดทำโครงงานประเภทต่าง ๆ นอกเหนือไปจากการจัดทำโครงงานที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการทำโครงงานอย่างเต็มที่ อาจเป็นโครงงานที่นักเรียนสนใจศึกษาเพิ่มเติมเชิงลึกเป็นการเฉพาะ ซึ่งมีความเชื่อมโยงหรือบูรณาการกับเนื้อหาสาระหลายสาระก็ได้ นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นพร้อมทั้งสื่อการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์พิจารณา จากนั้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ เนื้อหา และความเป็นไปได้ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จำนวน 2 ฉบับ คือฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบคู่ขนาน โดยสร้างแบบทดสอบ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ให้ครอบคลุมมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องของคำถาม พฤติกรรมที่ต้องการวัด กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง นำข้อมูลที่รวบรวมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง 0.50 ขึ้นไป ส่วนแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องน้อยกว่า 0.50 ได้ปรับปรุงแก้ไขใหม่ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนราธิวาส จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่เคยเรียนเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรมาแล้ว นำผลสอบที่ได้มาวิเคราะห์ หาความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรอย่างง่าย (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2553) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยแบบทดสอบก่อนเรียนได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.39 - 0.67 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 - 0.75 แบบทดสอบหลังเรียนได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.39 - 0.71 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21- 0.64 มาคำนวณหาค่าความเที่ยงโดยการหาความสอดคล้องภายในใช้สูตรของ KR-20 (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2553) ได้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 0.66 แบบทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 0.68

3. แบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นแบบประเมินที่ใช้ประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงการนำความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยประเมินจากโครงงานคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาจากคู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 กำหนดประเด็นในการประเมินดังนี้

1) นำเสนอ ความรู้ กฎ นิยาม สูตร ทฤษฎี หลักการหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

2) นำเสนอความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้เกี่ยวกับ กฎ นิยาม สูตร ทฤษฎี หลักการหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ กับสถานการณ์หรืองานอื่นๆ ที่ต้องการ

3) สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือสถานการณ์ หรืองานที่ต้องการ

4) หาคำตอบจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล

3.2 สร้างแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และกำหนดเกณฑ์ในการประเมินและแปลผล ดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** เกณฑ์การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

| ระดับคุณภาพ | เกณฑ์การพิจารณา |
|---|---|
| 4 ดีมาก | นำความรู้ หลักการเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรและวิธีการทางคณิตศาสตร์ ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือสาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสมดีมาก |
| 3 ดี | นำความรู้ หลักการเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือสาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม |
| 2 พอใช้ | นำความรู้ หลักการเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือสาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน |
| 1 ต้องปรับปรุง | นำความรู้ หลักการเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรและวิธีการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงไม่เหมาะสม |

ที่มา : เจียมใจ จันทร์ศรี (2550)

เกณฑ์ในการแปลผลการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| คะแนนเฉลี่ย | 3.51–4.00 | ความสามารถในการเชื่อมโยงอยู่ในระดับดีมาก |
| คะแนนเฉลี่ย | 2.51–3.50 | ความสามารถในการเชื่อมโยงอยู่ในระดับดี |
| คะแนนเฉลี่ย | 1.51–2.50 | ความสามารถในการเชื่อมโยงอยู่ในระดับพอใช้ |
| คะแนนเฉลี่ย | ต่ำกว่า 1.51 | ความสามารถในการเชื่อมโยงอยู่ในระดับต้องปรับปรุง |

เกณฑ์การเปรียบเทียบคะแนนที่เป็นตัวบ่งชี้ว่านักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอยู่ในระดับดีขึ้นไป โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ย ของผลการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีค่าตั้งแต่ 2.51 ขึ้นไป

**วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยดำเนินเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ใช้เวลา 90 นาที

2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ใช้เวลาสอนในเวลาเรียนปกติ จำนวน 22 คาบ

3. หลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนครบทุกแผนแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรใช้เวลา 90 นาที

4. ประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยประเมินจากโครงงานคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนทำ

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหา ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (t-test dependent Samples)



**ผลการวิจัย**

**1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยายและแปลความหมาย**

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ทราบลักษณะการแจกแจงของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างก่อนที่จะนำข้อมูลไปตอบคำถามการวิจัยต่อไป ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติ ประเภทค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ ความโด่ง คะแนนต่ำสุดและคะแนนสูงสุด พบว่าลักษณะการแจกแจงของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนเป็นการแจกแจงแบบเบ้ขวา มีความโด่งไม่มาก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนสูงสุดและต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 11.00 2.27 16.00 และ 7.00 คะแนน ตามลำดับ การแจกแจงของตัวแปรหลังเรียนเป็นการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย มีความโด่งน้อย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนสูงสุดและต่ำสุดหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 20.60 3.54 26.00 และ 14.00 คะแนนตามลำดับ ค่าการกระจายวัดด้วยสัมประสิทธิ์การแปรผันของตัวแปรทั้งสองมีค่าเท่ากับ 20.64 และ 17.21 แสดงว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนน้อยกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลน้อย ส่วนหลังเรียนนักเรียนได้คะแนนมากกว่าค่าเฉลี่ยและมีการกระจายของข้อมูลค่อนข้างมากมีรายละเอียดดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ผลการวิเคราะห์สถิติบรรยายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

| กลุ่ม | n | คะแนนเต็ม | คะแนนต่ำสุด | คะแนนสูงสุด | $\overline{X}$ | S.D | ความแปรผัน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนเรียน | 20 | 30 | 7.00 | 16.00 | 11.00 | 2.27 | 20.64 |
| หลังเรียน | 20 | 30 | 14.00 | 26.60 | 20.06 | 3.54 | 17.21 |

**2. ผลการวิเคราะห์ผลต่างค่าเฉลี่ยตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์กลุ่มสหสัมพันธ์**

ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัย “ประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน” ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยายสรุปได้ว่ากลุ่มตัวอย่าง 20 คน มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียน และ หลังเรียน เท่ากับ 11.00 และ 20.60 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.27 และ 3.54 คะแนนตามลำดับ นั่นคือการวัดหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย สูงกว่าก่อนเรียน 9.60 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยของตัวแปรก่อนเรียนมีค่าสูงประมาณสองเท่าของค่าเฉลี่ยหลังเรียน แสดงว่าตัวแปรจัดกระทำคือการเรียนการสอนโดยการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ได้ผลดี คะแนนผลการวัดทั้งสองครั้งสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($r = 0.54$; $p : 0.02$) เป็นความสัมพันธ์ขนาดปานกลางเท่ากับ 0.54 ทิศทางบวก และตัวแปรทั้งสองมีความแปรปรวนร่วมกันประมาณ 28.73 % แสดงว่านักเรียนที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนสูง มีแนวโน้มที่จะได้คะแนนหลังเรียนสูงด้วย

ผลการทดสอบสมมติฐาน แบบทางเดียวของผลต่างค่าเฉลี่ยระหว่างตัวแปร ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่าปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ ($H0 : \mu_{pre} = \mu_{post}$) ที่ระดับนัยสำคัญ.05 ($t = 14.236$; $df = 19$; $p = .00$) จึงสรุปได้ว่าประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคาเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

| กลุ่มทดลอง | คะแนนเต็ม | $\overline{X}$ | S.D. | t |
|---|---|---|---|---|
| ก่อนเรียน | 30 | 11.00 | 2.27 | 14.24* |
| หลังเรียน | 30 | 20.06 | 3.54 | |

*มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

**3. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยง**

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยมีการทำโครงงานคณิตศาสตร์ 11 โครงงาน จากการทำโครงงานของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง อยู่ในระดับดีมาก (มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.75 - 4.00) จำนวน 3 โครงงาน อยู่ในระดับดี (มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.75 - 3.50) จำนวน 8 โครงงาน ค่าเฉลี่ยในภาพรวมของการทำโครงงานคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 3.34 อยู่ในระดับดี ดังตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร จากการทำโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

| ชื่อโครงงาน | $\overline{X}$ | S.D. | ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ |
|---|---|---|---|
| 1. ความสัมพันธ์จำนวนหน้า ขอบและสัน | 3.25 | 0.43 | ดี |
| 2. พื้นที่ผิวของปริซึม | 3.25 | 0.43 | ดี |
| 3. ปริมาตรของปริซึม | 3.00 | 0.00 | ดี |
| 4. พื้นที่ผิวของทรงกระบอก | 3.25 | 0.43 | ดี |
| 5. ปริมาตรของทรงกระบอก | 2.75 | 0.43 | ดี |
| 6. พื้นที่ผิวของพีระมิด | 3.75 | 0.43 | ดีมาก |
| 7. ความสัมพันธ์ระหว่างปริซึมกับพีระมิด | 3.50 | 0.50 | ดี |
| 8. หมวกแสนสวย | 3.75 | 0.43 | ดีมาก |
| 9. กรวยยอดตัด | 3.50 | 0.50 | ดี |
| 10. พื้นที่ผิวของทรงกลม | 3.50 | 0.50 | ดี |
| 11. รูปเรขาคณิต | 3.75 | 0.43 | ดีมาก |
| **เฉลี่ยรวม** | **3.34** | **0.41** | **ดี** |



**อภิปรายผล**

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2554) สอดคล้องกับงานวิจัยของ นภัสสร สุทธิกุล (2546) ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ค 014 คณิตศาสตร์ 4 ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้กิจกรรมเพื่อส่งเสริม การทำโครงงานคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้กิจกรรมเพื่อส่งเสริมการทำโครงงานคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ งานวิจัยของ อารีรัตน์ ขวัญทะเล (2546) ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนและตัวเลข ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการทำโครงงานคณิตศาสตร์สูงกว่าที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยมีการทำโครงงานคณิตศาสตร์ 11 โครงงาน จากการทำโครงงานของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง อยู่ในระดับดีมาก (มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.75 - 4.00) จำนวน 3 โครงงาน อยู่ในระดับดี (มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.75 - 3.50) จำนวน 8 โครงงาน ค่าเฉลี่ยในภาพรวมของการทำโครงงานคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 3.34 แสดงว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร อยู่ในระดับดี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 รายละเอียดของการทำโครงงานที่มีความสัมพันธ์ เป็นโครงงานที่มีความสัมพันธ์กับบทเรียน 5 โครงงาน ประยุกต์ใช้ความรู้จำนวน 6 โครงงาน ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของเจียมใจ จันทร์ศรี (2550) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมของนักเรียน หลังจากใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมมีค่าเฉลี่ย 3.4 จัดอยู่ในระดับดี งานวิจัยของ พรเนตร ตีระมาตย์ (2550) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังการจัดกิจกรรมการเรียน มีคะแนนเฉลี่ยจัดอยู่ในเกณฑ์ดี งานวิจัยของ สมชาย ทองบ่อ (2551) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี งานวิจัยของ รักษ์ชล พัสดุสาร (2552) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการประมาณค่าของนักเรียน หลังการใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องการประมาณค่าของนักเรียนอยู่ในระดับดี งานวิจัยของ รัชนี ทุ่มแห่ว (2552) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียน หลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี

**ข้อเสนอแนะ**

**ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้**

1. กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร จะเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ถ้าครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด สืบเสาะหาความรู้ และปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองโดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาและให้ข้อเสนอแนะแก่นักเรียน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้ และยังส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอีกด้วย

2. กิจกรรมที่ใช้ในการเรียนการสอนแต่ละครั้ง ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ ครูผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ให้เกิดการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรม คอยให้คำแนะนำ ดูแลในระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมอย่างสม่ำเสมอ

3. ในการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ควรเริ่มให้นักเรียนทำโครงงานที่มีความสัมพันธ์กับบทเรียนและมีองค์ประกอบหลักที่จำเป็นก่อนเป็นโครงงานเล็กๆ ในการจัดทำโครงงานครั้งต่อไปค่อยเพิ่มองค์ประกอบไปเรื่อยๆ จนครบองค์ประกอบของโครงงานคณิตศาสตร์

4. ควรมีการวิจัยการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นๆ และในระดับชั้นอื่น

5. ควรศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมาโครงงานคณิตศาสตร์ในด้านอื่นๆ เช่น คุณภาพของโครงงานคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ ที่นอกเหนือจากความสามารถในการเชื่อมโยง

**รายการอ้างอิง**

กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล. (2553). เครื่องมือการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน **ประมวลสาระชุดวิชาวิทยานิพนธ์ หน่วยที่ 8.** นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

เจียมใจ จันทร์ศรี. (2550). **กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีจันทร์วิทยาคมรัชมังคลาภิเษก จังหวัดเพชรบูรณ์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นภัสสร สุทธิกุล. (2546). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทพมงคงรังสี จังหวัดกาญจบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2554). โครงงานคณิตศาสตร์ ใน **ประมวลสาระชุดวิชาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์.** สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พรเนตร ตีระมาตย์. (2550). **กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ยุพิน พิพิธกุล. (2547). **โครงงานคณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ: บริษัทสำนักพิมพ์แม็คจำกัด.

รักษ์ชล พัสดุสาร. (2552). **กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องการประมาณค่าสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนครศรีธรรมราช.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

รัชนี ทุ่มแท่ว. (2552). **กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). **คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมชาย ทองบ่อ. (2551). **กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองแปน จังหวัดอุบลราชธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

อารีรัตน์ ขวัญทะเล. (2546). **การศึกษาผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนและตัวเลข ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการโครงงานคณิตศาสตร์.** ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยครีนครินทรวิโรฒ.