การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานในด้านพระพุทธศาสนาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

โดย
นางสาวสุพรรษา กลัดน้อย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2560

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานในด้านพระพุทธศาสนา ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

โดย
นางสาวสุพรรษา กลัดน้อย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2560

DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITIES ON MATHEMATICS CONNECTING WITH THE CONTRIBUTION IN BUDDHISM FOR SECONDARY EDUCATION

By

MISS Supansa KLADNOY

A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for Master of Science (MATHEMATICS STUDY)
Department of MATHEMATICS
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2017

หัวข้อ	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานในด้านพระพุทธศาสนาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
โดย	สุพรรษา กลัดน้อย
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรทรัพย์ พรสวัสดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรรณรัตน์ รุ่งโรจน์ธีระ)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรทรัพย์ พรสวัสดิ์)

.... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(อาจารย์ ดร. วิทัศน์ ฝักเจริญผล)

57316317 : คณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : กิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์, การเชื่อมโยงความรู้, ความคงทนในการเรียนรู้, ทักษะด้านการจำ, ทักษะด้านด้านการคิดวิเคราะห์, ทักษะด้านด้านการนำไปใช้ประโยชน์

นางสาว สุพรรษา กลัดน้อย: การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานในด้านพระพุทธศาสนาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรทรัพย์ พรสวัสดิ์

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานในด้านพระพุทธศาสนาเพื่อ 1) สร้างเอกสารกิจกรรมเพื่อสอนรายวิชาคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานในด้านพระพุทธศาสนา 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ของนักเรียนที่ใช้เอกสารกิจกรรมและ 3) ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วยชุดกิจกรรมจำนวน 3 เรื่องได้แก่ 1) ผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras 2) ลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ และ 3) จำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบวัดความคงทนในการเรียนรู้แบบปรนัย ชุดกิจกรรมครอบคลุมเนื้อหาพื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเรื่อง การวัด อัตราส่วน ปริมาตรและพื้นที่ผิว กลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนโพรงมะเดื่อวิทยาคม จังหวัดนครปฐม จำนวน 25 คน ผู้วิจัยใช้สถิติวิลคอกซัน (The Wilcoxon Signed Ranks Test) ในการทดสอบสมมติฐานซึ่งกล่าวว่าการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานในด้านพระพุทธศาสนา ช่วยเพิ่มทักษะด้านการจำ ด้านการคิดวิเคราะห์ ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ สำหรับแต่ละกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานในด้านพระพุทธศาสนาทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ของนักเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นยังช่วยให้มีความคงทนในการเรียนรู้ร้อยละ 75, 79 และ 35 สำหรับกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras กิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ และกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ตามลำดับ

57316317 : Major (MATHEMATICS STUDY)
Keyword : Mathematical learning activities, Knowledge link, Learning retention, Memory skills, Analytical skills, Usability skills

MISS Supansa KLADNOY: Development of learning activities on mathematics connecting with the contribution in Buddhism for secondary education Thesis advisor : Pornsarp Pornsawad

In this research, we has proposed a series of mathematical learning activities connecting with the contribution in Buddhism in order to 1) create a manual of activities for teaching mathematics that related to the contribution in Buddhism 2) study the student achievement in memory, analytical thinking and usability and 3) study the student learning retention using the series of activities. The research tools are consisted of three sets of activities 1) a beautiful pagoda with Sulva Sutras rule 2) how much weight of a candlestick and 3) the number of tiles around Phra Pathom pagoda, the mathematics achievement test and the retention test which are a multiple choice test. A set of activities covering basic content for the junior high school level on volume and surface area measurement. Samples population for this research were the ninth grade students from Prongmaduawittayakhom School in the second semester of academic year 2016. We use the Wilcoxon Signed Ranks Test to test the hypothesis, which said that the mathematical teaching by using a set of mathematical learning activities connecting with the contribution in Buddhism can improve the memory skills, analytical thinking and usability . For each activity, we found that the students who learned with the set of activities had the posttest score higher than the pretest at the 0.05 significant level. We show that the mathematical learning activities connecting with the contribution in Buddhism provided the improvement of learning achievement in memory, analytical thinking and usability. In addition, the set of activities also provided the learning retention about 75%, 79% and 35% for a beautiful pagoda with Sulva Sutras rule, how much weight of a candlestick activity and the number of tiles around Phra Pathom pagoda, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ดร.พรทรัพย์ พรสวัสดิ์ ที่เป็นที่ปรึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้ และคอยให้คำปรึกษาที่ดี ให้การสนับสนุนและคอยช่วยเหลือผู้วิจัยในทุกๆด้านจนงานวิจัยประสบความสำเร็จด้วยดี ขอขอบคุณผู้อำนวยการพัชราภรณ์ ริปุฤทธิชัย อาจารย์กฤษฎา วรพิน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวัดบ้านโป่งสามัคคีคุณูปถัมป์ สำหรับความอนุเคราะห์ในการทดสอบความยากง่ายของแบบทดสอบ และขอขอบคุณผู้อำนวยการสนิท รีนับถือ อาจารย์วันทนา พลภักดิ์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนโพรงมะเดื่อวิทยาคม ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณพ่อ แม่ พี่ น้อง คณะครู บุคลากรภาควิชาคณิตศาสตร์ และเพื่อนๆ ที่รักยิ่ง สำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือต่างๆ ที่ทำให้งานวิจัยชิ้นนี้ประสบความสำเร็จ ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

สุพรรษา กลัดน้อย

สารบัญ

หน้า

สารบัญภาพ

หน้า

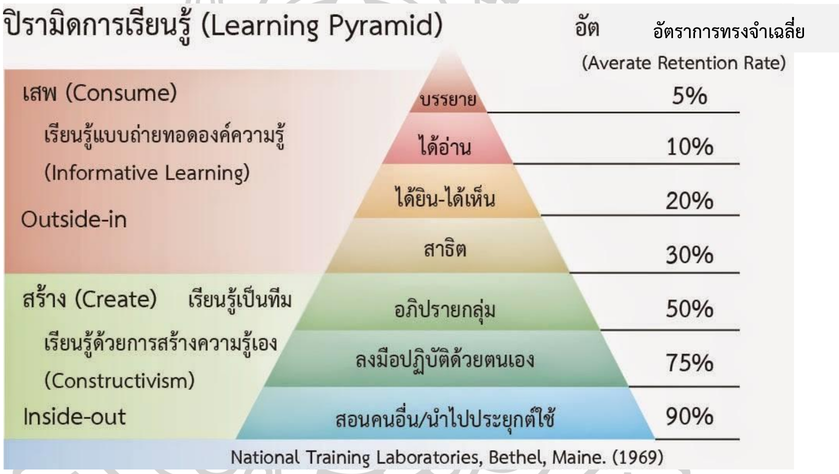
สารบัญตาราง

หน้า

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาในการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์มักเกิดจาก ผู้เรียนไม่สามารถจดจำกระบวนการ รวมถึงสูตรต่างๆ ที่ต้องใช้ในการเรียนวิชานี้ได้ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถทำข้อสอบได้ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ไม่ดีนัก สาเหตุของปัญหาอาจเกิดจากการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ที่ไม่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในด้านการจดจำได้ดีเท่าที่ควร ดังนั้นการแก้ปัญหานี้ควรที่จะปรับกระบวนการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะในด้านการจดจำมากขึ้น ซึ่งปิรามิดแห่งการเรียนรู้ [1] ได้แสดงให้เห็นแล้วว่าการเรียนโดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัตินั้น ช่วยเพิ่มทักษะการเรียนรู้ได้มากถึง 75%



ภาพที่ 1 ปิรามิดแห่งการเรียนรู้

เมื่อผู้เรียนมีกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการจำที่ดี ก็จะสามารถจดจำกระบวนการและสูตรคำนวณต่างๆ ได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการคิดวิเคราะห์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนำไปสู่การประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนมาได้อีกด้วย จากสรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2557 วิชาคณิตศาสตร์ [2] พบว่ามีผู้เข้าสอบ 667,384 คน มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศคือ 29.65 คะแนนสูงสุดคือ 98.00 คะแนน และคะแนนต่ำสุดคือ 0.00 คะแนน จากคะแนนทดสอบเต็ม 100 คะแนน จากคะแนนเฉลี่ยที่ค่อนข้างน้อย แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้ที่ได้จากชั้นเรียนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่าที่ควรนัก ประการหนึ่งอาจเพราะว่าการจัดการเรียนการสอนภายในห้องเรียนอาจไม่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน ทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนลดลง จาก

ปัญหาดังกล่าวจึงเน้นย้ำให้ผู้วิจัยคิดหากระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะในการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถชี้ให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหารายวิชาเป็นสิ่งจำเป็น การอธิบายการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันอาจจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น การสอดแทรกความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับสิ่งใกล้ตัว นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ง่าย ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้ดี เนื่องจากศาสนาพุทธเป็นศาสนาประจำชาติไทยและยังเป็นวิชาบังคับเรียนในการศึกษาภาคพื้นฐานด้วย ดังนั้นการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างรายวิชาคณิตศาสตร์กับรายวิชาพระพุทธศาสนา จึงเป็นการบูรณาการที่อาจช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในทั้งสองรายวิชามากขึ้น

จากที่รัฐบาลมีนโยบายลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ส่งผลให้โรงเรียนต่างๆ จัดสรรเวลาเพื่อให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเสริมทักษะด้านต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นโอกาสดีที่จะสอดแทรกกิจกรรมเพิ่มพูนทักษะให้กับนักเรียนโดยเฉพาะรายวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาหนึ่งที่ยากต่อการเข้าใจ นักเรียนส่วนใหญ่จะต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ แต่การเรียนในห้องเรียนมักถูกจำกัดด้วยเวลา ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไม่ดีนัก ดังจะเห็นได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาหลักของระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (O-NET) ยังมีค่าเฉลี่ยต่ำ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ และเพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาล ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบกิจกรรมเพื่อให้ผู้สอนสามารถนำไปใช้ทำกิจกรรมในคาบลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้ได้

การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับงานทางพระพุทธศาสนามีค่อนข้างน้อย Tang Zhong และ Zhang Yijie [3] ได้นำเสนอวิธีการสร้างชั้นเจดีย์โบราณของจีนโดยอาศัยความรู้เรื่องตรีโกณมิติเพื่อคำนวณความยาวของแต่ละด้านของฐานของเจดีย์ซึ่งสัมพันธ์กับจำนวนด้านหรือเหลี่ยมของเจดีย์และความสูงของแต่ละชั้น รวมทั้งได้นำเสนออัตราการลดลงของแต่ละชั้นของเจดีย์ซึ่งกลายมาเป็นฟังก์ชันที่ควบคุมรูปร่างของตึกจินเหมาในประเทศจีน นอกจากนี้ในประเทศอินเดียยังพบการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างแท่นบูชาและผังของวัด [4] แต่ยังไม่พบการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

สำหรับประเทศไทยผลงานด้านการเชื่อมโยงความรู้ด้านคณิตศาสตร์นี้ถูกนำเสนอโดย ดร.อติชาต เกตตะพันธุ์ [5] ซึ่งได้ออกแบบกิจกรรมเพื่อสอนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการเข้ากับงานหลายสาขาทั้งประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ รวมถึงพระพุทธศาสนา ผลงานที่โดดเด่นและน่าสนใจได้แก่

- งานวิจัยคณิตศาสตร์ในยันต์ล้านนา
- โครงการบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ล้านนา
- โครงการประวัติศาสตร์บูรณาการในมิติคณิตศาสตร์
- คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์กับการศึกษาทางโบราณคดี ณ วัดอุโมงค์

การบูรณาการคณิตศาสตร์กับการหาความสูงของเจดีย์ การถอดรหัสตัวเลขในฤกษ์ก่อสร้างและการสำรวจผังวิหารหรืออุโบสถได้ถูกรวบรวมไว้ในคู่มือครู เพื่อให้ครูสามารถนำไปจัดการเรียนรู้ทั้งในและนอกคาบเรียน มีการทดลองนำกิจกรรมไปใช้กับโรงเรียนในจังหวัดเชียงใหม่จำนวน 13 โรงเรียนพบว่าการสอนเชิงบูรณาการช่วยให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนและมีความกระตือรือร้นในการเรียนเนื่องจากได้รับประสบการณ์ตรง มองว่าการเรียนคณิตศาสตร์เป็นเรื่องสนุกและใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้มาก

การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการดังกล่าวสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ครูทำหน้าที่ออกแบบการเรียนรู้และสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เพิ่มทักษะจากการลงมือปฏิบัติ สร้างแรงบันดาลใจและกระตุ้นความใคร่รู้จากประเด็นคำถามหรือการป้อนข้อมูลที่สนับสนุนหรือคัดค้านกับข้อมูลที่นักเรียนคุ้นเคย การสอนให้เกิดทักษะการเรียนในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสหวิทยาการของวิชาแกนหลักและบูรณาการข้ามสาระเนื้อหาจำเป็นต้องอาศัยการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้เอง ผู้วิจัยจึงออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของพระพุทธศาสนาอีกด้วย กิจกรรมที่ผู้วิจัยได้ออกแบบมานั้นประกอบไปด้วย 3 กิจกรรม คือ

1) ผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras
2) ลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่
3) จำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์

โดยที่ทั้ง 3 กิจกรรมนี้เน้นพัฒนาทักษะด้านการจำ ด้านการคิดวิเคราะห์ และด้านการนำไปใช้ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยชุดกิจกรรมมีหลักในการออกแบบดังนี้

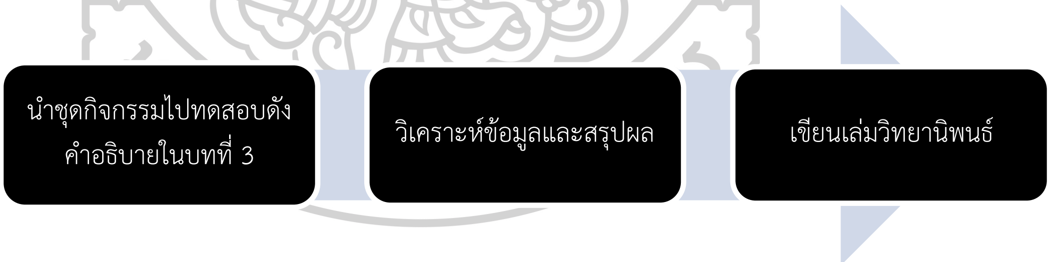
1) ขั้นก่อนสร้างชุดกิจกรรม

ภาพที่ 2 ขั้นก่อนสร้างชุดกิจกรรม

2) ขั้นสร้างชุดกิจกรรม

ภาพที่ 3 ขั้นสร้างชุดกิจกรรม

3) ขั้นหลังสร้างชุดกิจกรรม



ภาพที่ 4 ขั้นหลังสร้างชุดกิจกรรม

คุณลักษณะของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรมนี้มุ่งเน้นพัฒนาทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ดังนั้น คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของชุดกิจกรรมจึงแบ่งได้ดังนี้

1) คุณลักษณะเพื่อพัฒนาทักษะด้านการจำ

วรรณี ลิมอักษร [6] ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความจำซึ่งกล่าวไว้ในบทที่ 2 ปัจจัยหนึ่งที่ว่าความใส่ใจและแรงจูงใจ เมื่อบุคคลมีความใส่ใจในเรื่องใดเป็นพิเศษ มักจะมีความจดจ่อและเอาใจใส่ในเรื่องนั้นมาก จะส่งผลให้มีการบันทึกในความจำระยะยาวได้มาก ผู้วิจัยจึงออกแบบชุดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยสร้างชุดกิจกรรมให้เข้าถึงได้ง่าย ผู้เรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน และเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเท่านั้น ซึ่งปิรามิดการเรียนรู้ [1] ยังแสดงให้เห็นแล้วว่าเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจะทำให้มีความสามารถในการจำมากถึง 75%

2) คุณลักษณะเพื่อพัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์

พิรุณรัตน์ และคณะ [7] ได้กล่าวว่า การเรียนที่ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาเป็นรายบุคคลตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา แล้วรวมกลุ่มระดมความคิด ช่วยให้นักเรียนมีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยจึงออกแบบชุดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนทำงานแบบระดมความคิด และเน้นให้ผู้เรียนแต่ละคนได้แก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์มากขึ้น

3) คุณลักษณะเพื่อพัฒนาทักษะด้านการนำไปใช้ประโยชน์

อติชาต เกตตะพันธุ์ [5]ได้กล่าวว่า กิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ช่วยให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนมากขึ้น นั่นคือนักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับเรื่องราวในชีวิตประจำวันได้ ทำให้นำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ได้จริง ผู้วิจัยจึงออกแบบชุดกิจกรรมให้ใกล้ชิดกับเรื่องราวในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เพื่อพัฒนาทักษะด้านการนำไปใช้ประโยชน์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

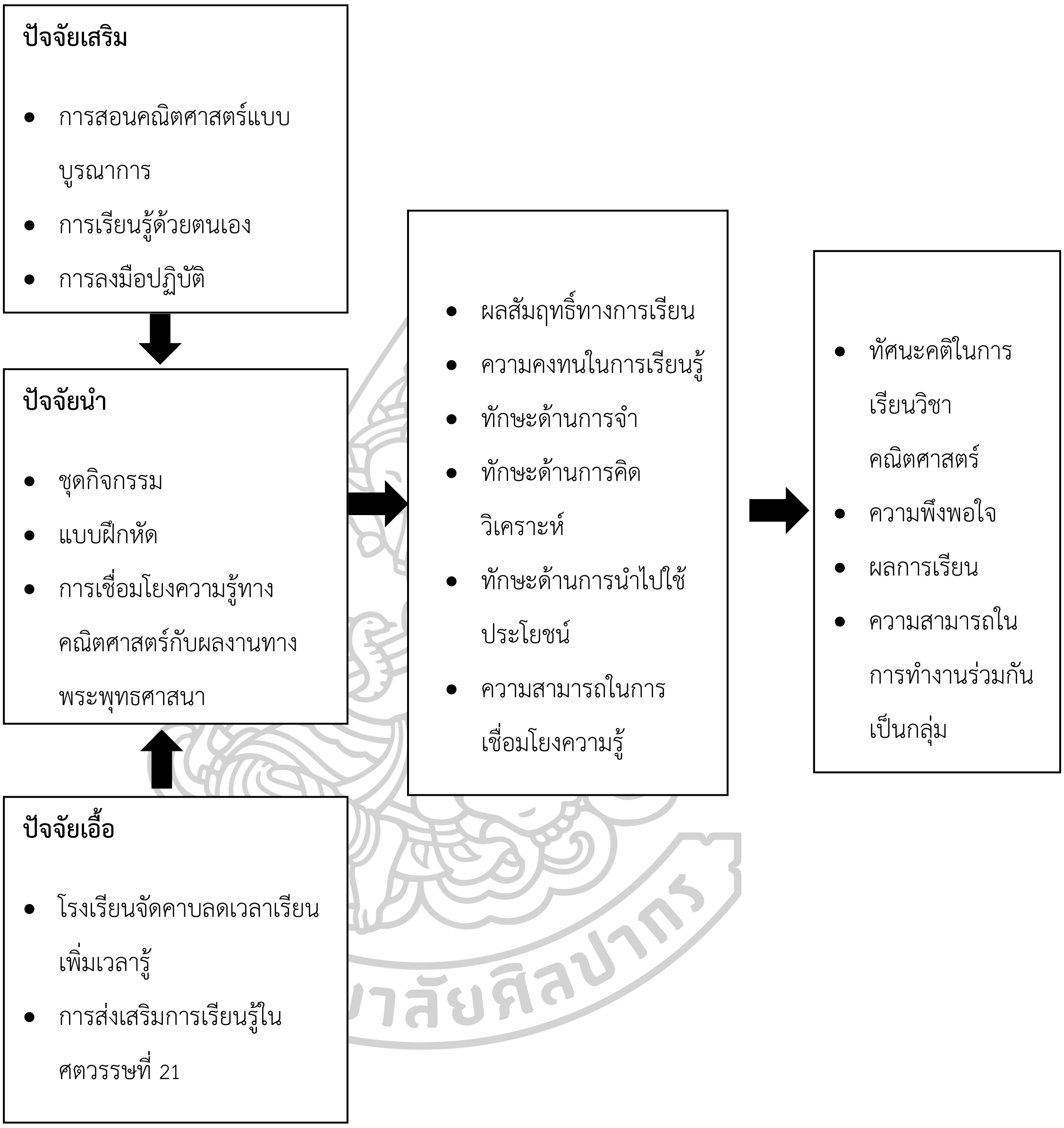
ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษามี ดังนี้

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมเพื่อสอนรายวิชาคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานในด้านพระพุทธศาสนา

2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม

3. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 5 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

การสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานในด้านพระพุทธศาสนา ช่วยเพิ่มทักษะด้านการจำ ด้านการคิดวิเคราะห์ ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ และช่วยให้มีความคงทนในการเรียนรู้มากกว่าร้อยละ 70

1.4 ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตของโครงงานวิทยานิพนธ์มีดังนี้

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ขอบเขตด้านเนื้อหาแบ่งตามชุดกิจกรรมได้ดังนี้

1) กิจกรรม ผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras ใช้เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ เรื่อง การวัดความยาว พื้นที่ และการนำไปใช้
2) กิจกรรม ลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ ใช้เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และการนำไปใช้
3) กิจกรรม จำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ ใช้เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และการนำไปใช้ ใช้เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหา

1.4.2 ขอบเขตทางด้านเวลา

ศึกษาวิจัยเป็นระยะเวลา 1 ปีการศึกษา เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2559 – มิถุนายน 2560 ในการเก็บข้อมูลการใช้ชุดกิจกรรมละ 100 นาที

1.4.3 ตัวแปรที่จะศึกษา

(1) ตัวแปรต้น คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานในด้านพระพุทธศาสนาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

(2) ตัวแปรตาม ได้แก่

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผลการเรียนรู้ทางด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์
- ความคงทนในการเรียนรู้จากการใช้ชุดกิจกรรม

1.4.4 ประชากร

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนโพรงมะเดื่อวิทยาคม จังหวัดนครปฐม จำนวน 123 คน

1.4.5 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนโพรงมะเดื่อวิทยาคม โดยเลือกแบบเจาะจงเป็นห้องเรียน 3/3 จำนวน 25 คน

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1) กิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือศึกษาและปฏิบัติ เพื่อให้มีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมมากยิ่งขึ้น
2) การเชื่อมโยงความรู้ หมายถึง การนำความรู้ เนื้อหาและหลักการที่ได้เรียนรู้แล้ว มาสัมพันธ์กับความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือช่วยแก้ปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง
3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะทางด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ โดยชุดกิจกรรมย่อยทั้ง 3 กิจกรรม จะมีแบบทดสอบก่อนเรียนกิจกรรมละ 1 ชุด แบบทดสอบหลังเรียนกิจกรรมละ 1 ชุด และแบบวัดความคงทนในการเรียนรู้กิจกรรมละ 1 ชุด ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ชุดละ 6 ข้อ สำหรับวัดความสามารถด้านการจำชุดละ 2 ข้อ วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ชุดละ 2 ข้อ และวัดความสามารถด้านการนำไปใช้ชุดละ 2 ข้อ
4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในทางสติปัญญาในการเรียนรู้จากการใช้ชุดกิจกรรม ซึ่งวัดได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
5) ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการระลึกเนื้อหาหรือสิ่งต่างๆ ที่ตนเคยได้รับการเรียนรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน หลังเวลาผ่านไป 1 เดือน นับตั้งแต่ได้รับการเรียนรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน
6) ทักษะด้านการจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกเรื่องราว ข้อเท็จจริง ประสบการณ์ จากการเรียนและการฝึกฝนในลักษณะ ความรู้ในเนื้อเรื่อง ความรู้ในวิธีดำเนินการ และความคิดรวบยอด

7) ทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกประเด็น ความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการของเรื่องราว เหตุการณ์ การปฏิบัติ หรือการกระทำ ตลอดจนความคิด และข้อเท็จจริงอย่างมีเหตุผล
8) ทักษะด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ความเข้าใจในสถานการณ์ เรื่องราว ข้อเท็จจริง ไปแก้ปัญหาโดยการปฏิบัติหรือกระทำอย่างมีขั้นตอนในสถานการณ์จริง เพื่อให้ได้ผลเฉลยของปัญหานั้น

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร [8] ได้กล่าวถึง การประยุกต์ใช้แนวคิด TEACH LESS, LEARN MORE (TLLM) สู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งแนวคิด Teach Less, Learn More (TLLM) มุ่งเน้นประสิทธิภาพ ในการจัดการเรียนการสอนที่ดีขึ้นและเป็นการเตรียมความพร้อมในการใช้ชีวิตของผู้เรียน ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนแนวคิด Teach Less, Learn More ได้แก่ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองจากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น

ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Teach Less, Learn More ผู้สอนต้องสอนให้น้อยลงหรือ Teach Less แต่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งบทบาทการสอนของผู้สอนแม้จะน้อยลง แต่บทบาทที่

เพิ่มมากขึ้นของผู้สอน คือ ผู้สอนต้องมีการวางแผนและออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน เตรียมสื่อและแหล่งเรียนรู้ และเตรียมคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด TLLM ผู้สอนต้องคำนึงถึงคำถาม 3 คำถาม ได้แก่ 1. ทำไมต้องสอน 2. สอนอะไร และ 3. สอนอย่างไร สรุปคือแนวคิด Teach Less, Learn More (TLLM) เป็นแนวคิดหนึ่งในการจัดการศึกษาของประเทศสาธารณรัฐสิงคโปร์ที่สอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาระดับชาติของประเทศไทย โดยอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งต้องการให้ผู้สอนลดบทบาทในการสอนของตนเองให้น้อยลง และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Teach Less, Learn More สามารถจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธีแต่ต้องเน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งวิธีการหนึ่งที่ประเทศสิงคโปร์นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้คือ การออกแบบย้อนกลับ (Backward Design) ซึ่ง ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ การกำหนดหลักฐานการเรียนรู้ และการวางแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยที่ในขั้นตอนที่ 3 การวางแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ สามารถประยุกต์ใช้แนวการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instruction: CGI) ซึ่งเป็นแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ให้ความสำคัญกับการคิดของผู้เรียนโดยมีผู้สอนเป็นผู้สนับสนุนและเอื้ออำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม มีโอกาสนำเสนอความคิดของตนเอง ร่วมกันอภิปราย ก่อให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับชีวิตจริงซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Teach Less, Learn More (TLLM)

2. ความคงทนในการเรียนรู้

2.1. ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

อดัมส์ [9] กล่าวไว้ว่า ความคงทนในการจำคือ การคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียน หรือเคยมีประสบการณ์รับรู้มาแล้ว หลังจากที่ได้ทอดทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง ในการประเมินผลการเรียนรู้มีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ถ้าเราประเมินผลทันทีที่ผู้เรียนเรียนจบ ผลการประเมินที่เราได้คือ ผลของการเรียนรู้ แต่ถ้าเราคอยให้เวลาล่วงเลยไประยะหนึ่ง อาจเป็น 2 นาที 5 นาที หรือหลาย ๆ วันแล้วจึงประเมินผลการเปลี่ยนแปลงที่ได้จะเป็นผลของการเรียนรู้และความคงทนในการจำ

ส่วน ชัยพร วิชชาวุธ [10] สรุปไว้ว่าความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการระลึกเนื้อหาหรือสิ่งต่าง ๆ ที่ตนเคยได้รับการเรียนรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อนในระยะเวลาที่ทิ้งช่วงห่างออกไป ซึ่งสอดคล้องกับ เกษมศรี ภัทรภูริสกุล [11] และกมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ [12] ที่สรุปไว้ว่าไว้ว่าความคงทนทางการเรียนรู้ หมายถึง การรวบรวมหรือสะสมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมและเก็บไว้ได้นาน

ส่วนอรรคพล คำภู [13] ได้กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง การที่ร่างกายสามารถแสดงอาการหรือพฤติกรรมที่เคยเรียนหรือมีประสบการณ์รับรู้มาแล้วหลังจากที่ทิ้งช่วงไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง โดยไม่มีการกระทำอาการนั้นออกมาเลยในช่วงเวลาที่ทิ้งไป ซึ่งสอดคล้องกับ สุกัญญา เทียนพิทักษ์กุล [14] ที่กล่าว่า ความคงทนในการเรียน หมายถึง ความสามารถในการจดจำและการระลึกได้ต่อประสบการณ์ที่ได้รับรู้มาแล้ว หลังจากทิ้งช่วงเวลาไว้ชั่วขณะหนึ่ง

จากการตรวจสอบเอกสาร สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการระลึกเนื้อหาหรือสิ่งต่างๆ ที่ตนเคยได้รับการเรียนรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน หลังเวลาผ่านไป 1 เดือน นับตั้งแต่ได้รับการเรียนรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน

2.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคงทนในการเรียนรู้

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความคงทนในการเรียนรู้ ดังนี้ วรรณี ลิมอักษร [6] กล่าวไว้ว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำหรือความคงทนในการจดจำ มีดังนี้

1) วัย ผู้ใหญ่ที่มีอายุไม่เกิน 35 ปี จะจำได้มากและจำได้เร็วกว่าเด็ก ทั้งนี้เพราะผู้ใหญ่มีสมองที่มีพัฒนาการเต็มที่แล้ว มีเทคนิคและเครื่องมือในการจำมากกว่าเด็ก

2) ระดับสติปัญญา นักจิตวิทยาไม่พบความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างระดับสติปัญญากับความจำ แต่พบว่าผู้ที่มีสติปัญญาสูงมักจะมีเทคนิคในการจำที่ดีกว่าและใช้เวลาในการจำน้อยกว่าผู้ที่มีสติปัญญาต่ำ และยังพบว่าผู้ที่มีสติปัญญาต่ำจะจำสิ่งต่าง ๆ ได้นาน เนื่องจากต้องใช้ความพยายามในการจำและต้องใช้จำนวนครั้งในการทบทวนมากกว่า จึงทำให้เกิดรอยความทรงจำลึกและชัดเจนกว่า

3) ความใส่ใจและแรงจูงใจ เมื่อบุคคลมีความใส่ใจในเรื่องใดเป็นพิเศษ มักจะมีความจดจ่อและเอาใจใส่ในเรื่องนั้นมาก จะส่งผลให้มีการบันทึกในความจำระยะยาวได้มาก

4) ความประทับใจ ความประทับใจทั้งด้านดีและไม่ดีจะกระตุ้นให้บุคคลเกิดอารมณ์ ซึ่งอารมณ์จะไปกระตุ้นการกระทำ จะช่วยเพิ่มความสามารถในการบันทึกความจำให้มากขึ้น

5) เพศ มีแนวโน้มว่าเพศหญิงสนใจที่จะจำและมีการพัฒนาความจำมากกว่าเพศชายและมักจะมีการฝึกฝนความจำอยู่เสมอ ๆ

2.3 ระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทนในการเรียนรู้

ระยะเวลาเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความคงทนในการเรียนรู้ ดังนั้นการที่จะช่วย เสริมความจำหรือทดสอบว่า หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งไปแล้วนั้น ผู้เรียนจะยังสามารถคงความจำ ในการเรียนรู้ไว้ได้นานเท่าใด ดังนั้นการวัดความคงทน จึงต้องมีระยะเวลาที่เหมาะสม และการศึกษาทบทวนจะช่วยให้ความจำ ถาวรมากยิ่งขึ้น และถ้าได้ทบทวนอยู่เสมอแล้ว ช่วงเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำ ระยะยาวหรือ ความคงทนในการจำประมาณ 14 วัน หลังจากที่ได้ผ่านการเรียนรู้ไปแล้ว [10] และเพื่อก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ น้อยลงควรเว้น ช่วงเวลาในการสอบซ้ำห่างกัน อย่างน้อย 2 สัปดาห์เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบจะทำให้ค่าสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองกลุ่มสูง [12] นอกจากนี้ในการสอบซ้ำโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันไปลองสอบกับกลุ่มบุคคลเดียวกัน เวลาในการทดสอบครั้งแรกและครั้งที่สองควรเว้นให้ห่างกันประมาณ 2-4 สัปดาห์ [15]

ดังนั้น งานวิจัยนี้ได้เว้นช่วงการเก็บผลวิจัยเพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้ โดยเว้นช่วงระยะเวลาเป็นเวลาหนึ่งเดือน (4 สัปดาห์) หลังที่ได้จัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนไปแล้ว

2.4 สถานการณ์ที่ช่วยให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยให้เกิดความจำระยะยาวแก่ผู้เรียนได้ดีนั้น วราภรณ์ บุญสุข [16] ได้เสนอแนะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1. จัดบทเรียนให้มีความหมาย (Meaningfulness) เช่น

1.1 การสร้างสื่อสัมพันธ์ (Mediation)

1.2 การจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า (Advance organization)

1.3 การจัดเป็นอันดับขั้น (Hierarchical structure)

1.4 การจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ (Organization)

2. การจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ (Learning Simulation)

2.1 การนึกถึงสิ่งที่เรียนในขณะที่ฝึกฝนอยู่ (Recall during practics)

2.2 การเรียนรู้เพิ่ม (Over learning)

2.3 การทบทวนบทเรียน (Periodic reviews)

2.4 การจำอย่างมีหลักเกณฑ์ (Logical memory)

2.5 การท่องจำ (Recitation)

2.6 การใช้จินตนาการ (Imagery)

การทำให้ผู้เรียนเกิดความจำระยะยาวได้ดีโดยการจดบทเรียนให้เป็นหมวดหมู่พยายามเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับสิ่งที่อยู่รอบตัว หรือสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนจำบทเรียน ได้ง่ายและนานขึ้น ส่วนการจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ได้แก่การจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนมี โอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้และคงไว้ซึ่งประสบการณ์หาความรู้ในช่วงเวลาหนึ่ง โดยในงานวิจัยนี้ได้มีการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้คำนวณหาสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน ได้แก่ สถาปัตยกรรม หรือสิ่งก่อสร้างที่พบเจอ (ลูกนิมิต เจดีย์) เพื่อให้นักเรียนมองเห็นประโยชน์ของการเรียนรู้และส่งผลต่อการจดจำ

2.5 การวัดความคงทนในการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กล่าวถึงการวัดความคงทนในการเรียนรู้ไว้หลายวิธี ได้แก่ กุญชรี ค้าขาย [17] ซึ่งแบ่งวิธีการวัดความจำออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

1) การวัดการระลึก วิธีการวัดวิธีนี้จะเป็นการดึงเอาข้อมูลที่นักเรียนมีอยู่ออกมาโดยใช้สิ่งกระตุ้นความจำน้อยที่สุด วิธีการวัดนี้จัดว่ามีประสิทธิภาพน้อยที่สุดในการวัดความจำระยะยาว อีกทั้งยังไม่สามารถบอกถึงความแตกต่างระหว่างการที่นักเรียนไม่ทราบอะไรเลยกับการที่นักเรียนมีปัญหาด้านความจำ

2) การวัดการรู้จัก วิธีการวัดวิธีนี้จะใช้ตัวกระตุ้นความจำมากกว่าการวัดการระลึก

3) การเรียนซ้ำ เป็นวิธีการวัดความจำที่ค่อนข้างจะละเอียดอ่อนที่สุด ผลต่างระหว่างจำนวนหรือเวลาที่ต้องการในการใช้เรียนครั้งแรกกับจำนวนหรือเวลาที่ต้องการในการใช้เรียนซ้ำคูณด้วยร้อย คิดเป็นร้อยละของการประหยัดเวลาเรียน การวัดการเรียนซ้ำเป็นวิธีที่มีประโยชน์มากกว่าการวัดการระลึกหรือการรู้จักในกรณีที่ใช้วัดสิ่งที่เรียนไปแล้วและดูเหมือนจะลืมไปแล้ว

ส่วน สุจิตตรา นามจำปา [18] กล่าวถึงวิธีการวัดความคงทนในการเรียนรู้ (Retention) มี 4 วิธีคือ

1. Reconstruction เป็นการนึกออกมาหรือจำได้เมื่อมีสิ่งเร้าบางประการหรือมีร่องรอย เบาะแสบางส่วน (Partial cues) ตัวอย่างเช่น ของที่ระลึก รูปภาพ เพลง สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการสร้างภาพเหตุการณ์ต่าง ๆ ในอดีตมาอีกครั้งหนึ่ง

2. Recall เป็นความจำแบบระลึกได้ โดยไม่มีสิ่งเร้าใด ๆ มากระตุ้น อาจเป็นการระลึกได้ทั้งหมดและถูกต้อง การที่เป็นดังนี้เพราะเกิดจากมีการทำซ้ำไปซ้ำมาจนเพิ่มการเรียนรู้หรือใช้บ่อย ๆ จนจำได้คือมีการระลึกสิ่งเหล่านี้อยู่เสมอ วิธีการวัดการเรียนรู้วิธีหนึ่งโดยใช้การระลึกที่รู้จักกันดีคือการตอบแบบทดสอบแบบอัตนัย (Essay question) ผู้เรียนก็จะต้องระลึกถึงข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วเขียนตอบลงไป ความสามารถในการระลึกจะลดน้อยลงเพราะองค์ประกอบ เช่น กาลเวลาที่ผ่านไปและสิ่งเร้าอื่นที่เกิดขึ้นเรื่อย ๆ จะมาเป็นอุปสรรคต่อความสามารถในการระลึก

3. Recognition เป็นการจำได้ที่มีสิ่งเร้าต่าง ๆ และสามารถจำแนกและชี้เฉพาะลงไปบอกได้ว่า นี่เป็นสิ่งเร้าที่เคยเรียนมาแล้ว ในขณะที่ Recall เป็นการระลึกถึงสิ่งทั้งหมดที่เก็บสะสมอยู่ในความจำโดยสิ้นเชิงโดยไม่มีสิ่งใด ๆ มากระตุ้น แบบทดสอบปรนัย (Objective test) คือตัวอย่างหนึ่งที่แสดง Recognition ได้ชัดเจนในบรรดารูปแบบหรือตัวเลือกที่กำหนดให้ จะมีอยู่ในข้อที่ถูกต้อง พอเห็นข้อมูลที่ถูกต้องตรงกับที่เคยเรียนรู้มาก็จะจำได้ถ้ายังสามารถเก็บรักษาข้อมูลนั้นไว้ได้แต่ Recognition ที่เกิดขึ้นอาจไม่เที่ยงตรงแน่นอน (Inaccurate) หรือผิด ๆ ก็ได้

4. Savings หรือ Relearning สิ่งใดที่เคยเรียนรู้มาแล้วแต่ลืมไป หากสามารถระลึกถึงได้ก็อาจจะจำได้อีกโดยการเรียนรู้สิ่งนั้น หรือสิ่งใหม่ซึ่งจะใช้เวลาและความพยายามน้อยกว่าที่จะใช้ในการเรียนรู้ครั้งแรก

เนื่องจากความคงทนในการเรียนรู้เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงต้องการวัดความคงทนในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยการวัดความจำแบบระลึกได้ด้วยแบบทดสอบแบบปรนัย และนำมาอภิปรายผลการวิจัย

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับผลงานทางพระพุทธศาสนาเพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

3.1 งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับผลงานทางพระพุทธศาสนายังมีอยู่น้อย ผู้ซึ่งสร้างผลงานโดดเด่นในด้านนี้คือ อติชาต เกตตะพันธุ์ [5] อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้ออกแบบการสอนคณิตศาสตร์โดยบูรณาการเข้ากับงานทางสถาปัตยกรรมมากมาย ตัวอย่างกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการที่ อติชาต เกตตะพันธุ์ ออกแบบได้แก่

- งานวิจัยคณิตศาสตร์ในยันต์ล้านนา

โดยทำการศึกษายันต์ล้านนา จากพับสาใบลาน ไมโครฟิล์มพับสาใบลาน เอกสารดิจิตอลพับสาใบลาน ในเขตพื้นที่วัฒนธรรมของล้านนาใน 11 จังหวัด ผลการศึกษาได้ค้นพบยันต์ตัวเลขในหลายรูปแบบ โดยส่วนใหญ่จะเป็นยันต์ตัวเลขในแบบจัตุรัสกล มีตั้งแต่ขนาด 3x3, 4x4, 5x5, 6x6 ไปถึงขนาด 9x9 ซึ่งจัตุรัสกลหมายถึงตารางตัวเลขรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่ผลบวกตัวเลขในแต่ละแนวตั้ง แนวนอน และแนวทแยง มีค่าเท่ากัน ซึ่งการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการนี้ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนและมีความกระตือรือร้นในการเรียนเนื่องจากได้รับประสบการณ์ตรง มองว่าการเรียนคณิตศาสตร์เป็นเรื่องสนุกและใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้มาก

- คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์กับการศึกษาทางโบราณคดี ณ วัดอุโมงค์

ใช้ความรู้หลายสาขาวิชารวมถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้เห็นถึงความมหัศจรรย์ในการก่อสร้างอุโมงค์และการวาดภาพจิตรกรรม เช่น เรื่องสีที่ใช้ในจิตรกรรมและเทคนิคการวาดภาพผ่านกระบวนการทางเคมีและวัสดุศาสตร์ การศึกษาการวางผังและทิศอุโมงค์ผ่านความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และสถาปัตยกรรมศาสตร์ การศึกษาภาพนกที่ปรากฏในจิตรกรรมฝาผนังผ่านนักปักษีวิทยา และการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยออกแบบลวดลายจิตรกรรมฝาผนังที่ลบเลือนไปบ้างในอุโมงค์อันหนึ่ง ให้ปรากฏเป็นภาพจิตรกรรมกรรมที่สมบูรณ์ดังเช่นในอดีต

- โครงการบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ล้านนา มี 5 เรื่อง ได้แก่

กิจกรรมความลึกลับของพระธาตุหัวกลับ กิจกรรมคณิตศาสตร์กับการสร้างกำแพงเมืองเชียงใหม่ กิจกรรมศาสนสถานกับการสร้างปฏิทิน กิจกรรมนักปักษีน้อยไขปริศนานกในอุโมงค์ และกิจกรรมแกะรอยจิตรกรรมอย่างมืออาชีพ กิจกรรมที่น่าสนใจมากที่สุดกิจกรรมหนึ่งก็คือ กิจกรรมความลึกลับของพระธาตุหัวกลับ ซึ่งได้แนะนำนักเรียนให้รู้จักกับปรากฏการณ์ของพระธาตุหัวกลับที่พบในวัดที่มีพระธาตุหลายแห่งในจังหวัดลำปาง โดยเราสามารถมองเห็นเงาพระธาตุหัวกลับในห้องที่มืดหรือมีแสงน้อย ซึ่งมีคนจำนวนหนึ่งเชื่อว่า ปรากฏการณ์นี้เกิดมาจากปาฏิหาริย์ของพระธาตุ ในกิจกรรมนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมปฏิบัติการ เพื่อเรียนรู้ว่า วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สามารถอธิบายปรากฏการณ์นี้อย่างไร เราสามารถสร้างปรากฏการณ์ภาพหัวกลับได้เองหรือไม่ และเราจะนำเงาพระธาตุกลับหัวมาช่วยคำนวณหาความสูงของเจดีย์ได้หรือไม่

กิจกรรมที่ อติชาต เกตตะพันธุ์ ได้ออกแบบล้วนแสดงให้เห็นว่าเราสามารถสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้

สมพร กองบุญมา และนวลศรี ชำนาญกิจ [19] ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบร่วมกับเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบร่วมกับเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ จำนวนร้อยละ 86.66 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้

ภูมิฤทัย วิทยวิจิน และสมยศ ชิดมงคล [20] ได้เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ CANGELOSI และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พัชรี วรจรัสรังสี [21] ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์ ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์ประกอบการเรียนการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จากนักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์แต่นักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์ประกอบการเรียนการสอนมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์ประกอบการ เรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง มีดังต่อไปนี้

Tang Zhong และ Zhang Yijie [3] ได้ศึกษารูปแบบและโครงสร้างของเจดีย์จีนที่มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับรูปทรงเรขาคณิต และนำเสนอวิธีการสร้างชั้นเจดีย์โบราณของจีนโดยอาศัยความรู้เรื่องตรีโกณมิติเพื่อคำนวณความยาวของแต่ละด้านของฐานของเจดีย์ซึ่งสัมพันธ์กับจำนวนด้านหรือเหลี่ยมของเจดีย์และความสูงของแต่ละชั้น รวมทั้งได้นำเสนออัตราการลดลงของแต่ละชั้นของเจดีย์ซึ่งกลายมาเป็นฟังก์ชันที่ควบคุมรูปร่างของตึกจินเหมาในประเทศจีน

นักคณิตศาสตร์ชาวอินเดีย [4] ได้ประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรียกว่า Rekha Ganita ซึ่งหมายถึงการคำนวณตามเส้น และการใช้กฎ Sulva Sutras หรือ “กฎของคอร์ด” ซึ่งเป็นกฎที่ใช้สร้างแท่นบูชาและวัด และเรียกผังของวัดที่สร้างตามกฎของคอร์ดว่า มันดาลาส (Mandalas)

Peterson et al. [22] ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความคงทนด้านวิชาการของเด็กระดับประถมศึกษาปีที่ 1 2 และ 3 ผลจากการศึกษาพบว่า ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับ การเรียนในชั้นเรียนและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 และ 3 ที่ผ่านการเรียนมาแล้ว 2 และ 3 ปี จะมีความคงทนในการเรียนรู้มากกว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผ่านการเรียนการสอนมาเพียงหนึ่งปี

Correy and Michael [23] ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ระหว่างการใช้ชุดการสอนด้วยตนเองกับการสอนตามปกติ ในวิชาจิตวิทยาเบื้องต้น โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนโดยชุดการเรียนด้วยตนเอง จำนวน 18 คน กลุ่มควบคุมที่เรียนโดยการบรรยายอีก 18 คน ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองเรียนรู้ได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม หลังจากการเรียนการสอนจบไป 1เดือน ได้ให้ทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบเพื่อวัดความคงทน พบว่า กลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม

Weaver [24] ได้เปรียบเทียบผลการเรียนรู้และความคงทนในการจดจำ จากการที่เด็กได้ทำแบบฝึกหัดรวมเพียงครั้งเดียว กับการทำแบบฝึกหัดเป็นระยะ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยได้กระทำกับเด็ก 4 ระดับ จำนวน 350 คน และได้สุ่มเด็กเข้ากลุ่มทดลองที่ใช้ทำแบบฝึกหัดรวม และกลุ่มควบคุมที่ทำ

แบบฝึกหัดเป็นระยะ หลังการเรียน 3 เดือน ได้ทดสอบความคงทนในการจำ พบว่า ความคงทนในการจำของทั้งสองกลุ่มไม่ต่างกัน

จากงานวิจัยภายในประเทศและต่างประเทศที่กล่าวมาข้างต้นจะพบว่า การพัฒนากิจกรรมเพื่อสอนรายวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีส่วนช่วยพัฒนาทักษะทางการเรียน และช่วยให้มีความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะทางการเรียนที่ดี เพราะนอกจากจะทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้แล้วยังทำให้เกิดความน่าสนใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

4. กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ [25] กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องให้มีความสมดุลระหว่างสาระด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการควบคู่ ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ได้แก่ การทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบ มีความรับผิดชอบ มีความรอบคอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

ภัทราภรณ์ และคณะ [26] ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 87.06 โดยขั้นตอนการเชื่อมโยงสู่ชีวิตประจำวันมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือร้อยละ 88.70

พิรุณรัตน์ และคณะ [7] ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการแจ้งจุดประสงค์ การเรียนรู้ และทบทวนความรู้โดยใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย

2) ขั้นสอน ประกอบด้วย

(1) ขั้นเผชิญปัญหาและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาเป็นรายบุคคลตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยามี 4 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอ่านโจทย์และทำความเข้าใจปัญหา โดยบอกสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์และสิ่งที่เป็นปัญหาหรือวัตถุประสงค์

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนวางแผนหรือหายุทธวิธีในการแก้ปัญหาและเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่สุด

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบที่ได้ วางแผนไว้

ขั้นที่ 4 มองย้อนกลับ ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

(2) ขั้นระดมสมองระดับกลุ่มย่อย เป็นขั้นตอนที่นักเรียนรวมกลุ่มและอภิปรายเพื่อหาคำตอบโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา

(3) ขั้นไตร่ตรองระดับกลุ่มใหญ่ เป็นขั้นที่นักเรียนออก มานำเสนอคำตอบหน้าชั้น แสดงความคิดเห็นตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา โดยผู้วิจัยคอยกระตุ้นด้วยคำถาม และเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่นอกเหนือจากที่นักเรียนนำเสนอเพื่อเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาของนักเรียน

3) ขั้นสรุป เป็นการสรุปการเรียนรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด

4) ขั้นฝึกทักษะนักเรียนฝึกทักษะจากแบบฝึกทักษะที่มีสถานการณ์ปัญหาคล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิม

5) ขั้นประเมินผล ใช้การสังเกตการร่วมกิจกรรม ในชั้นเรียน การตรวจผลงาน หลังจากสิ้นสุดการเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

รูปแบบการสอนนี้ช่วยให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริงเฉลี่ยร้อยละ 71.51 และมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 72.92 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป และมีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ จากการทำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ พบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการจำแนก ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการประยุกต์ทักษะการสรุปความและทักษะการจัดหมวดหมู่ คิดเป็นร้อยละ 94.79, 90.63, 73.96, 65.63 และ 40.63 ตามลำดับ

ชุลิตา ชูสกุล และ หล้า ภวภูตานนท์ [27] ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ VAN HIELE และใช้โปรแกรม THE GEOMETER'S SKETCHPAD เป็นเครื่องมือช่วยการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขอนแก่นวิทยาลัย ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียน ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง มีการสังเกต สำรวจค้นหาความรู้ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน และยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ช่วยให้นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.19 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 14 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 70 ขึ้นไป และนักเรียนสามารถพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิต เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส จากระดับที่ 1 การรับรู้จากการ มองเห็น ไปสู่ระดับที่ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนารูปลักษณะ และจากระดับที่ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนา รูปลักษณะ ไปสู่ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ได้

สรรฐณัฐ ปัญญาเสฏโฐ [28] ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยง และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ช่วยให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม นั่นคือนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในทางที่ดีขึ้น

รสริน อะปะหัง [29] ได้กล่าวว่า ยุทธศาสตร์การจัดการการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีการสร้างความรู้และทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านซาง โดยใช้ยุทธศาสตร์การจัดการการเรียนรู้ที่มีหลักการตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้และทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ ประกอบด้วย 5 ส่วนคือ 1) จุดมุ่งหมายของยุทธศาสตร์ 2) แนวคิดทฤษฎีพื้นฐาน 3) หลักการของยุทธศาสตร์ 4) องค์ประกอบของยุทธศาสตร์ด้านกระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นสร้างแรงบันดาลใจ ขั้นแสวงหาความรู้ใหม่ ขั้นค้นพบความรู้ ขั้นฝึกปฏิบัติคิดสร้างสรรค์ ขั้นประยุกต์ใช้แนวคิด องค์ประกอบด้านการจัดสภาพแวดล้อมภายในและภายนอกห้องเรียนและ 5) การประเมินผลยุทธศาสตร์ ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม และคะแนนที่ได้ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มทดลองมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม และคะแนนที่ได้ไม่น้อยกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และกลุ่มทดลองมีคะแนนเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมและอยู่ในเกณฑ์ระดับค่อนข้างดี

เจษฎา ชวนะไพศาล [30] ได้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางเลนวิทยา พบว่านักเรียนมีความรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีทักษะสะเต็มศึกษาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนจากการประเมินตนเองและครูประเมินอยู่ในระดับปานกลาง และมีความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

นัยนา ไพจิตต์ และ คงรัฐ นวลแปง [31] ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

โรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองสูงกว่าเกณฑ์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเวกเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองสูงกว่าเกณฑ์

ศศิชา ทรัพย์ล้น [32] ได้กล่าวว่า การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระปิยมหาราชรมณียเขต ที่จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคนิค KWC กับแนวคิดการสร้างพลังการเรียนรู้ พบว่าผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคนิค KWC กับแนวคิดการสร้างพลังการเรียนรู้ หลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าผลการเรียนรู้ก่อนจัดการเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคนิค KWC กับแนวคิดการสร้างพลังการเรียนรู้ อยู่ในระดับสูงทุกด้าน พลังการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคนิค KWC กับแนวคิดการสร้างพลังการเรียนรู้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคนิค KWC กับแนวคิดการสร้างพลังการเรียนรู้ โดยภาพรวมนักเรียนเห็นด้วยในระดับมาก

วรางคณา และคณะ [33] ได้กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบึงพิไกร โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยาช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพยาโดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างดีมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยาสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยาและนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีการระดมความคิดร่วมกับเพื่อน มีจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจน และมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับเรื่องราวในชีวิตประจำวันนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชื่อมโยงและมีความสามารถในการเรียนรู้ที่ดี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

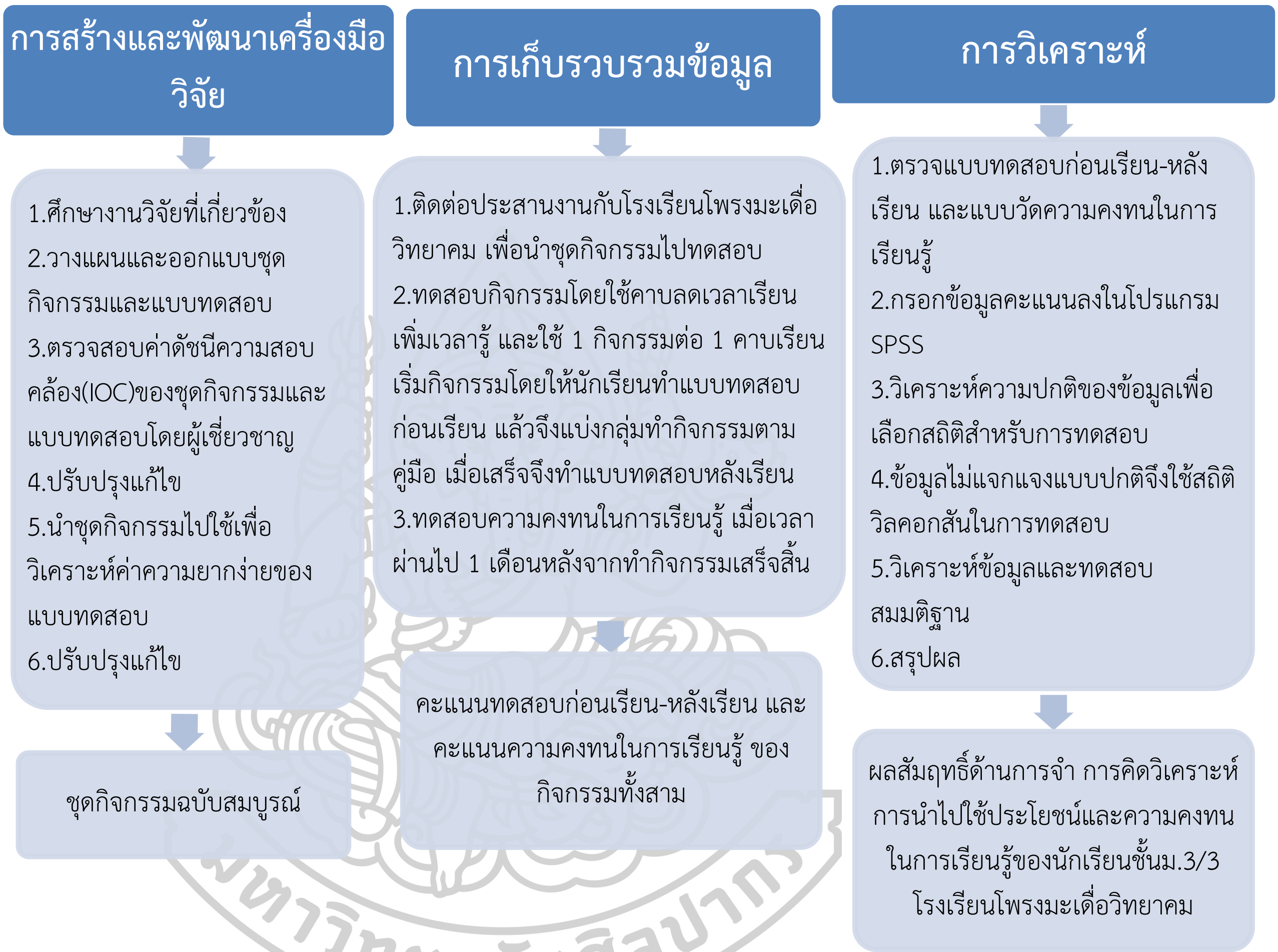
1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมเพื่อสอนรายวิชาคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานสถาปัตยกรรมทางพระพุทธศาสนา

2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม

3. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม

ผู้วิจัยจึงออกแบบการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 1) การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย 2) การเก็บรวบรวมข้อมูล และ 3) การวิเคราะห์ข้อมูล

แผนผังสรุปขั้นตอนการวิจัย



ภาพที่ 6 สรุปขั้นตอนการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์ความยากง่ายของแบบทดสอบ

ในขั้นตอนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ เมื่อผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาและผู้วิจัยได้ปรับแก้แล้ว จึงได้ทำการทดสอบความยากง่ายของแบบทดสอบ โดยในขั้นตอนนี้มีการกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1.1.1 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559โรงเรียนวัดบ้านโป่งสามัคคีคุณูปถัมภ์ ตำบลบ้านโป่ง อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี จำนวน 152 คน

1.1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวัดบ้านโป่งสามัคคีคุณูปถัมภ์ ตำบลบ้านโป่ง อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี จำนวน 35 คนโดยเลือกแบบเจาะจง

1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1.1.3 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนโพรงมะเดื่อวิทยาคม ตำบลโพรงมะเดื่อ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 123 คน

1.1.4 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนโพรงมะเดื่อวิทยาคม ตำบลโพรงมะเดื่อ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 25 คน โดยเลือกแบบเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 กิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานในด้านพระพุทธศาสนา เป็นการนำสิ่งใกล้ตัวหรือสิ่งที่คุ้นเคยมาเชื่อมโยงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น การสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการนี้ เป็นการเสริมสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบใหม่ ที่ไม่ได้จำกัดแค่การเรียนรู้ในห้องเรียนเท่านั้น ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงจะช่วยให้เกิดความคงทนในความรู้ได้ดีกว่าการเรียนแค่ในตำรา กิจกรรมที่ผู้วิจัยได้ออกแบบมานั้นประกอบไปด้วย

1) ผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras

จุดประสงค์

1. รู้จักรูปร่างทางคณิตศาสตร์ ส่วนประกอบ สมบัติของรูปวงกลมและสี่เหลี่ยมจัตุรัส
2. รู้จักการใช้วงเวียนในการสร้างรูปวงกลม
3. เข้าใจเรื่องการวัด คำนวณรัศมีและความยาว ได้ถูกต้อง
4. สามารถใช้ความสัมพันธ์ของวงกลมกับสี่เหลี่ยม สร้างผังของเจดีย์ได้

กฎ Sulva Sutras เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการสร้างผังของเจดีย์ โดยการใช้รูปทรงทางคณิตศาสตร์ (โดยเน้นใช้วงกลมกับสี่เหลี่ยมจัตุรัส) มาสร้างความสัมพันธ์กันจนเกิดเป็นโครงสร้างของแผนผัง ใช้ความรู้เรื่องรูปทรงทางคณิตศาสตร์ สมบัติของรูปวงกลม สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และการวัด มาใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ของรูปวงกลมกับรูปสี่เหลี่ยมเพื่อให้ได้ผังของเจดีย์และเป็นไปตามกฎ Sulva Sutras แล้วจึงใส่รายละเอียด

เพิ่มเติมตามโครงสร้างจริง โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 100 นาที โดยจัดกิจกรรมตามแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2) ลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่

จุดประสงค์

1. คำนวณหาปริมาตรของวัตถุทรงตันได้
2. คำนวณหาปริมาตรของหินไร้รูปทรงได้
3. เปรียบเทียบสัดส่วนของปริมาตรลูกนิมิตกับปริมาตรหินที่นำมาใช้ได้
4. ใช้สัดส่วนที่เปรียบเทียบได้ คำนวณหาน้ำหนักของลูกนิมิตได้

ลูกนิมิตทำจากหินจึงมีน้ำหนักมาก ซึ่งการนำลูกนิมิตที่มีน้ำหนักมากไปชั่งบนตราชั่งนั้นเป็นเรื่องยาก เราจึงใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ในการคำนวณน้ำหนักของลูกนิมิต โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องการหาปริมาตร และการเทียบสัดส่วน โดยการหาปริมาตรของลูกนิมิตของจริง ปริมาตรของหินที่นำมาใช้ และชั่งน้ำหนักของหินที่นำมาใช้ แล้วเปรียบเทียบสัดส่วนของปริมาตรกับน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาน้ำหนักของลูกนิมิตจริง ใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 100 นาที โดยจัดกิจกรรมตามแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3) จำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์

จุดประสงค์

1. สร้างมาตราส่วนขององค์พระปฐมเจดีย์ลงในรูปจำลองสองมิติได้
2. หาพื้นที่ผิวองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำได้
3. คำนวณหาจำนวนกระเบื้องอย่างมากที่สุดที่ใช้ปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำได้

ผนังด้านนอกขององค์พระปฐมเจดีย์ จะถูกปูด้วยกระเบื้องแผ่นเล็กๆ จำนวนมากมาย จะหาจำนวนแผ่นกระเบื้องอย่างมากที่สุดที่ใช้ปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ โดยใช้ความรู้ทาง

คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด พื้นที่ผิวและปริมาตร สัดส่วน การแปลงหน่วย และความรู้พื้นฐาน คำนวณจากภาพจำลองสองมิติ แล้วเทียบอัตราส่วนเพื่อให้ได้จำนวนแผ่นกระเบื้องอย่างมากที่สุดที่ใช้ปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ ใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 100 นาที โดยจัดกิจกรรมตามแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ทั้ง 3 กิจกรรมอาศัยความรู้พื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเรื่อง ทฤษฎีบทพีทากอรัส การวัด อัตราส่วน ปริมาตรและพื้นที่ผิว

2.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะทางด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ โดยชุดกิจกรรมย่อยทั้ง 3 กิจกรรม จะมีแบบทดสอบก่อนเรียนกิจกรรมละ 1 ชุด แบบทดสอบหลังเรียนกิจกรรมละ 1 ชุด ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ชุดละ 6 ข้อ สำหรับวัดความสามารถด้านการจำชุดละ 2 ข้อ วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ชุดละ 2 ข้อ และวัดความสามารถด้านการนำไปใช้ชุดละ 2 ข้อ

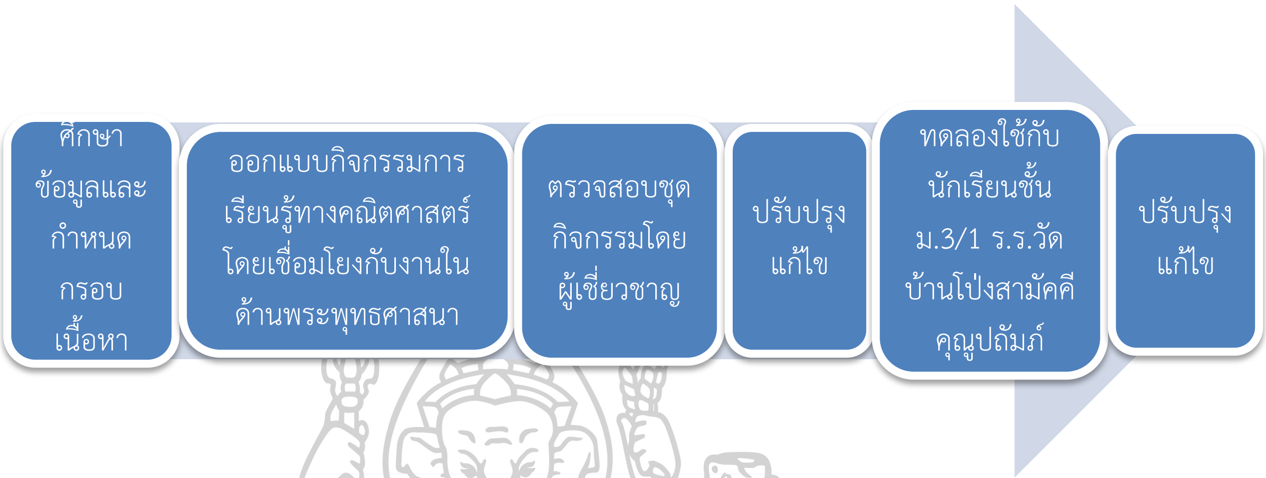
2.3 แบบวัดความคงทนในการเรียนรู้

ใช้ข้อคำถามเดียวกันกับแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละกิจกรรม โดยทดสอบหลังจากทำกิจกรรมผ่านไป 1 เดือน

3. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ สรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

3.1.1 กิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานในด้านพระพุทธศาสนาประกอบไปด้วย 3 กิจกรรม คือ

1) ผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras

2) ลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่

3) จำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์

ทั้ง 3 กิจกรรมอาศัยความรู้พื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเรื่อง การวัด อัตราส่วน ปริมาตรและพื้นที่ผิว

3.1.2 นำชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นทั้ง 3 กิจกรรม เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ว่าสอดคล้องตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ค่าดัชนีความสอดคล้องต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่ากิจกรรมมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์

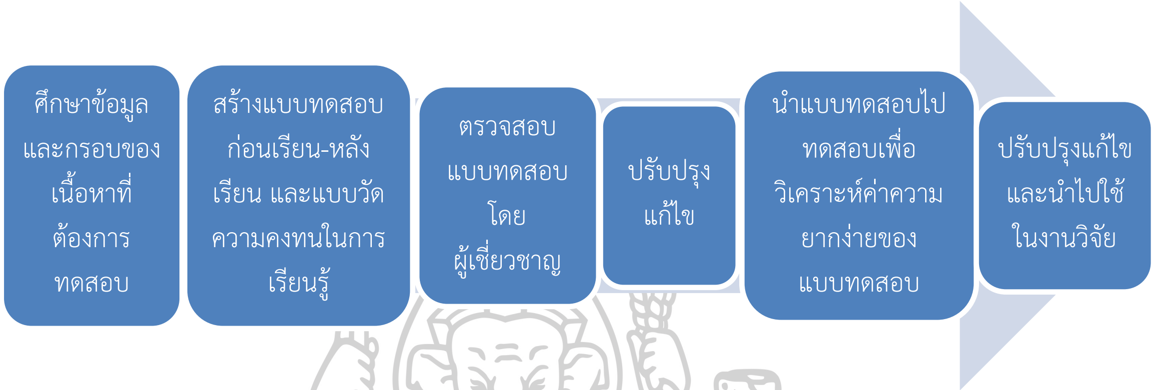
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ากิจกรรมมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 หมายถึง แน่ใจว่ากิจกรรมไม่มีความเหมาะสมและไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

(ดูการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องในภาคผนวก)

3.2 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความคงทนในการเรียนรู้

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความคงทนในการเรียนรู้ สรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความคงทนในการเรียนรู้

3.2.1 สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนซึ่งมีคำถามเป็นคู่ขนานกัน และแบบวัดความคงทนในการเรียนรู้ซึ่งใช้ข้อคำถามเดียวกันกับแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดทักษะทางด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ โดยชุดกิจกรรมย่อยทั้ง 3 กิจกรรม จะมีแบบทดสอบก่อนเรียนกิจกรรมละ 1 ชุด แบบทดสอบหลังเรียนกิจกรรมละ 1 ชุด และแบบวัดความคงทนในการเรียนรู้กิจกรรมละ 1 ชุด ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ชุดละ 6 ข้อ สำหรับวัดความสามารถด้านการจำชุดละ 2 ข้อ วัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ชุดละ 2 ข้อ และวัดความสามารถด้านการนำไปใช้ชุดละ 2 ข้อ

3.2.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อวัดทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วเลือกใช้แบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับทักษะที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับทักษะที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่มีความเหมาะสมและไม่สอดคล้องกับทักษะที่ต้องการวัด

(ดูการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องในภาคผนวก)

3.2.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวัดบ้านโป่งสามัคคีคุณูปถัมภ์ ตำบลบ้านโป่ง อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี จำนวน 35 คน

3.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย โดยจะเลือกใช้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2 – 0.8

3.2.5 ปรับปรุงแก้ไขและนำแบบทดสอบที่ได้ผ่านเกณฑ์และตรงตามจุดประสงค์ไปใช้ในงานวิจัย

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ขั้นวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ติดต่อผู้อำนวยการโรงเรียนโพรงมะเดื่อวิทยาคม เพื่อนำกิจกรรมและแบบทดสอบไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และได้ความอนุเคราะห์เป็นกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 ผู้วิจัยได้ไปทดสอบ ณ วันที่ 18-20 มกราคม พ.ศ. 2560

4.2 ขั้นวัดความคงทนในการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความคงทนในการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 1 เดือน หลังทำกิจกรรม (ผู้วิจัยทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ ในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560)

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

5.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดสอบของวิลคอกซอน (The Wilcoxon Matched- Pairs Signed-Ranks Test) [34]

กำหนดให้ (X_i, Y_i) แทนตัวแปรคู่ตัวที่ i , $i = 1,2,\dots,n'$ โดยที่ n' แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด และทำการแปลงข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ดังนี้

1) คำนวณ $D_i = X_i - Y_i$ (หาผลต่างของตัวแปรคู่ใดๆ)

2) กำหนดให้ n แทนจำนวนคู่ทั้งหมดที่ไม่เท่ากัน

($D_i = X_i - Y_i$ ที่ไม่เท่ากับ 0) นั่นคือ $n \leq n'$

3) จัดอันดับของ $|D_i| = |X_i - Y_i|$ (ค่าสัมบูรณ์ของผลต่างของตัวแปรคู่ใดๆ) จากน้อยสุดไปมากสุด โดยไม่พิจารณาคู่ที่ $|D_i| = 0$ ถ้ามีค่าของ $|D_i|$ เท่ากันจะใช้อันดับเฉลี่ยแทน

สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ

ในการกำหนดสมมติฐานที่ทดสอบจะพิจารณาจากตัวแปรสุ่ม (X_i, Y_i) มีค่ากลางเดียวกัน นั่นคือ อาจเป็นค่าของค่าเฉลี่ย หรือค่ามัธยฐานที่เท่ากันก็ได้ ดังนั้นเมื่อพิจารณา $D_i = X_i - Y_i$ สมมติฐานที่ตั้งก็อยู่ในรูปของ $D_{0.5}$ ซึ่งเป็นตำแหน่งของมัธยฐานของ D_i โดยเทียบกับ 0 ซึ่งสามารถกำหนดสมมติฐานที่ทดสอบดังนี้

ก. การทดสอบสองด้าน

$$H_0 : D_{0.5} = 0 \text{ เทียบกับ } H_1 : D_{0.5} \neq 0$$

หรือ $$H_0 : E(X) = E(Y) \text{ เทียบกับ } H_1 : E(X) \neq E(Y)$$

ข. การทดสอบด้านเดียว แบ่งการตั้งสมมติฐานออกเป็น

การทดสอบด้านเดียวทางซ้าย

$$H_0 : D_{0.5} \geq 0 \text{ เทียบกับ } H_1 : D_{0.5} < 0$$

หรือ $$H_0 : E(X) \geq E(Y) \text{ เทียบกับ } H_1 : E(X) < E(Y)$$

เป็นการทดสอบค่ากลางของตัวแปร X ว่ามีค่าน้อยกว่าค่ากลางของของตัวแปร Y

การทดสอบด้านเดียวทางขวา

$$H_0 : D_{0.5} \leq 0 \text{ เทียบกับ } H_1 : D_{0.5} > 0$$

หรือ $$H_0 : E(X) \leq E(Y) \text{ เทียบกับ } H_1 : E(X) > E(Y)$$

เป็นการทดสอบค่ากลางของตัวแปร X ว่ามีค่ามากกว่าค่ากลางของของตัวแปร Y

ตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบ

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ t โดยที่ t แทนผลรวมของอันดับของ $|D_i|$ เมื่อ $D_i > 0$

นั่นคือt เท่ากับผลรวมของอันดับของ $|D_i|$ ใดๆ ที่ $X_i > Y_i$

$t = \sum_{i=1}^{n} r\,(|D_i|) I_{(0,\infty)}(|D_i|)$เมื่อ $I_{(0,\infty)}(|D_i|) = \begin{cases} 1 & D_i \in (0,\infty) \\ 0 & D_i \notin (0,\infty) \end{cases}$

เมื่อ $r(|D_i|)$ หมายถึงอันดับของ $|D_i|$ ซึ่ง $D_i > 0$

การตัดสินใจ

บริเวณวิกฤตจะไม่พิจารณาตัวแปรคู่ใดๆ ที่เท่ากัน $(X_i = Y_i)$ และกำหนดให้ n แทนจำนวนคู่ทั้งหมดที่ไม่เท่ากัน (กรณีที่ $X_i > Y_i$ และ $X_i < Y_i$) นั่นคือ $n \leq n'$ บริเวณวิกฤตขึ้นอยู่กับสถิติทดสอบและสมมติฐานทางเลือก ซึ่งสามารถหาบริเวณวิกฤต ณ ระดับนัยสำคัญ α โดยพิจารณาจากตารางภาคผนวก-25 [34] และสรุปผลการทดสอบดังนี้

สมมติฐานทางเลือก	บริเวณวิกฤต	ปฏิเสธ H_0 เมื่อ
$H_1: D_{0.5} \neq 0$	$W_{\frac{\alpha}{2},n}$ $W_{1-\frac{\alpha}{2},n}$	$t < W_{\frac{\alpha}{2},n}$ หรือ $t > W_{1-\frac{\alpha}{2},n}$
$H_1: D_{0.5} < 0$	$W_{\alpha,n}$	$t < W_{\alpha,n}$

$H_1: D_{0.5} > 0$	$W_{1-\alpha,n}$	$t > W_{1-\alpha,n}$

หมายเหตุ

- ค่าในตารางภาคผนวก-25 จะมี $P(t < W_{p,n}) \leq p$ และ $P\left(t > W_{p,n}\right) \leq 1 - p$ เมื่อ $p \leq 0.5$ ส่วนกรณีที่ $p > 0.5$ จะพิจารณาจากรูปแบบของความสัมพันธ์ดังนี้

$$W_{p,n} = \frac{n(n+1)}{n} - W_{1-p,n}$$

- กรณีที่ขนาดตัวอย่างมากจะใช้ทฤษฎีขีดจำกัดเข้าสู่ส่วนกลาง โดยที่

$$\mu_r = \frac{n(n+1)}{4}, \sigma_r^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{24}$$ และ

$$W_{p,n} = \frac{n(n+1)}{4} + Z_p\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}$$

การทดสอบความปกติของข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

การทดสอบความเป็นปกติของข้อมูลเพื่อพิจารณาว่าจะเลือกใช้สถิติใดในการทดสอบสมมติฐาน โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

ตั้งสมมติฐานการทดสอบ

H_0: ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

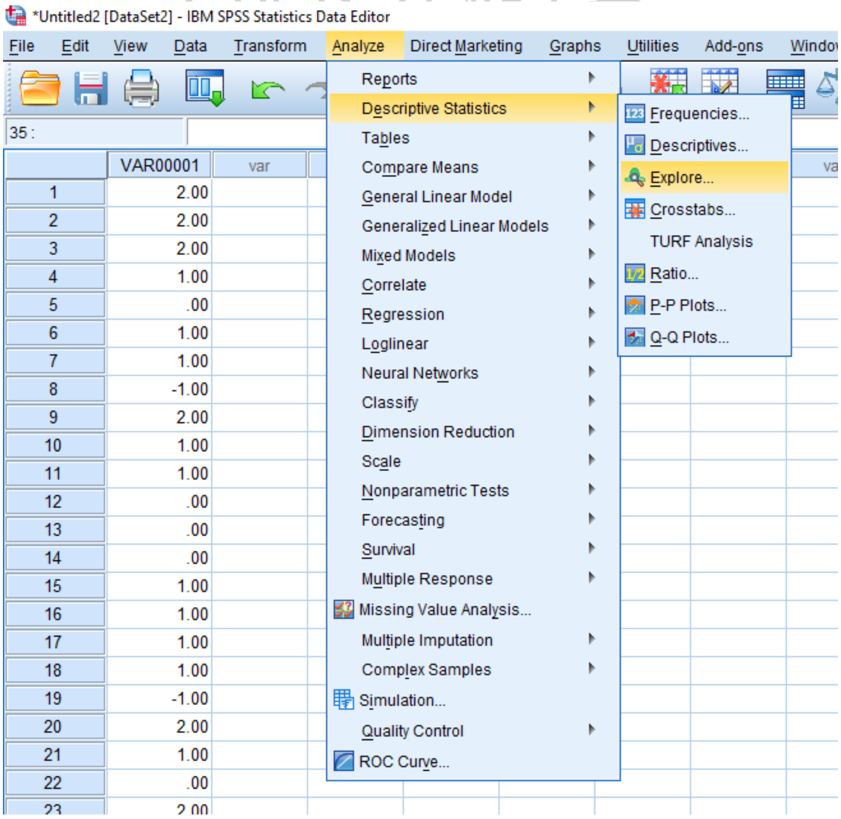
H_1: ข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

กรอกข้อมูลที่ต้องการทดสอบลงในโปรแกรม SPSS

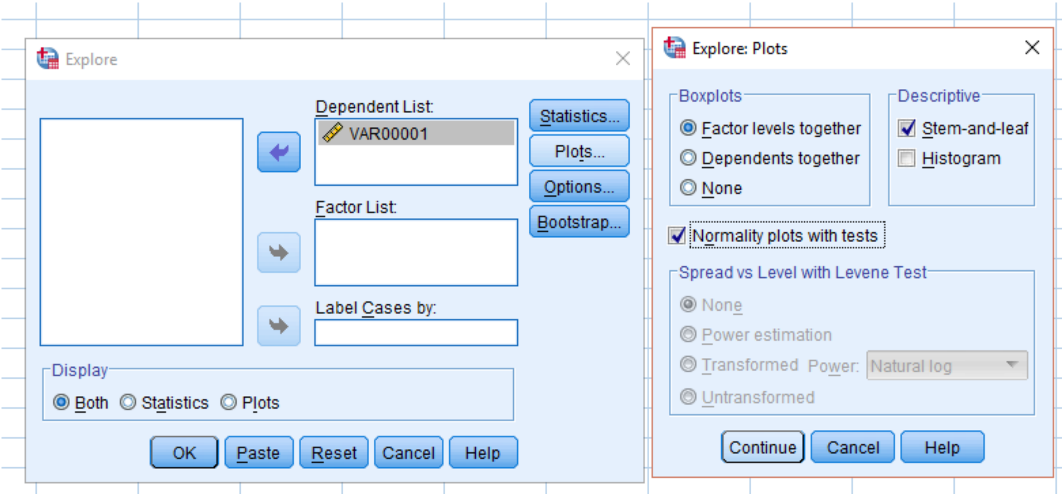
ขั้นตอนที่ 2

เลือกเมนู Analyze >> Descriptive Statistics >> Explore..



ขั้นตอนที่ 3

จะปรากฏหน้าต่าง Explore จากนั้นใส่ข้อมูลที่ต้องการทดสอบในช่อง Dependent List แล้วกดปุ่ม plots แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่อง Normality plots with tests กดปุ่ม Continue จากนั้นกดปุ่ม OK



ขั้นตอนที่ 4

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
VAR00001	.236	25	.001	.909	25	.029

a. Lilliefors Significance Correction

พิจารณาค่า Sig. = 0.029 < $\alpha = 0.05$ นั่นคือ ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่า ข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

ดังนั้นจึงเลือกใช้สถิติแบบนอนพาราเมตริกสำหรับการทดสอบสมมติฐานของข้อมูลที่ไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

5.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

5.2.1 การหาค่าความยากง่ายของข้อคำถามแต่ละข้อ ซึ่งจะใช้สำหรับหาความยากง่ายของข้อคำถามของแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และแบบวัดความคงทนในการเรียนรู้ โดยใช้สูตร

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือ ค่าความยากง่ายของข้อคำถามแต่ละข้อ

R คือ จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบความยากง่ายของข้อคำถามนั้นเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนวัดบ้านโป่งสามัคคีคุณูปถัมภ์

การแปลความหมายค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ มีเกณฑ์ดังนี้

ดัชนีค่าความยากง่าย	ความหมาย
มากกว่า 0.8	ง่ายมาก (ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.6 - 0.8	ค่อนข้างง่าย
0.4 - 0.6	ปานกลาง
0.2 - 0.4	ค่อนข้างยาก
น้อยกว่า 0.2	ยากมาก (ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

ค่าความยากง่าย จะมีค่าตั้งแต่ 0.0 – 1.0 ถ้าค่า P เข้าใกล้ 1.0 แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย แต่ถ้าค่า P เข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก ส่วนข้อสอบที่ค่า P ระหว่าง 0.4 – 0.6 เป็นข้อสอบที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ทดสอบ

5.2.2 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน และคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับทักษะที่ต้องการวัด

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ใช้สำหรับการวิเคราะห์ความสอดคล้องของชุดกิจกรรมกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ และวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามกับทักษะที่ต้องการวัดของแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

การแปลความหมายค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ มีเกณฑ์ดังนี้

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป	ข้อสอบข้อนั้นใช้ได้
น้อยกว่า 0.5 ลงมา	พิจารณาแก้ไขปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มุ่งหวังเพื่อสร้างชุดกิจกรรมสำหรับสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ให้มีทักษะในด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ รวมถึงมีความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 โรงเรียนโพรงมะเดื่อวิทยาคม จังหวัดนครปฐม โดยผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

$\bar{x}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย (Mean)

H_0 หมายถึง สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis)

H_1 หมายถึง สมมติฐานรอง (Alternative Hypothesis)

Sig. หมายถึง ค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้จากตัวสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ การนำไปใช้ประโยชน์ และความคงทนในการเรียนรู้ ของกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ การนำไปใช้ประโยชน์ และความคงทนในการเรียนรู้ ของกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่

ตอนที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ การนำไปใช้ประโยชน์ และความคงทนในการเรียนรู้ ของกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์

ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ การนำไปใช้ประโยชน์ และความคงทนในการเรียนรู้ ของกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras เพื่อวิเคราะห์ว่าหลังจากใช้ชุดกิจกรรมแล้วผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนเป็นอย่างไรบ้าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (pretest) โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นเริ่มดำเนินการสอนด้วยชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras และหลังจากดำเนินการสอนเสร็จสิ้นแล้วจึงดำเนินการทดสอบหลังเรียน (posttest) เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วจึงวิเคราะห์ว่าผลการเรียนหลังจากใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras เปรียบเทียบกับก่อนเรียนว่าเป็นอย่างไร และหลังจากใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras แล้วนักเรียนมีทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการ

นำไปใช้ประโยชน์ ดีขึ้นหรือไม่ และการเรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งผลต่อความคงทนในการเรียนรู้อย่างไร ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras โดยการทดสอบอันดับที่มีเครื่องหมายกำกับของวิลคอกซัน (The Wilcoxon Matched- Pairs Signed-Ranks Test) [34] ภายใต้การกำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05 และมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบสมมติฐานหลักเพื่อวิเคราะห์ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยกำหนดสมมติฐานการทดสอบดังนี้

ให้ $E(X)$และ $E(Y)$ แทนค่าคาดหวังของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม

สมมติฐานที่ทดสอบ

$$H_0 : E(X) \leq E(Y)$$

เทียบกับ $$H_1 : E(X) > E(Y)$$

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ขั้นตอนที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras

คนที่	คะแนน		ผลต่างของคะแนน $D = X_i - Y_i$	อันดับที่ของความแตกต่าง $r(D_i)$	อันดับตามเครื่องหมาย	
	ก่อนเรียน(Y_i) เต็ม 6 คะแนน	หลังเรียน(X_i) เต็ม 6 คะแนน			+	-
1	1	5	4	24.5	+24.5	-
2	1	4	3	21.5	+21.5	-
3	2	4	2	16	+16	-
4	1	3	2	16	+16	-
5	3	3	0	-	-	-
6	0	1	1	9	+9	-
7	0	4	4	24.5	+24.5	-

8	3	4	1	9	+9	-
9	3	2	-1	9	-	-9
10	1	4	3	21.5	+21.5	-
11	1	3	2	16	+16	-
12	1	4	3	21.5	+21.5	-
13	3	4	1	9	+9	-
14	4	5	1	9	+9	-
15	2	1	-1	9	-	-9
16	2	2	0	-	-	-
17	1	3	2	16	+16	-
18	1	4	3	21.5	+21.5	-
19	3	3	0	-	-	-
20	2	4	2	16	+16	-
21	4	4	0	-	-	-
22	2	2	0	-	-	-
23	1	2	1	9	+9	-
24	1	3	2	16	+16	-
25	2	4	2	16	+16	-
รวม					292	-18

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras

ขั้นตอนที่ 4 สรุปตัดสินใจ

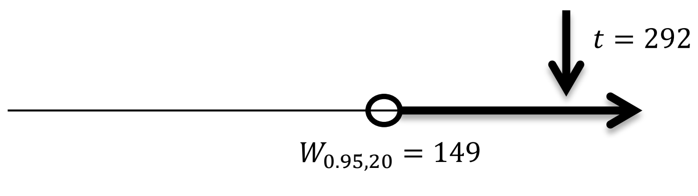
สถิติทดสอบ

$$t = \sum_{i=1}^{20} r\,(|D_i|) I_{(0,\infty)}(|D_i|) = 24.5 + 21.5 + 16 + 16 + 9 + 24.5 + 9$$
$$+0 + 21.5 + 16 + 21.5 + 9 + 9 + 0 + 16 + 21.5 + 16 + 9 + 16 + 16 = 292$$

กำหนด $\alpha = 0.05$ และ $n = 20$

ค่าวิกฤต $W_{0.95,20} = \frac{n(n+1)}{2} - W_{0.05,20} = 292 - 61 = 231$

จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 231$



สรุป เนื่องจาก $t = 292 > W_{0.95,20} = 231$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมโดยพิจารณาตามทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์

ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ที่จำแนกทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ได้ผลดังนี้

กิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras			คะแนนทักษะที่วัดได้											
			ด้านการจำ (เต็ม 2 คะแนน)				ด้านการคิดวิเคราะห์ (เต็ม 2 คะแนน)				ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ (เต็ม 2 คะแนน)			
คนที่	คะแนนรวมก่อนเรียน	คะแนนรวมหลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น		ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น		ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น	
					คะแนน	ร้อยละ			คะแนน	ร้อยละ			คะแนน	ร้อยละ
1	1	5	0	2	2	100	1	2	1	50	0	1	1	50
2	1	4	0	2	2	100	1	1	0	0	0	1	1	50
3	2	4	1	2	1	50	1	1	0	0	0	1	1	50
4	1	3	1	2	1	50	0	0	0	0	0	1	1	50
5	3	3	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
6	0	1	0	1	1	50	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	4	0	2	2	100	0	0	0	0	0	2	2	100
8	3	4	1	2	1	50	1	1	0	0	1	1	0	0
9	3	2	1	1	0	0	1	0	-1	-50	1	1	0	0
10	1	4	0	2	2	100	1	1	0	0	0	1	1	50
11	1	3	1	2	1	50	0	0	0	0	0	1	1	50
12	1	4	0	2	2	100	1	1	0	0	0	1	1	50
13	3	4	0	2	2	100	1	0	-1	-50	2	2	0	0
14	4	5	2	2	0	0	0	1	1	50	2	2	0	0
15	2	1	0	1	1	50	2	0	-2	-	0	0	0	0
16	2	2	0	1	1	50	2	0	-2	-	0	1	1	50
17	1	3	1	2	1	50	0	1	1	50	0	0	0	0
18	1	4	0	2	2	100	1	0	-1	-50	0	2	2	100
19	3	3	1	1	0	0	0	1	1	50	2	1	-1	-50
20	2	4	0	2	2	100	1	1	0	0	1	1	0	0
21	4	4	2	2	0	0	0	1	1	50	2	1	-1	-50

22	2	2	0	1	1	50	1	1	0	0	1	0	-1	-50
23	1	2	0	2	2	100	1	0	-1	-50	0	0	0	0
24	1	3	0	2	2	100	1	1	0	0	0	0	0	0
25	2	4	1	2	1	50	0	1	1	50	1	1	0	0
รวม	45	82	13	43	30		18	16	-2		14	23	9	
ค่าเฉลี่ย	1.8	3.28	0.52	1.72	1.2	60	0.72	0.64	-0.8	-4	0.56	0.92	0.36	18

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ที่จำแนกทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ของกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras

จากตารางที่ 2 สังเกตร้อยละที่เพิ่มขึ้นของคะแนนหลังเรียนจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของทักษะด้านการจำและการนำไปใช้ประโยชน์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน นั่นคือหลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras นักเรียนสามารถทำข้อสอบด้านการจำได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 60 และทำข้อสอบด้านการนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 18

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐานการทดสอบ

ให้ $E(X)$และ $E(Y)$ แทนค่าคาดหวังของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและคาดหวังของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras สำหรับทักษะด้านการจำ ด้านการคิดวิเคราะห์ หรือด้านการนำไปใช้ประโยชน์ แล้วแต่กรณี

สมมติฐานที่ทดสอบ

$$H_0 : E(X) \leq E(Y)$$

เทียบกับ $$H_1 : E(X) > E(Y)$$

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ขั้นตอนที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutrasโดยพิจารณาตามทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์

กรณี 1 การทดสอบทักษะด้านการจำ

คนที่	คะแนน		ผลต่างของ	อันดับที่	อันดับตามเครื่องหมาย	
	ก่อนเรียน (Y_i) เต็ม 6 คะแนน	หลังเรียน (X_i) เต็ม 6 คะแนน	คะแนน $D = X_i - Y_i$	ของความแตกต่าง $r(D_i)$	+	-
1	0	2	2	15.5	+15.5	-
2	0	2	2	15.5	+15.5	-
3	1	2	1	5.5	+5.5	-
4	1	2	1	5.5	+5.5	-
5	1	1	0	-	-	-
6	0	1	1	5.5	+5.5	-
7	0	2	2	15.5	+15.5	-
8	1	2	1	5.5	+5.5	-
9	1	1	0	-	-	-
10	0	2	2	15.5	+15.5	-
11	1	2	1	5.5	+5.5	-
12	0	2	2	15.5	+15.5	-
13	0	2	2	15.5	+15.5	-
14	2	2	0	-	-	-
15	0	1	1	5.5	+5.5	-
16	0	1	1	5.5	+5.5	-
17	1	2	1	5.5	+5.5	-
18	0	2	2	15.5	+15.5	-
19	1	1	0	-	-	-
20	0	2	2	15.5	+15.5	-
21	2	2	0	-	-	-
22	0	1	1	5.5	+5.5	-
23	0	2	2	15.5	+15.5	-
24	0	2	2	15.5	+15.5	-
25	1	2	1	5.5	+5.5	-
รวม					210	0

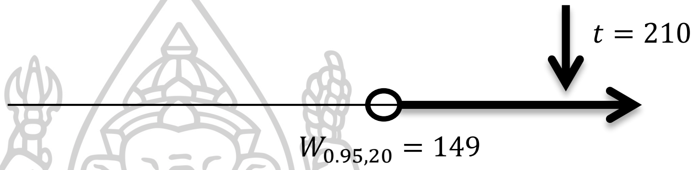
ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการจำของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras

สถิติทดสอบ

$$t = \sum_{i=1}^{20} r\,(|D_i|) I_{(0,\infty)}(|D_i|) = 15.5 + 15.5 + 5.5 + 5.5 + 5.5 + 15.5 + 5.5 + 15.5$$
$$+5.5 + 15.5 + 15.5 + 5.5 + 5.5 + 5.5 + 15.5 + 15.5 + 5.5 + 15.5 + 15.5 + 5.5$$
$$= 210$$

กำหนด $\alpha = 0.05$ และ $n = 20$

ค่าวิกฤต $W_{0.95,20} = \frac{n(n+1)}{2} - W_{0.05,20} = 210 - 61 = 149$ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 149$



สรุป เนื่องจาก $t = 210 > W_{0.95,20} = 149$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการจำหลังเรียนด้วยกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการจำก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

กรณี 2 การทดสอบทักษะด้านการคิดวิเคราะห์

คนที่	คะแนน		ผลต่างของคะแนน $D = X_i - Y_i$	อันดับที่ของความแตกต่าง $r(D_i)$	อันดับตามเครื่องหมาย	
	ก่อนเรียน (Y_i) เต็ม 6 คะแนน	หลังเรียน (X_i) เต็ม 6 คะแนน			+	-
1	1	2	1	5.5	+5.5	-
2	1	1	0	-	-	-
3	1	1	0	-	-	-
4	0	0	0	-	-	-
5	1	1	0	-	-	-
6	0	0	0	-	-	-
7	0	0	0	-	-	-
8	1	1	0	-	-	-
9	1	0	-1	5.5	-	-5.5

10	1	1	0	-	-	-
11	0	0	0	-	-	-
12	1	1	0	-	-	-
13	1	0	-1	5.5	-	-5.5
14	0	1	1	5.5	+5.5	-
15	2	0	-2	11.5	-	-11.5
16	2	0	-2	11.5	-	-11.5
17	0	1	1	5.5	+5.5	-
18	1	0	-1	5.5	-	-5.5
19	0	1	1	5.5	+5.5	-
20	1	1	0	-	-	-
21	0	1	1	5.5	+5.5	-
22	1	1	0	-	-	-
23	1	0	-1	5.5	-	-5.5
24	1	1	0	-	-	-
25	0	1	1	5.5	+5.5	-
รวม					33	-45

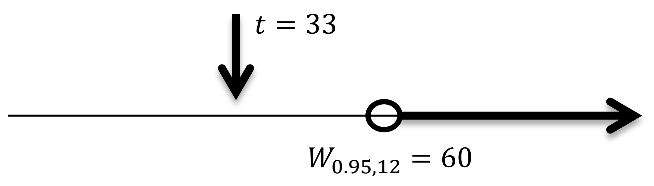
ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม ผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras

สถิติทดสอบ

$t = \sum_{i=1}^{12} r\,(|D_i|) I_{(0,\infty)}(|D_i|) = 5.5 + 0 + 0 + 5.5 + 0 + 0 + 5.5 + 0 + 5.5 + 5.5 + 0 + 5. \;= 33$

กำหนด $\alpha = 0.05$ และ $n = 12$

ค่าวิกฤต $W_{0.95,12} = \frac{n(n+1)}{2} - W_{0.05,12} = 78 - 18 = 60$ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 60$



สรุป เนื่องจาก $t = 33 < W_{0.95,12} = 60$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 นั่นคือ สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนด้วยกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ *Sulva Sutras* ไม่สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

กรณี 3 การทดสอบทักษะด้านการนำไปใช้ประโยชน์

คนที่	คะแนน		ผลต่างของคะแนน $D = X_i - Y_i$	อันดับที่ของความแตกต่าง $r(D_i)$	อันดับตามเครื่องหมาย	
	ก่อนเรียน(Y_i) เต็ม 6 คะแนน	หลังเรียน(X_i) เต็ม 6 คะแนน			+	-
1	0	1	1	6	+6	-
2	0	1	1	6	+6	-
3	0	1	1	6	+6	-
4	0	1	1	6	+6	-
5	1	1	0	-	-	-
6	0	0	0	-	-	-
7	0	2	2	12.5	+12.5	-
8	1	1	0	-	-	-
9	1	1	0	-	-	-
10	0	1	1	6	+6	-
11	0	1	1	6	+6	-
12	0	1	1	6	+6	-
13	2	2	0	-	-	-
14	2	2	0	-	-	-
15	0	0	0	-	-	-
16	0	1	1	6	+6	-
17	0	0	0	-	-	-
18	0	2	2	12.5	+12.5	-
19	2	1	-1	6	-	-6
20	1	1	0	-	-	-
21	2	1	-1	6	-	-6
22	1	0	-1	6	-	-6
23	0	0	0	-	-	-
24	0	0	0	-	-	-
25	1	1	0	-	-	-
รวม					73	-18

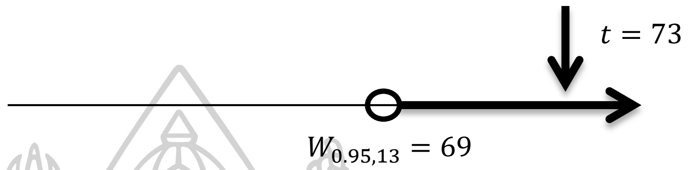
ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ประโยชน์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras

สถิติทดสอบ

$t = \sum_{i=1}^{13} r\,(|D_i|) I_{(0,\infty)}(|D_i|) = 6 + 6 + 6 + 6 + 12.5 + 6 + 6 + 6 + 6 + 12.5 + 0 + 0 + 0\ = 73$

กำหนด $\alpha = 0.05$ และ $n = 13$

ค่าวิกฤต $W_{0.95,13} = \frac{n(n+1)}{2} - W_{0.05,13} = 91 - 22 = 69$ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 69$



สรุป เนื่องจาก $t = 73 > W_{0.95,13} = 69$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 นั่นคือ สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการนำไปใช้ประโยชน์หลังเรียนด้วยกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการนำไปใช้ประโยชน์ก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์

พิจารณาค่าทักษะด้านการจำค่า $t = 210 > W_{0.95,20} = 149$ นั่นคือปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่าผลการใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras ช่วยให้มีทักษะด้านการจำหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พิจารณาค่าทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ค่า $t = 33 < W_{0.95,12} = 60$ นั่นคือยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1 แสดงว่าผลการใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras ของทักษะด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนไม่สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พิจารณาค่าทักษะด้านการนำไปใช้ประโยชน์ค่า $t = 73 > W_{0.95,13} = 69$ นั่นคือปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่าผลการใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras ช่วยให้มีทักษะด้านการนำไปใช้ประโยชน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. การวิเคราะห์เพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras

พิจารณาเปรียบเทียบค่าร้อยละความคงทนในการเรียนรู้ด้วยสูตร

$$\text{ค่าร้อยละของความคงทนในการเรียนรู้} = \left(\frac{\text{คะแนนจากแบบวัดความคงทนในการเรียนรู้}}{\text{คะแนนทดสอบหลังเรียน}}\right) \times 100$$

$$= \left(\frac{62}{82}\right) \times 100 \ = 75.61$$

จากการวิเคราะห์ค่าร้อยละความคงทนในการเรียนรู้ดังสูตรข้างต้นพบว่า หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรม ผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras ผ่านไปแล้วเป็นระยะเวลา 1 เดือน นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ร้อยละ 75.61

ตอนที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ การนำไปใช้ประโยชน์ และความคงทนในการเรียนรู้ ของกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ เพื่อวิเคราะห์ว่าหลังจากใช้ชุดกิจกรรมแล้วผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนเป็นอย่างไรบ้าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (pretest) โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นเริ่มดำเนินการสอนด้วยชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่หลังจากดำเนินการสอนเสร็จสิ้นแล้ว จึงดำเนินการทดสอบหลังเรียน (posttest) เพื่อวิเคราะห์ว่าผลการเรียนหลังจากใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่เปรียบเทียบกับก่อนเรียนว่าเป็นอย่างไร และหลังจากใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ แล้วนักเรียนมีทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ดีขึ้นหรือไม่ และการเรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งผลต่อความคงทนในการเรียนรู้อย่างไร ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ โดยการทดสอบอันดับที่มีเครื่องหมายกำกับของวิลคอกซัน (The Wilcoxon Matched- Pairs Signed-Ranks Test) ภายใต้การกำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05 และมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบสมมติฐานหลักเพื่อวิเคราะห์ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยกำหนดสมมติฐานการทดสอบดังนี้

ให้ $E(X)$และ $E(Y)$ แทนค่าคาดหวังของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม

สมมติฐานที่ทดสอบ

$$H_0 : E(X) \leq E(Y)$$

เทียบกับ $$H_1 : E(X) > E(Y)$$

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ขั้นตอนที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่

คนที่	คะแนน		ผลต่างของคะแนน $D = X_i - Y_i$	อันดับที่ของความแตกต่าง $r(D_i)$	อันดับตามเครื่องหมาย	
	ก่อนเรียน(Y_i) เต็ม 6 คะแนน	หลังเรียน(X_i) เต็ม 6 คะแนน			+	-
1	1	3	2	21.5	+21.5	-
2	1	3	2	21.5	+21.5	-
3	0	2	2	21.5	+21.5	-
4	2	3	1	12	+12	-
5	4	4	0	-	-	-
6	2	3	1	12	+12	-
7	3	4	1	12	+12	-
8	3	2	-1	12	-	-12
9	1	3	2	21.5	+21.5	-
10	0	1	1	12	+12	-
11	0	1	1	12	+12	-
12	3	3	0	-	-	-
13	1	1	0	-	-	-
14	2	2	0	-	-	-
15	1	2	1	12	+12	-
16	3	4	1	12	+12	-
17	3	4	1	12	+12	-
18	0	1	1	12	+12	-
19	4	3	-1	12	-	-12
20	0	2	2	21.5	+16	-
21	1	2	1	12	+12	-
22	4	4	0	-	-	-

23	2	4	2	21.5	+21.5	-
24	1	4	3	25	+25	-
25	2	3	1	12	+12	-
รวม					310	-24

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่

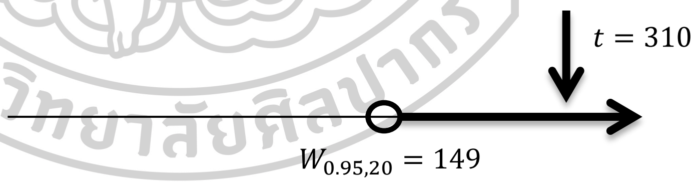
ขั้นตอนที่ 4 สรุปตัดสินใจ

สถิติทดสอบ

$$t = \sum_{i=1}^{20} r\,(|D_i|) I_{(0,\infty)}(|D_i|) = 21.5 + 21.5 + 21.5 + 12 + 12 + 12 + 0 + 21.5 + 12$$
$$+12 + 12 + 12 + 12 + 12 + 0 + 21.5 + 12 + 21.5 + 25 + 12 = 310$$

กำหนด $\alpha = 0.05$ และ $n = 20$

ค่าวิกฤต $W_{0.95,20} = \frac{n(n+1)}{2} - W_{0.05,20} = 210 - 61 = 149$ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 149$



สรุป เนื่องจาก $t = 310 > W_{0.95,20} = 149$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมโดยพิจารณาตามทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์

ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ที่จำแนกทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ได้ผลดังนี้

กิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่			คะแนนทักษะที่วัดได้											
			ด้านการจำ (เต็ม *2* คะแนน)				ด้านการคิดวิเคราะห์ (เต็ม *2* คะแนน)				ด้านการนำไปใช้ประโยชน์(เต็ม *2* คะแนน)			
คนที่	คะแนนรวมก่อนเรียน	คะแนนรวมหลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น		ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น		ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น	
					คะแนน	ร้อยละ			คะแนน	ร้อยละ			คะแนน	ร้อยละ
1	1	3	0	2	2	100	1	1	0	0	0	0	0	0
2	1	3	0	2	2	100	0	0	0	0	1	1	0	0
3	0	2	0	2	2	100	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	3	0	1	1	50	0	2	2	100	1	0	-1	-50
5	4	4	2	1	-1	-50	0	1	1	50	1	2	1	50
6	2	3	1	0	-1	-50	1	2	1	50	0	1	1	50
7	3	4	1	2	1	50	0	0	0	0	2	2	0	0
8	3	2	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	-1	-50
9	1	3	1	2	1	50	1	1	0	0	0	0	0	0
10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	50
11	0	1	0	1	1	50	0	0	0	0	0	0	0	0
12	3	3	1	2	1	50	0	1	1	50	2	0	-2	-
13	1	1	0	0	0	0	1	0	-1	-50	0	1	1	50
14	2	2	0	1	1	50	1	0	-1	-50	1	1	1	50
15	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	50
16	3	4	0	0	0	0	1	2	1	50	2	2	0	0
17	3	4	0	2	2	100	1	1	0	0	2	1	-1	-50
18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	50
19	4	3	1	1	0	0	1	1	0	0	2	1	-1	-50
20	0	2	0	1	1	50	0	1	1	50	0	0	0	0
21	1	2	0	1	1	50	0	0	0	0	1	1	0	0
22	4	4	1	2	1	50	1	1	0	0	2	1	-1	-50
23	2	4	1	2	1	50	1	1	0	0	0	1	1	50
24	1	4	1	2	1	50	0	1	1	50	0	1	1	50
25	2	3	1	2	1	50	0	0	0	0	1	1	0	0
รวม	44	68	13	31	18		11	17	6		20	20	2	
ค่าเฉลี่ย	1.76	2.72	0.52	1.24	0.72	36	0.44	0.68	0.24	12	0.8	0.8	0.08	4

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ที่จำแนกทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ของกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่

จากตารางที่ 7 สังเกตร้อยละที่เพิ่มขึ้นของคะแนนหลังเรียนจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของทักษะด้านการจำและการคิดวิเคราะห์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน นั้นคือหลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ นักเรียนสามารถทำข้อสอบด้านการจำได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 36 ทำข้อสอบด้านการคิดวิเคราะห์ได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 12
และทำข้อสอบด้านการนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 4

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐานการทดสอบ

ให้ $E(X)$และ $E(Y)$ แทนค่าคาดหวังของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและค่าคาดหวังของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ สำหรับทักษะด้านการจำ ด้านการคิดวิเคราะห์หรือด้านการนำไปใช้ประโยชน์ แล้วแต่กรณี
สมมติฐานที่ทดสอบ

$$H_0 : E(X) \leq E(Y)$$

เทียบกับ $$H_1 : E(X) > E(Y)$$

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ขั้นตอนที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ โดยพิจารณาตามทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์

กรณี 1 การทดสอบทักษะด้านการจำ

คนที่	คะแนน		ผลต่างของคะแนน $D = X_i - Y_i$	อันดับที่ของความแตกต่าง $r(D_i)$	อันดับตามเครื่องหมาย	
	ก่อนเรียน(Y_i) เต็ม 6 คะแนน	หลังเรียน(X_i) เต็ม 6 คะแนน			+	-
1	0	2	2	16	+16	-
2	0	2	2	16	+16	-
3	0	2	2	16	+16	-
4	0	1	1	7	+7	-
5	2	1	-1	7	-	-7

6	1	0	-1	7	-	-7
7	1	2	1	7	+7	-
8	1	1	0	-	-	-
9	0	2	2	16	+16	-
10	0	0	0	-	-	-
11	0	1	1	7	+7	-
12	1	2	1	7	+7	-
13	0	0	0	-	-	-
14	0	1	1	7	+7	-
15	1	1	0	-	-	-
16	0	0	0	-	-	-
17	0	2	2	16	+16	-
18	0	0	0	-	-	-
19	1	1	0	-	-	-
20	0	1	1	7	+7	-
21	0	1	1	7	+7	-
22	1	2	1	7	+7	-
23	1	2	1	7	+7	-
24	1	2	1	7	+7	-
25	1	2	1	7	+7	-
รวม					141	-14

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการจำของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่

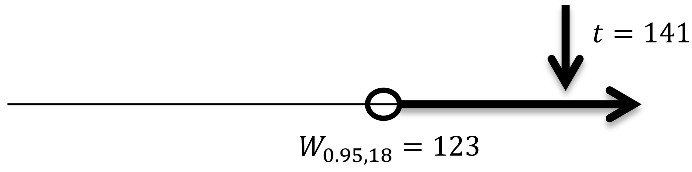
สถิติทดสอบ

$$t = \sum_{i=1}^{18} r\,(|D_i|) I_{(0,\infty)}(|D_i|) = 16 + 16 + 16 + 7 + 0 + 0 + 7 + 16 + 7 + 7 + 7$$

$$+16 + 7 + 7 + 7 + 7 + 7 + 7 = 141$$

กำหนด $\alpha = 0.05$ และ $n = 18$

ค่าวิกฤต $W_{0.9518} = \frac{n(n+1)}{2} - W_{0.05,18} = 171 - 48 = 123$ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 123$



สรุป เนื่องจาก $t = 141 > W_{0.95,18} = 123$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการจำหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการจำก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

กรณี 2 การทดสอบทักษะด้านการคิดวิเคราะห์

คนที่	คะแนน		ผลต่างของคะแนน $D = X_i - Y_i$	อันดับที่ของความแตกต่าง $r(D_i)$	อันดับตามเครื่องหมาย	
	ก่อนเรียน(Y_i) เต็ม 6 คะแนน	หลังเรียน(X_i) เต็ม 6 คะแนน			+	-
1	1	1	0	-	-	-
2	0	0	0	-	-	-
3	0	0	0	-	-	-
4	0	2	2	8	+8	-
5	1	1	0	-	-	-
6	1	2	1	4	+4	-
7	0	0	0	-	-	-
8	1	1	0	-	-	-
9	1	1	0	-	-	-
10	0	0	0	-	-	-
11	0	0	0	-	-	-
12	0	1	1	4	+4	-
13	1	0	-1	4	-	-4
14	1	0	-1	4	-	-4
15	0	0	0	-	-	-
16	1	2	1	4	+4	-
17	1	1	0	-	-	-
18	0	0	0	-	-	-
19	1	1	0	-	-	-
20	0	1	1	4	+4	-

21	0	0	0	-	-	-
22	1	1	0	-	-	-
23	1	1	0	-	-	-
24	0	1	1	4	+4	-
25	0	0	0	-	-	-
รวม					28	-8

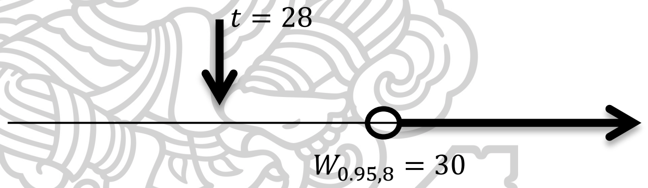
ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่

สถิติทดสอบ

$$t = \sum_{i=1}^{8} r\,(|D_i|) I_{(0,\infty)}(|D_i|) = 8 + 4 + 4 + 0 + 0 + 4 + 4 + 4 = 28$$

กำหนด $\alpha = 0.05$ และ $n = 8$

ค่าวิกฤต $W_{0.95,8} = \frac{n(n+1)}{2} - W_{0.05,8} = 36 - 6 = 30$ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 30$



สรุป เนื่องจาก $t = 28 < W_{0.95,8} = 30$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 นั่นคือ สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ไม่สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

กรณี 3 การทดสอบทักษะด้านการนำไปใช้ประโยชน์

คนที่	คะแนน		ผลต่างของคะแนน $D = X_i - Y_i$	อันดับที่ของความแตกต่าง $r(D_i)$	อันดับตามเครื่องหมาย	
	ก่อนเรียน(Y_i) เต็ม 6 คะแนน	หลังเรียน(X_i) เต็ม 6 คะแนน			+	-
1	0	0	0	-	-	-
2	1	1	0	-	-	-

3	0	0	0	-	-	-
4	2	0	-2	13.5	-	-13.5
5	1	2	1	6.5	-	-6.5
6	0	1	1	6.5	+6.5	-
7	2	2	0	-	-	-
8	1	0	-1	6.5	-	-6.5
9	0	0	0	-	-	-
10	0	1	1	6.5	+6.5	-
11	0	0	0	-	-	-
12	2	0	-2	13.5	-	-13.5
13	0	1	1	6.5	+6.5	-
14	1	1	0	-	-	-
15	0	1	1	6.5	+6.5	-
16	2	2	0	-	-	-
17	2	1	-1	6.5	-	-6.5
18	0	1	1	6.5	+6.5	-
19	2	1	-1	6.5	-	-6.5
20	0	0	0	-	-	-
21	1	1	0	-	-	-
22	2	1	-1	6.5	-	-6.5
23	0	1	1	6.5	+6.5	-
24	0	1	1	6.5	+6.5	-
25	1	1	0	-	-	-
รวม					45.5	-59.5

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำใช้ประโยชน์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่

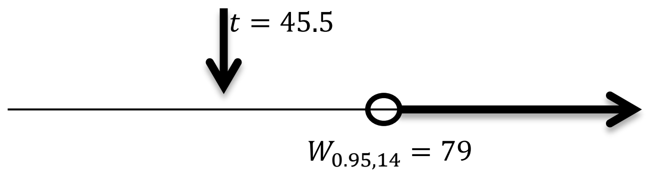
สถิติทดสอบ

$$t = \sum_{i=1}^{14} r\left(|D_i|\right) I_{(0,\infty)}\left(|D_i|\right) = 0 + 0 + 6.5 + 0 + 6.5 + 0 + 6.5 + 6.5$$

$$+0 + 6.5 + 0 + 0 + 6.5 + 6.5 = 45.5$$

กำหนด $\alpha = 0.05$ และ $n = 14$

ค่าวิกฤต $W_{0.95,14} = \frac{n(n+1)}{2} - W_{0.05,14} = 105 - 26 = 79$ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 79$



สรุป เนื่องจาก $t = 45.5 < W_{0.95,14} = 79$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 นั่นคือ สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการนำไปใช้ประโยชน์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ไม่สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการนำไปใช้ประโยชน์ก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์

พิจารณาค่าทักษะด้านการจำค่า $t = 141 > W_{0.95,18} = 123$ นั่นคือปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่าผลการใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ ช่วยให้มีทักษะด้านการจำหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พิจารณาค่าทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ค่า $t = 28 < W_{0.95,8} = 30$ นั่นคือยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1 แสดงว่าผลการใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ ของทักษะด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนไม่สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พิจารณาค่าทักษะด้านการนำไปใช้ประโยชน์ค่า $t = 45.5 < W_{0.95,14} = 79$ นั่นคือยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1 แสดงว่าผลการใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ ของทักษะด้านการนำไปใช้ประโยชน์หลังเรียนไม่สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. การวิเคราะห์เพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่

พิจารณาเปรียบเทียบค่าร้อยละความคงทนในการเรียนรู้ด้วยสูตร

$$\text{ค่าร้อยละของความคงทนในการเรียนรู้} = \left(\frac{\text{คะแนนจากแบบวัดความคงทนในการเรียนรู้}}{\text{คะแนนทดสอบหลังเรียน}}\right) \times 100$$
$$= \left(\frac{54}{68}\right) \times 100 = 79.41$$

จากการวิเคราะห์ค่าร้อยละความคงทนในการเรียนรู้ดังสูตรข้างต้นพบว่า หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ ผ่านไปแล้วเป็นระยะเวลา 1 เดือน นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ร้อยละ 79.41

ตอนที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ การนำไปใช้ประโยชน์ และความคงทนในการเรียนรู้ ของกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์เพื่อวิเคราะห์ว่าหลังจากใช้ชุดกิจกรรมแล้วผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนเป็นอย่างไรบ้าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (pretest) โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นเริ่มดำเนินการสอนด้วยชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ หลังจากดำเนินการสอนเสร็จสิ้นแล้ว จึงดำเนินการทดสอบหลังเรียน (posttest) เพื่อวิเคราะห์ว่าผลการเรียนหลังจากใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์เปรียบเทียบกับก่อนเรียนว่าเป็นอย่างไร และหลังจากใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์แล้วนักเรียนมีทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ดีขึ้นหรือไม่ และการเรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งผลต่อความคงทนในการเรียนรู้อย่างไร ซึ่งผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ โดยการทดสอบอันดับที่มีเครื่องหมายกำกับของวิลคอกซัน (The Wilcoxon Matched- Pairs Signed-Ranks Test) ภายใต้การกำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05 และมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบสมมติฐานหลักเพื่อวิเคราะห์ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยกำหนดสมมติฐานการทดสอบดังนี้

ให้ $E(X)$และ $E(Y)$ แทนความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม

สมมติฐานที่ทดสอบ

$$H_0 : E(X) \leq E(Y)$$

เทียบกับ $$H_1 : E(X) > E(Y)$$

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ขั้นตอนที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์

คนที่	คะแนน		ผลต่างของคะแนน	อันดับที่ของความ	อันดับตามเครื่องหมาย	
	ก่อนเรียน(Y_i) เต็ม 6 คะแนน	หลังเรียน(X_i) เต็ม 6 คะแนน	$D = X_i - Y_i$	แตกต่าง $r(D_i)$	+	-
1	4	3	-1	9.5	-	-9.5
2	5	5	0	-	-	-
3	3	3	0	-	-	-
4	2	3	1	9.5	+9.5	-
5	0	3	3	22.5	+22.5	-
6	2	2	0	-	-	-
7	1	2	1	9.5	+9.5	-
8	2	4	2	16.5	+16.5	-
9	3	4	1	9.5	+9.5	-
10	3	5	2	16.5	+16.5	-
11	3	6	3	22.5	+22.5	-
12	1	3	2	16.5	+16.5	-
13	2	4	2	16.5	+16.5	-
14	2	4	2	16.5	+16.5	-
15	3	1	-2	16.5	-	-16.5
16	5	5	0	-	-	-
17	3	3	0	-	-	-
18	2	5	3	22.5	+22.5	-
19	2	5	3	22.5	+22.5	-
20	2	3	1	9.5	+9.5	-
21	0	2	2	16.5	+16.5	-
22	2	4	2	16.5	+16.5	-
23	2	6	4	25	+25	-
24	2	3	1	9.5	+9.5	-
25	3	3	0	-	-	-
รวม					278	-26

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์

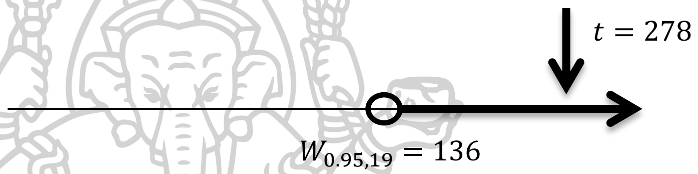
ขั้นตอนที่ 4 สรุปตัดสินใจ

สถิติทดสอบ

$$t = \sum_{i=1}^{19} r\,(|D_i|) I_{(0,\infty)}(|D_i|)$$
$$= 0 + 9.5 + 22.5 + 9.5 + 16.5 + 9.5 + 16.5 + 22.5 + 16.5$$
$$+16.5 + 16.5 + 0 + 22.5 + 22.5 + 9.5 + 16.5 + 16.5 + 25 + 9.5 = 278$$

กำหนด $\alpha = 0.05$ และ $n = 19$

ค่าวิกฤต $W_{0.95,19} = \frac{n(n+1)}{2} - W_{0.05,19} = 190 - 54 = 136$ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 136$



สรุป เนื่องจาก $t = 278 > W_{0.95,19} = 136$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4. การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมโดยพิจารณาตามทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์

ขั้นตอนที่ 1 พิจารณาเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ที่จำแนกทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ได้ผลดังนี้

กิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์			คะแนนทักษะที่วัดได้									
			ด้านการจำ (เต็ม 2 คะแนน)				ด้านการคิดวิเคราะห์ (เต็ม 2 คะแนน)				ด้านการนำไปใช้ประโยชน์(เต็ม 2 คะแนน)		
คนที่	คะแนนรวมก่อนเรียน	คะแนนรวมหลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น		ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น		ก่อนเรียน	หลังเรียน	คะแนนที่เพิ่มขึ้น	
					คะแนน	ร้อยละ			คะแนน	ร้อยละ			คะแนน	ร้อยละ
1	4	3	2	1	-1	-50	0	2	2	100	2	0	-2	-
2	5	5	1	2	1	50	2	1	-1	-50	2	1	-1	-50
3	3	3	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
4	2	3	0	1	1	50	1	1	0	0	1	1	0	0

5	0	3	0	1	1	50	0	1	1	50	0	1	1	50
6	2	2	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
7	1	2	0	1	1	50	1	0	-1	-50	0	1	1	50
8	2	4	1	2	1	50	0	0	0	0	1	2	1	50
9	3	4	2	1	-1	-50	1	2	1	50	0	1	1	50
10	3	5	2	2	0	0	0	2	2	100	1	1	0	0
11	3	6	1	2	1	50	0	2	2	100	2	2	0	0
12	1	3	0	1	1	50	0	2	2	100	1	0	-1	-50
13	2	4	0	1	1	50	0	2	2	100	2	1	-1	-50
14	2	4	1	2	1	50	1	2	1	50	0	0	0	0
15	3	1	1	0	-1	-50	1	1	0	0	1	0	-1	-50
16	5	5	2	2	0	0	1	2	1	50	2	1	-1	-50
17	3	3	1	0	-1	-50	1	2	1	50	1	1	0	0
18	2	5	1	1	0	0	0	2	2	100	1	2	1	50
19	2	5	1	2	1	50	1	2	1	50	0	1	1	50
20	2	3	1	2	1	50	0	0	0	0	1	1	0	0
21	0	2	0	1	1	50	0	1	1	50	0	0	0	0
22	2	4	1	2	1	50	0	0	0	0	1	2	1	50
23	2	6	1	2	1	50	0	2	2	100	1	2	1	50
24	2	3	1	1	0	0	0	1	1	50	1	1	0	0
25	3	3	0	2	2	100	1	0	-1	-50	2	1	-1	-50
รวม	59	91	21	33	12		13	32	19		25	25	0	
ค่าเฉลี่ย	2.36	3.64	0.84	1.32	0.48	24	0.52	1.28	0.76	38	1	1	0	0

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ที่จำแนกทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ของกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์

จากตารางที่ 12 สังเกตร้อยละที่เพิ่มขึ้นของคะแนนหลังเรียนจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของทักษะด้านการจำและการคิดวิเคราะห์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน นั้นคือหลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ นักเรียนสามารถทำข้อสอบด้านการจำได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 24 และทำข้อสอบด้านการคิดวิเคราะห์ได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 38

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งสมมติฐานการทดสอบ

ให้ $E(X)$และ $E(Y)$ แทนค่าคาดหวังของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและค่าคาดหวังของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ สำหรับทักษะด้านการจำ ด้านการคิดวิเคราะห์ หรือด้านการนำไปใช้ประโยชน์ แล้วแต่กรณี

สมมติฐานที่ทดสอบ

$$H_0 : E(X) \leq E(Y)$$

เทียบกับ $$H_1 : E(X) > E(Y)$$

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ขั้นตอนที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์โดยพิจารณาตามทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์

กรณี 1 การทดสอบทักษะด้านการจำ

คนที่	คะแนน		ผลต่างของคะแนน $D = X_i - Y_i$	อันดับที่ของความแตกต่าง $r(D_i)$	อันดับตามเครื่องหมาย	
	ก่อนเรียน(Y_i) เต็ม 6 คะแนน	หลังเรียน(X_i) เต็ม 6 คะแนน			+	-
1	2	1	-1	9.5	-	-9.5
2	1	2	1	9.5	+9.5	-
3	1	1	0	-	-	-
4	0	1	1	9.5	+9.5	-
5	0	1	1	9.5	+9.5	-
6	0	0	0	-	-	-
7	0	1	1	9.5	+9.5	-
8	1	2	1	9.5	+9.5	-
9	2	1	-1	9.5	-	-9.5
10	2	2	0	-	-	-
11	1	2	1	9.5	+9.5	-
12	0	1	1	9.5	+9.5	-
13	0	1	1	9.5	+9.5	-
14	1	2	1	9.5	+9.5	-
15	1	0	-1	9.5	-	-9.5
16	2	2	0	-	-	-

17	1	0	-1	9.5	-	-9.5
18	1	1	0	-	-	-
19	1	2	1	9.5	+9.5	-
20	1	2	1	9.5	+9.5	-
21	0	1	1	9.5	+9.5	-
22	1	2	1	9.5	+9.5	-
23	1	2	1	9.5	+9.5	-
24	1	1	0	-	-	-
25	0	2	2	19	+19	-
รวม					152	-38

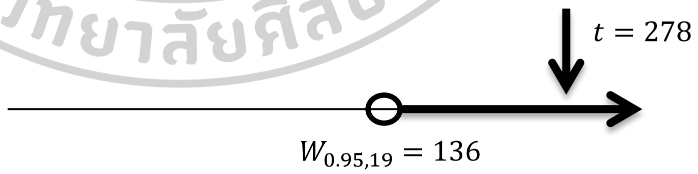
ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการจำของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์

สถิติทดสอบ

$$t = \sum_{i=1}^{19} r\left(|D_i|\right) I_{(0,\infty)}\left(|D_i|\right) = 0 + 9.5 + 9.5 + 9.5 + 9.5 + 9.5 + 0 + 9.5 + 9.5$$
$$+9.5 + 9.5 + 0 + 0 + 9.5 + 9.5 + 9.5 + 9.5 + 9.5 + 19 = 152$$

กำหนด $\alpha = 0.05$ และ $n = 19$

ค่าวิกฤต $W_{0.95,19} = \frac{n(n+1)}{2} - W_{0.05,19} = 190 - 54 = 136$ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 136$



สรุป เนื่องจาก $t = 152 > W_{0.95,19} = 136$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการจำหลังเรียนด้วยกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการจำก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

กรณี 2 การทดสอบทักษะด้านการคิดวิเคราะห์

คนที่	คะแนน		ผลต่างของคะแนน $D = X_i - Y_i$	อันดับที่ของความแตกต่าง $r(D_i)$	อันดับตามเครื่องหมาย	
	ก่อนเรียน(Y_i) เต็ม 6 คะแนน	หลังเรียน(X_i) เต็ม 6 คะแนน			+	-
1	0	2	2	15	+15	-
2	2	1	-1	6	-	-6
3	1	1	0	-	-	-
4	1	1	0	-	-	-
5	0	1	1	6	+6	-
6	1	1	0	-	-	-
7	1	0	-1	6	-	-6
8	0	0	0	-	-	-
9	1	2	1	6	+6	-
10	0	2	2	15	+15	-
11	0	2	2	15	+15	-
12	0	2	2	15	+15	-
13	0	2	2	15	+15	-
14	1	2	1	6	+6	-
15	1	1	0	-	-	-
16	1	2	1	6	+6	-
17	1	2	1	6	+6	-
18	0	2	2	15	+15	-
19	1	2	1	6	+6	-
20	0	0	0	-	-	-
21	0	1	1	6	+6	-
22	0	0	0	-	-	-
23	0	2	2	15	+15	-
24	0	1	1	6	+6	-
25	1	0	-1	6	-	-6
รวม					153	-18

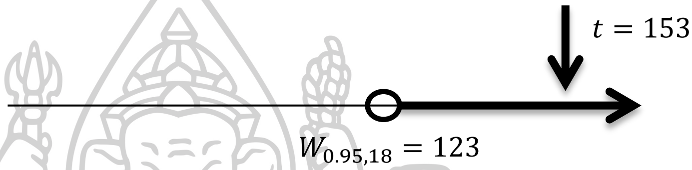
ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์

สถิติทดสอบ

$$t = \sum_{i=1}^{18} r\,(|D_i|) I_{(0,\infty)}(|D_i|) = 15 + 0 + 6 + 0 + 6 + 15 + 15 + 15 + 15 + 6$$
$$+6 + 6 + 15 + 6 + 6 + 15 + 6 = 153$$

กำหนด $\alpha = 0.05$ และ $n = 18$

ค่าวิกฤต $W_{0.95,18} = \frac{n(n+1)}{2} - W_{0.05,18} = 171 - 48 = 123$ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 123$



สรุป เนื่องจาก $t = 153 > W_{0.95,18} = 123$ ดังนั้น ปฏิเสธ H_0 นั่นคือ สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนด้วยกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

กรณี 3 การทดสอบทักษะด้านการนำไปใช้ประโยชน์

คนที่	คะแนน		ผลต่างของคะแนน $D = X_i - Y_i$	อันดับที่ของความแตกต่าง $r(D_i)$	อันดับตามเครื่องหมาย	
	ก่อนเรียน(Y_i) เต็ม 6 คะแนน	หลังเรียน(X_i) เต็ม 6 คะแนน			+	-
1	2	0	-2	15	-	-15
2	2	1	-1	7.5	-	-7.5
3	1	1	0	-	-	-
4	1	1	0	-	-	-
5	0	1	1	7.5	+7.5	-
6	1	1	0	-	-	-
7	0	1	1	7.5	+7.5	-
8	1	2	1	7.5	+7.5	-
9	0	1	1	7.5	+7.5	-
10	1	1	0	-	-	-
11	2	2	0	-	-	-

12	1	0	-1	7.5	-	-7.5
13	2	1	-1	7.5	-	-7.5
14	0	0	0	-	-	-
15	1	0	-1	7.5	-	-7.5
16	2	1	-1	7.5	-	-7.5
17	1	1	0	-	-	-
18	1	2	1	7.5	+7.5	-
19	0	1	1	7.5	+7.5	-
20	1	1	0	-	-	-
21	0	0	0	-	-	-
22	1	2	1	7.5	+7.5	-
23	1	2	1	7.5	+7.5	-
24	1	1	0	-	-	-
25	2	1	-1	7.5	-	-7.5
รวม					60	60

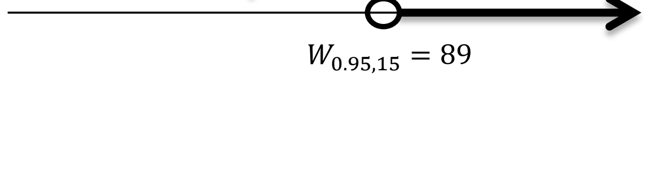
ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการนำไปใช้ประโยชน์ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์

สถิติทดสอบ

$$t = \sum_{i=1}^{15} r\,(|D_i|)I_{(0,\infty)}(|D_i|) = 0 + 0 + 7.5 + 7.5 + 7.5 + 7.5 + 0 + 0 + 0 + 0$$
$$+7.5 + 7.5 + 7.5 + 7.5 + 0 = 60$$

กำหนด $\alpha = 0.05$ และ $n = 15$

ค่าวิกฤต $W_{0.95,15} = \frac{n(n+1)}{2} - W_{0.05,15} = 120 - 31 = 89$ จะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 89$



สรุป เนื่องจาก $t = 60 < W_{0.95,15} = 89$ ดังนั้น ยอมรับ H_0 นั่นคือ สรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการนำไปใช้ประโยชน์หลังเรียนด้วยกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ไม่สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยด้านการนำไปใช้ประโยชน์ก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์

พิจารณาค่าทักษะด้านการจำค่า $t = 152 > W_{0.95,19} = 136$ นั่นคือปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่าผลการใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ ช่วยให้มีทักษะด้านการจำหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พิจารณาค่าทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ค่า $t = 153 > W_{0.95,18} = 123$ นั่นคือปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่าผลการใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ ช่วยให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พิจารณาค่าทักษะด้านการนำไปใช้ประโยชน์ค่า $t = 60 < W_{0.95,15} = 89$ นั่นคือยอมรับ H_0 ปฏิเสธ H_1 แสดงว่าผลการใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ ของทักษะด้านการนำไปใช้ประโยชน์หลังเรียนไม่สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. การวิเคราะห์เพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์เท่าไหร่

พิจารณาเปรียบเทียบค่าร้อยละความคงทนในการเรียนรู้ด้วยสูตร

$$\text{ค่าร้อยละของความคงทนในการเรียนรู้} = \left(\frac{\text{คะแนนจากแบบวัดความคงทนในการเรียนรู้}}{\text{คะแนนทดสอบหลังเรียน}}\right) \times 100$$

$$= \left(\frac{32}{91}\right) \times 100 = 35.16$$

จากการวิเคราะห์ค่าร้อยละความคงทนในการเรียนรู้ดังสูตรข้างต้นพบว่า หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ ผ่านไปแล้วเป็นระยะเวลา 1 เดือน นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ร้อยละ 35.16

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งหวังเพื่อสร้างเอกสารกิจกรรมสำหรับการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ให้มีทักษะในด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ รวมถึงมีความคงทนในการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อสร้างชุดกิจกรรมสำหรับการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานสถาปัตยกรรมทางพระพุทธศาสนา

2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม

3. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนโพรงมะเดื่อวิทยาคม จังหวัดนครปฐม จำนวน 123 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนโพรงมะเดื่อวิทยาคม ที่เข้าร่วมกิจกรรม (เลือกแบบเจาะจง) จำนวน 25 คน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานสถาปัตยกรรมทางพระพุทธศาสนา ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ การนำไปใช้ประโยชน์ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้เอกสารกิจกรรม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานสถาปัตยกรรมทางพระพุทธศาสนา ประกอบด้วย 3 กิจกรรม คือ 1) ผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras 2) ลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ และ 3) จำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดทักษะด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ การนำไปใช้ประโยชน์ กิจกรรมละ 1 ชุด ประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และแบบวัดความคงทนในการเรียนรู้ แบบทดสอบละ 6 ข้อ สำหรับวัด

ทักษะด้านการจำ 2 ข้อ วัดทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ 2 ข้อ และวัดทักษะด้านการนำไปใช้ประโยชน์ 2 ข้อ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานในการวิจัยคือ การทดสอบเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนโดยใช้การทดสอบอันดับที่มีเครื่องหมายกำกับของวิลคอกซัน (The Wilcoxon Matched- Pairs Signed-Ranks Test)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งหวังเพื่อสร้างเอกสารกิจกรรมสำหรับสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ให้มีทักษะในด้านการจำ การคิดวิเคราะห์ และการนำไปใช้ประโยชน์ รวมถึงมีความคงทนในการเรียนรู้ และมีการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโดยนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนโพรงมะเดื่อวิทยาคม ที่เข้าร่วมกิจกรรม (เลือกแบบเจาะจง) จำนวน 25 คน สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคือ 1.8 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคือ 3.28 จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และจากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยโดยจำแนกตามความสามารถของข้อสอบในการวัดทักษะด้านความจำและการนำไปใช้ประโยชน์ พบว่า หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras นักเรียนสามารถทำข้อสอบด้านการจำได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 60 และทำข้อสอบด้านการนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 18 และการวิเคราะห์ค่าร้อยละความคงทนในการเรียนรู้เปรียบเทียบคะแนนทดสอบหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras แล้วนักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ร้อยละ 75.61
2. ผลการใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคือ 1.76 และ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคือ 2.72 จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และจากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยโดยจำแนกตามความสามารถของข้อสอบในการวัดทักษะด้านความจำ การคิดวิเคราะห์และการนำไปใช้ประโยชน์พบว่า หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ นักเรียนสามารถทำข้อสอบด้านการจำได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 36 ทำข้อสอบด้านการคิดวิเคราะห์ได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 12 และทำข้อสอบด้านการนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 4 และการวิเคราะห์

ค่าร้อยละความคงทนในการเรียนรู้เปรียบเทียบคะแนนทดสอบหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ แล้วนักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ร้อยละ 79.41

3. ผลการใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคือ 2.36 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคือ 3.64 จากคะแนนเต็ม 6 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และจากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยโดยจำแนกตามความสามารถของข้อสอบในการวัดทักษะด้านความจำและการคิดวิเคราะห์พบว่าหลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ นักเรียนสามารถทำข้อสอบด้านการจำได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 24 และทำข้อสอบด้านการคิดวิเคราะห์ได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 38 และการวิเคราะห์ค่าร้อยละความคงทนในการเรียนรู้เปรียบเทียบคะแนนทดสอบหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์แล้วนักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ร้อยละ 35.16

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ชุดกิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรม คือ กิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras กิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ และกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้ง 3 กิจกรรม เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการใช้ชุดกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคือ 1.8 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคือ 3.28 จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน มีความคงทนในการเรียนรู้ร้อยละ 75.61 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการใช้ชุดกิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคือ 1.76 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคือ 2.72 จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน มีความคงทนในการเรียนรู้ร้อยละ 79.41 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการใช้ชุดกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนคือ 2.36 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนคือ 3.64 จากคะแนนเต็ม 6 คะแนนมีความคงทนในการเรียนรู้ร้อยละ 35.16

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนในกิจกรรมเรื่อง ผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras พบว่านักเรียนทำแบบทดสอบด้านการจำและการนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น นั่นคือชุดกิจกรรมนี้มีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะในสองด้านนี้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของดร.อติชาต เกตตะพันธุ์ [5] และภัทราภรณ์ และคณะ [26] ที่กล่าวว่าการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับเรื่องราวในชีวิตประจำวันทำให้

นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง และช่วยส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ผลการประเมินใบบันทึกกิจกรรมยังแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสนใจในการทำกิจกรรมและสามารถทำกิจกรรมจนสำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้ ส่วนสาเหตุที่ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ซึ่งได้แก่ การจำแนกประเด็น ความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการของเหตุการณ์ แม้ว่าจะจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาสถานการณ์ปัญหาเป็นรายบุคคลแล้วรวมกลุ่มระดมความคิด แต่อาจเป็นเพราะกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras ใช้ข้อคำถามที่อาจซับซ้อนเกินไป และด้วยข้อจำกัดทางด้านเวลา ส่งผลให้ผู้เรียนขาดเวลาที่จะวิเคราะห์ข้อคำถามให้ชัดแจ้ง ผู้เรียนจึงไม่สามารถตีโจทย์เพื่อแก้ปัญหาได้ ส่งผลให้คะแนนทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ของกิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras ของนักเรียนค่อนข้างต่ำ

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนในกิจกรรมเรื่อง ลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ พบว่านักเรียนทำแบบทดสอบด้านการจำและการคิดวิเคราะห์ได้มากขึ้น นั่นคือกิจกรรมนี้มีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะในสองด้านนี้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเจษฎา ชวนะไพศาล [30] ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้ผลการประเมินใบบันทึกกิจกรรมยังแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีกระบวนการวางแผนในการทำกิจกรรม สามารถทำกิจกรรมจนสำเร็จได้และสามารถแก้ปัญหาระหว่างการทำกิจกรรมได้

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนในกิจกรรมเรื่อง จำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ พบว่านักเรียนทำแบบทดสอบด้านการจำและการคิดวิเคราะห์ได้มากขึ้น นั่นคือชุดกิจกรรมนี้มีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะในสองด้านนี้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพิรุณรัตน์ และคณะ [7] ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางศตวรรษที่ 21 ช่วยพัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ได้ นอกจากนี้ผลการประเมินใบบันทึกกิจกรรมยังแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และมีกระบวนการทำงานกลุ่มที่ดี สามารถทำกิจกรรมจนสำเร็จได้ จะเห็นว่าทั้ง 3 กิจกรรมนั้นยังมีคะแนนของบางทักษะที่ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจในสถานการณ์ ยังไม่สามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหาที่กำหนดจนได้ผลเฉลยของปัญหาได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะข้อคำถามสำหรับวัดทักษะในบางด้านของทั้ง 3 กิจกรรม ค่อนข้างซับซ้อนและอาจยากเกินไปสำหรับกลุ่มตัวอย่าง และเวลาในการทำการทดสอบที่ค่อนข้างจำกัด จึงทำให้ผลคะแนนบางทักษะของทั้ง 3 กิจกรรมนั้นไม่ดี ส่วนความคงทนในการเรียนรู้ของกิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ที่ได้เพียงร้อยละ 35.16 ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะ

ระยะเวลาในการทำแบบวัดความคงทนที่ค่อนข้างน้อยมาก และสภาพแวดล้อมในการทำแบบทดสอบที่ไม่เอื้ออำนวย ทำให้ผู้เรียนขาดสมาธิ ไม่ทันได้ไตร่ตรองข้อคำถาม จึงมีคะแนนที่ไม่ดีนัก ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าหากสามารถจัดกิจกรรมได้ตามเวลาที่ระบุในคู่มือกิจกรรม อาจทำให้คะแนนทักษะในทั้ง 3 ด้านดีขึ้นและเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ข้างต้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานทางพระพุทธศาสนา สามารถพัฒนาทักษะความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นได้ ซึ่งเป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ที่มีแนวทางเดียวกับแนวทางการบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion Integration) ที่มีการเชื่อมโยงสาระการเรียนรู้ต่างๆ กับชีวิตจริงเพื่อให้มีลักษณะกลมกลืนเป็นหัวเรื่อง [35]

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การนำชุดกิจกรรมไปใช้ ผู้สอนควรศึกษาคู่มือกิจกรรมเพื่อรู้รายละเอียด ขั้นตอนกิจกรรม รวมถึงคำแนะนำในการใช้กิจกรรม เพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ผู้สอนควรเลือกปรับใช้วิธีดำเนินกิจกรรมให้เหมาะสมกับนักเรียนของตน เพื่อประสิทธิภาพในการเรียน
3. ขณะดำเนินกิจกรรมผู้สอนควรอธิบายและสอดแทรกความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้ตรงตามขั้นตอนกิจกรรม เพื่อความเข้าใจของนักเรียน
4. กิจกรรมพัฒนาการเรียนนี้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนจึงควรลดบทบาทการสอนและสนับสนุนให้นักเรียนมีบทบาทเท่าเทียมกันมากที่สุด

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการสอดแทรกความรู้ทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนมากขึ้น
2. การประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ควรมีความหลากหลายมากขึ้น ทั้งตัวกิจกรรมที่ควรบูรณาการกับหลายวิชา และกิจกรรมควรครอบคลุมเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นที่หลากหลายมากขึ้น
3. การสอนคณิตศาสตร์ผ่านผลงานทางพระพุทธศาสนาอาจไกลตัวกับนักเรียนบางคนที่นับถือศาสนาอื่น หรือไม่เคยพบเจอผลงานทางพระพุทธศาสนา จึงควรสอนคณิตศาสตร์ผ่านสิ่งที่ใกล้ตัวมากขึ้นหรือพบเจอได้บ่อยขึ้น

รายการอ้างอิง

1. Lalley, et al., *The Learning Pyramid: Does It Point Teachers in the Right Direction?* Education, 2007. **128**(1): p. 64-79.
2. ครูบ้านนอก.คอม. ค่าสถิติพื้นฐาน *O-NET ม.3* ปีการศึกษา *2557. 2558* [cited 2559 17 มิถุนายน]; Available from: https://www.kroobannok.com/76459.
3. Tong Zhong and Zhang Yijie, *The generate method of Multi-storey Chinese Pagodas*, in *5th International Conference Generative Art 2002*. 2002, Tongji University: China. p. 26.1-26.12
4. Patrick A. George. *Mandala: Buddhist Tantric Diagrams*. 2015 [cited 2015 22 May]; Available from: http://ccat.sas.upenn.edu/george/mandala.html.
5. อติชาต เกตตะพันธุ์. *Atichart*. [cited 2559 17 มีนาคม]; Available from: http://www.atichart.com.
6. วรรณี ลิมอักษร, จิตวิทยาการศึกษา *Education Psychology*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. Vol. 4. 2546, สงขลา: นำศิลป์โฆษณา. 154.
7. พิรุณรัตน์ ชาวไชยมหา, วัลลภา อารีรัตน์, and อรุณศรี อึ้งประเสริฐ, การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *2* โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2015. **38**(1): p. 9-16.
8. เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, การประยุกต์ใช้แนวคิด *TEACH LESS, LEARN MORE (TLLM)* สู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ วารสารศึกษาศาสตร์, 2011. **23**(1): p. 1-10.
9. Adam A. Jack, *Human Memory*. 1976, New York: McGraw-Hill.
10. ชัยพร วิชชาวุธ, ความจำมนุษย์. 2520, กรุงเทพฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 164.
11. เกษมศรี ภัทรภูริสกุล, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียน และความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *6* ที่ได้รับการสอนตามทฤษฎีสรรคนิยม, in ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2544, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร: กรุงเทพฯ : บัณฑิต วิทยาลัย. p. 126.
12. กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ, จิตวิทยาการศึกษา ฉบับปรับปรุงใหม่. 2528, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศรีเดชา.
13. อรรคพล คำภู, การเปรียนเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *2* ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีอุปนัย วิธีสอนแบบนิรนัยและวิธีการสอนตามคู่มือ

ครู, in ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2543, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ: กรุงเทพฯ.

14. สุกัญญา เทียนพิทักษ์กุล, การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *3* ที่เรียนโดยใช้หนังสือเล่มเล็กเชิงวรรณกรรม, in ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2543, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ: กรุงเทพฯ.

15. ชวาล แพรัตกุล, เทคนิคการวัดผล. Vol. 2. 2536, กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

16. วราภรณ์ บุญสุข, การศึกษาความเข้าใจคำศัพท์ภาษาไทยและความคงทนการเรียนรู้คำศัพท์ ของเด็กที่มีความบกพร่องทางการได้ยินระดับปฐมวัยจากการสอนโดยการจัดกิจกรรม ศิลปะ, in ปริญญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2546, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร: กรุงเทพฯ.

17. กุญชรี ค้าขาย, พฤติกรรมกับการพัฒนาตน. สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา. 2545, กรุงเทพฯ.

18. สุจิตตรา นามจำปา, การเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง พันธุกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ *4* ระหว่างการสอนโดยใช้โมเดลการสร้างความรู้ จากพื้นฐานความรู้เดิมกับการสอนปกติ, in มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2546, มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น.

19. สมพร กองบุญมา and นวลศรี ชำนาญกิจ, ผลการสอนแบบค้นพบร่วมกับเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *1.* วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ, 2558. **5**(8): p. 73.

20. ภูมิฤทัย วิทยวิจิน and สมยศ ชิดมงคล, ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ของ *CANGELOSI* ที่มีต่อความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3.* วารสารอิเล็กทรอนิกส์ ทางการศึกษา, 2557. **9**(1): p. 81.

21. พัชรี วรจรัสรังสี, การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *3* ระหว่างกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์. 2551, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพมหานคร.

22. Peterson E. Sarah, DeGracie S. James, and Ayabe R. Carol, *A Longitudinal Study of the Effects of Retention/Promotion on Academic Achievement.* American Educational Research Association, 1987. **24**(1): p. 107-118.

23. Corry F.R and Michael J.S, *Retention in a S.P.T. introductory psychology course, learning package in American education*. Education Technology Publication. 1973: E Prentice-Hall Englewood Cliffs.

24. Weaver R. Joseph, *The relative effects of massed versus distributed Practice upon the learning and retention of eight grade mathemetics*, in *Dissertation Abstracts International*. 1976, The university of Oklahoma graduate college Xerox University Microfilms. p. 150.

25. กระทรวงศึกษาธิการ, *ตัวชี้ วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้น ฐาน พุทธศักราช 2551*. 2551, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

26. ภัทราภรณ์ อินทยุง, จักกฤษณ์ สมพงษ์, and อังคณา อ่อนธานี, *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2016. **18**(2): p. 230.

27. ชุลิตา ชูสกุล and หล้า ภวภูตานนท์, *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ VAN HIELE และใช้โปรแกรม THE GEOMETER'S SKETCHPAD เป็นเครื่องมือช่วยการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2015. **38**(2): p. 130.

28. สรรฐณัฐ ปัญญาเสฎโฐ, *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยง และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 2016. **11**(1): p. 343-360.

29. รสริน อะปะหัง, *การพัฒนายุทธศาสตร์การจัดการการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยบูรณาการทฤษฎีการสร้างความรู้และทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์เพื่อเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6.* วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 2015. **12**(58): p. 79-92.

30. เจษฎา ชวนะไพศาล, *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางเลนวิทยา.* วารสารวิชาการ Veridian E-Journl, Silpakorn University, 2017. **10**(1): p. 297-312.

31. นัยนา ไพจิตต์ and คงรัฐ นวลแปง, *การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* วารสารวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา 2557. **12**(2): p. 101-108.

32. ศศิชา ทรัพย์ล้น, *การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเทคนิค KWC กับแนวคิดการสร้างพลังการเรียนรู้* วารสารวิชาการ Veridian E-Journl, Silpakorn University, 2013. **6**(2): p. 237-249.

33. วรางคณา สำอางค์, พรชัย ทองเจือ, and ผ่องลักษม์ จิตต์การุญ, การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ *6* โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยา. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 2017. **11**(1): p. 52-61.

34. มานะชัย รอดชื่น, บทที่ *7* การทดสอบด้วยสถิติไม่อิงพารามิเตอร์, in เอกสารประกอบการสอนวิชา *208272* สถิติเบื้องต้นสำหรับสังคมศาสตร์ *2*. p. 1-27.

35. จำรัส อินทลาภาพร, et al., การศึกษาแนวทางจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. Social Sciences and Arts, 2558. **1**(ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ และฉบับ International Humanities): p. 62-74.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ชุดกิจกรรมสำหรับสอนรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1. กิจกรรมผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras
2. กิจกรรมลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่
3. กิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์

กิจกรรมผังเจดีย์สวย ด้วยกฎ Sulva Sutras

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 **เวลา 100 นาที**

สาระสำคัญ

เจดีย์ทางพระพุทธศาสนา เป็นโบราณวัตถุที่สำคัญและมีคุณค่า รูปแบบที่สวยงามและโดดเด่นของเจดีย์แต่ละแห่งเป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจให้ผู้คนเข้าไปสักการะเยี่ยมชมความงามเหล่านั้น ผังของเจดีย์เป็นสิ่งหนึ่งที่ช่วยทำให้สามารถคาดเดารูปแบบของเจดีย์ได้ กฎ Sulva Sutras เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการสร้างผังของเจดีย์โดยการใช้รูปทรงทางคณิตศาสตร์ (โดยเน้นใช้วงกลมกับสี่เหลี่ยมจัตุรัส) มาสร้างความสัมพันธ์กันจนเกิดเป็นโครงสร้างของแผนผัง แล้วจึงใส่รายละเอียดเพิ่มเติมตามโครงสร้างจริง

การสร้างผังเจดีย์ด้วยกฎ Sulva Sutras ควรนำความรู้เรื่องรูปทรงทางคณิตศาสตร์ สมบัติของรูปวงกลมสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และการวัด มาใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ของรูปวงกลมกับรูปสี่เหลี่ยมเพื่อให้ได้ผังของเจดีย์และเป็นไปตามกฎ Sulva Sutras

เมื่อสร้างผังเจดีย์เสร็จแล้ว ควรให้นักเรียนได้นำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนทักษะแนวคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน และเป็นการส่งเสริมการแสดงออกทางความคิดของผู้เรียนด้วย

ตัวชี้วัด

1. รู้จักสมบัติของวงกลมและสี่เหลี่ยมจัตุรัส
2. สามารถใช้สมบัติของวงกลมและสี่เหลี่ยมจัตุรัสในการสร้างแผนผังได้
3. สามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วในการแก้ปัญหาได้

สาระการเรียนรู้

- **การวัด:** ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- **เรขาคณิต:** รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation)ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation)
- **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์**: การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ข้อแนะนำในการจัดกิจกรรม

- ใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 100 นาที โดยจัดกิจกรรมตามแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
  1. ข้อ 1-4 ใช้เวลา 40 นาที (เริ่มสถานการณ์จนกระทั่งนักเรียนได้รับตัวอย่างแผนผังเจดีย์)
  2. ข้อ 5-8 ใช้เวลา 60 นาที (เริ่มตั้งแต่ให้นักเรียนลงมือสร้างแผนผัง นำเสนอหน้าชั้นเรียน)
- แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม หรืออาจดำเนินกิจกรรมตามหลักการสอนแบบ TGT
- ครูควรเน้นย้ำนักเรียนว่า การสร้างแผนผังด้วยกฎ Sulva Sutras นั้นไม่มีรูปแบบที่แน่นอน แต่ละคนอาจใช้ขั้นตอนการสร้างที่แตกต่างกัน

จุดประสงค์

1. รู้จักรูปร่างทางคณิตศาสตร์ ส่วนประกอบ สมบัติของรูปวงกลมและสี่เหลี่ยมจัตุรัส
2. รู้จักการใช้วงเวียนในการสร้างรูปวงกลม
3. เข้าใจเรื่องการวัด คำนวณรัศมีและความยาว ได้ถูกต้อง
4. สามารถใช้ความสัมพันธ์ของวงกลมกับสี่เหลี่ยม สร้างผังของเจดีย์ได้

วัสดุอุปกรณ์

วงเวียน , ไม้บรรทัด , ดินสอ , ยางลบ

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยนำเสนอสถานการณ์ดังตัวอย่าง

   "นักเรียนจะไปเที่ยวองค์พระปฐมเจดีย์เป็นครั้งแรก จะรู้ได้อย่างไรว่าทางเข้าทางออกของเจดีย์อยู่ตรงไหนบ้าง"

   ซึ่งหากมีแผนผัง ที่บอกองค์ประกอบต่างๆของเจดีย์ได้ ก็จะทำให้การสำรวจหรือเที่ยวชมเจดีย์นั้นเป็นเรื่องที่ง่ายขึ้น

   ผังของเจดีย์นั้นมีความสัมพันธ์กับวิชาคณิตศาสตร์ เพราะกฎ Sulva Sutras เป็นการใช้ความสัมพันธ์ของรูปวงกลมกับสี่เหลี่ยมจัตุรัสในการสร้างโครงสร้างของแผนผัง และใช้ความรู้เรื่องการวัดในการคำนวณรัศมีของวงกลม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้ประเด็นคำถามดังตัวอย่าง

   – จากสถานการณ์ข้างต้นมีปัญหาหรือความต้องการในเรื่องใด

   ควรได้ข้อสรุปว่า ควรมีแผนผังของเจดีย์แต่ละแห่งเพื่อให้สะดวกต่อการเที่ยวชม

   – การใช้กฎ Sulva Sutras สร้างแผนผังเจดีย์ ควรมีความรู้ที่เกี่ยวข้องเรื่องใดบ้าง

   ควรได้ข้อสรุปว่า การวัด สมบัติและส่วนประกอบของรูปวงกลมและรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และความสัมพันธ์ของรูปวงกลมและรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

3. ครูแสดงตัวอย่างแผนผังเจดีย์พระธาตุลำปางหลวง จังหวัดลำปาง ครูอธิบายลักษณะแผนผังเจดีย์ และอธิบายการสร้างแผนผังเจดีย์พระธาตุลำปางหลวง ด้วยกฎ Sulva Sutras ตามใบความรู้ที่ 1
4. ครูอธิบายการคำนวณรัศมีวงกลมในการสร้างแผนผังในขั้นตอนที่ 6 โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว (ในทีนี้ใช้ความรู้เรื่องพีทากอรัส)
5. ครูกำหนดแผนผังเจดีย์ชเวดากอง ประเทศเมียนมาร์ ให้นักเรียนได้ศึกษา และให้นักเรียนใช้กฎ Sulva Sutras สร้างแผนผังเจดีย์ให้ได้ดังตัวอย่าง
6. ครูให้นักเรียนหารัศมีของวงกลมแต่ละวงที่สร้างขึ้น
7. ครูให้นักเรียนอภิปรายกระบวนการสร้างแผนผังด้วยกฎ Sulva Sutras โดยวิธีของแต่ละกลุ่มหน้าชั้นเรียน
8. ในกรณีที่สร้างแผนผังไม่ได้ดังตัวอย่างในเวลาที่กำหนด ให้ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุ และหาแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่อาจพบและแนวทางปรับปรุงแสดงดังตาราง

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนไม่สามารถเริ่มสร้างแผนผังได้	นักเรียนยังไม่เข้าใจหลักการของกฎ Sulva Sutras	ครูอธิบายหลักการของกฎ Sulva Sutras อีกครั้ง พร้อมทั้งให้นักเรียนศึกษาในใบความรู้
2. นักเรียมไม่สามารถสร้างความสัมพันธ์ของวงกลมและสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้	นักเรียนยังไม่รู้สมบัติบางประการของวงกลมและสี่เหลี่ยมจัตุรัส	ให้นักเรียนศึกษาในใบความรู้
3. นักเรียนไม่สามารถสร้างแผนผังของเจดีย์ได้ตรงตามแบบที่ให้ไว้	นักเรียนอาจสร้างความสัมพันธ์บางขั้นตอนผิดพลาดไป หรืออาจใช้สัดส่วนที่ไม่แม่นยำ	ให้นักเรียนทบทวนขั้นตอนที่สร้างมาได้ พร้อมทั้งให้ลองสร้างโดยใช้สัดส่วนที่แม่นยำทุกขั้นตอน(อาจทำเป็นการบ้าน)

9. ครูตั้งคำถามเพื่อสรุปกิจกรรมดังต่อไปดังนี้

   – ถ้าเริ่มต้นสร้างแผนผังด้วยกระบวนการสร้างที่แตกต่างกัน จะได้แผนผังเจดีย์แบบเดียวกันหรือไม่

   ควรได้ข้อสรุปว่า ได้ เพราะเรามีต้นแบบแผนผังที่ใช้ศึกษาชุดเดียวกัน ดังนั้นไม่ว่าจะเริ่มสร้างด้วยรูปทรงใด ก็ต้องได้แผนผังแบบเดียวกัน

10. ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมเพิ่มเติม (เช่น ทำแบบฝึกหัดที่ให้มา)

การวัดผลและการประเมิน

– นำกฎ Sulva Sutras ไปใช้สร้างแผนผังของเจดีย์ได้

– ผังของเจดีย์ที่สร้าง ด้วยกฎ Sulva Sutras ตรงตามแบบที่นำมาให้นักเรียนศึกษา

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการ		คะแนนเต็ม
1.	รู้จักสมบัติของวงกลมและสี่เหลี่ยมจัตุรัส (อาจสังเกตจากการถามตอบในห้องเรียน)	15
2.	สามารถใช้สมบัติของวงกลมและสี่เหลี่ยมจัตุรัสในการสร้างแผนผังได้	15
3.	สามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วในการแก้ปัญหาได้	20
	รวม	50

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

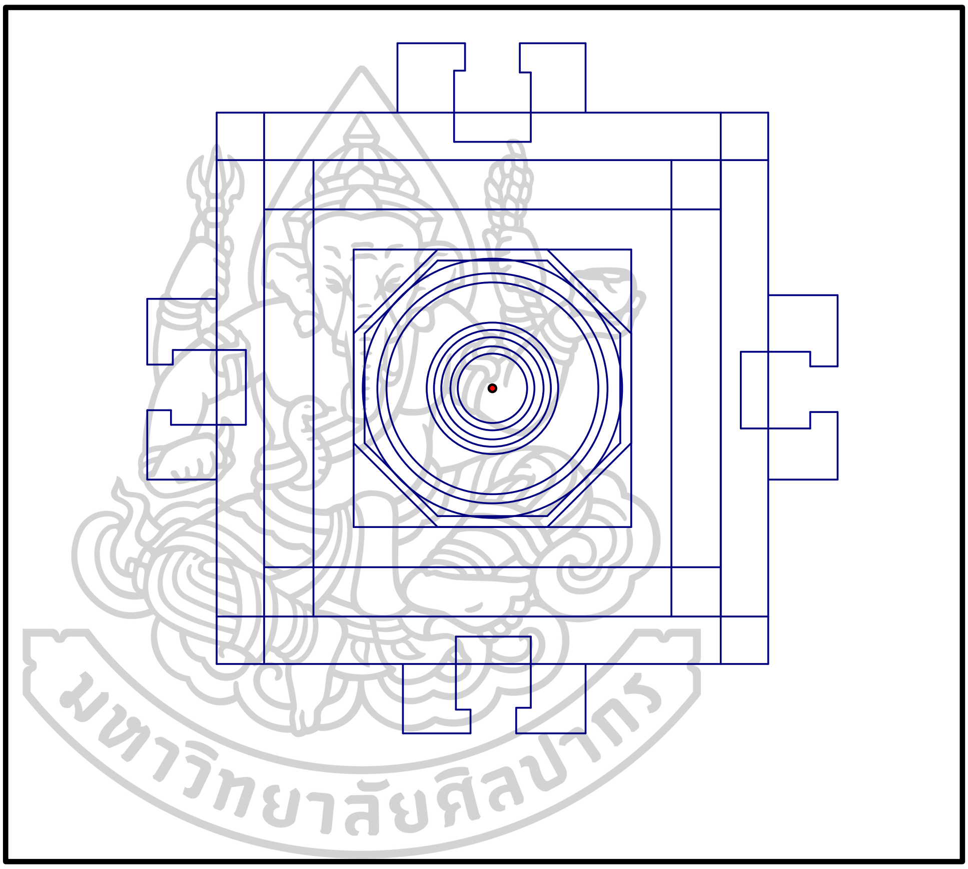
1. แผนผังเจดีย์ชเวดากอง ประเทศเมียนมาร์
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การสร้างแผนผังของเจดีย์พระธาตุลำปางหลวง ด้วยกฎ Sulva Sutras
3. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติของวงกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส และเทคนิคการคำนวณรัศมีของวงกลม
4. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง กฎ Sulva Sutras
5. ใบเฉลยกิจกรรม เรื่อง การสร้างแผนผังของเจดีย์ชเวดากอง ด้วยกฎ Sulva Sutras
6. แบบฝึกหัด

ใบบันทึกกิจกรรมพร้อมเฉลย

1. กฎ Sulva Sutras มีหลักการอย่างไร

<u>แนวคำตอบ</u> กฎ Sulva Sutras คือการใช้วงกลมกับสี่เหลี่ยมจัตุรัสมาสร้างความสัมพันธ์กัน จนเกิดเป็นโครงสร้างตามที่ต้องการ

2. วาดแผนผังเจดีย์ชเวดากองที่กำหนดด้วยกฎ Sulva Sutras ลงบนพื้นที่ที่กำหนดข้างล่าง



3. ระหว่างการสร้างแผนผังเจดีย์ชเวดากองด้วยกฎ Sulva Sutras พบปัญหาอะไรบ้างและมีวิธีแก้ไขอย่างไร

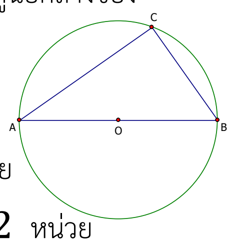
<u>แนวคำตอบ</u> ปัญหาคือไม่สามารถเริ่มสร้างแผนผังได้ วิธีแก้ไขคือศึกษาใบความรู้แล้วประยุกต์สร้างตามตัวอย่าง

4. นักเรียนคิดว่าจะนำกฎ Sulva Sutras ไปประยุกต์ใช้กับสิ่งใดได้บ้าง

<u>แนวคำตอบ</u> การออกแบบหน้าปัดนาฬิกา หรือสิ่งของที่มีโครงสร้างเป็นรูปวงกลมและรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

1. สามเหลี่ยม ABC มีพื้นที่ $36\sqrt{5}$ ตารางหน่วย บรรจุในวงกลมดังรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม ถ้าคอร์ด $\overline{AC}$ ยาว 12 หน่วย แล้วรัศมีของวงกลมนี้คือข้อใด



<u>วิธีทำ</u> พื้นที่สามเหลี่ยม ABC คือ $\frac{1}{2} \times$ ฐาน $\times$ สูง $= 36\sqrt{5}$ ตารางหน่วย

และสามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีความสูง ($\overline{AC}$) $= 12$ หน่วย

จะได้ ฐาน ($\overline{BC}$) $= \frac{36\sqrt{5}}{12} \times 2 = 6\sqrt{5}$ หน่วย

เนื่องจากสามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยทฤษฎีบทพีทากอรัสจะได้ว่า

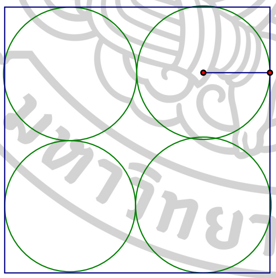
$\overline{AC}^2 + \overline{BC}^2 = \overline{AB}^2$ นั่นคือ $(12)^2 + (6\sqrt{5})^2 = 324$

ดังนั้น $\overline{AB} = \sqrt{324} = 18$ หน่วย

ดังนั้นรัศมีของวงกลมนี้คือ 9 หน่วย

2. วาดรูปวงกลมขนาดเท่ากัน 4 วงห้ามซ้อนทับกัน ลงบนกระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 27 เซนติเมตร จะสามารถวาดวงกลมขนาดใหญ่ที่สุดได้รัศมีเท่าไร

<u>วิธีทำ</u>



ให้รัศมีที่ใหญ่ที่สุดคือ r เซนติเมตร

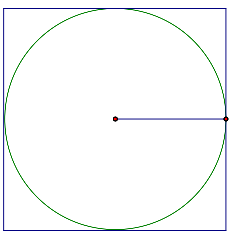
วงกลม 2 วงมีความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางรวมกันเท่ากับด้านของสี่เหลี่ยม คือ 27 เซนติเมตร

นั่นคือ $4\mathrm{r} = 27$ เซนติเมตร

ดังนั้น $\mathrm{r} = \frac{27}{4} = 6.75$ เซนติเมตร

3. วงกลมบรรจุอยู่ภายในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่ 576 ตารางนิ้ว วงกลมนี้จะมีรัศมีกี่นิ้ว

<u>วิธีทำ</u>



จากพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสคือ ด้าน x ด้าน = 576 ตารางนิ้ว

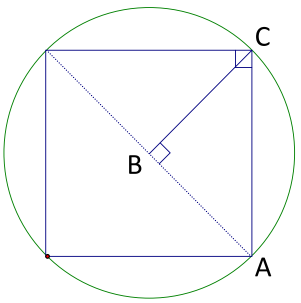
จะได้ด้านของสี่เหลี่ยมยาวด้านละ 24 นิ้ว

นั่นคือวงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 24 นิ้ว

ดังนั้นรัศมีของวงกลมคือ 12 นิ้ว

4. วงกลมพื้นที่ 2π ตารางเซนติเมตร จะบรรจุสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านเท่าไร

<u>วิธีทำ</u>



จากพื้นที่ของวงกลมคือ $\pi r^2 = 2\pi$ ตารางเซนติเมตร

จะได้ $r^2 = \frac{2\pi}{\pi}$ นั่นคือ $r = \sqrt{2}$ เซนติเมตร

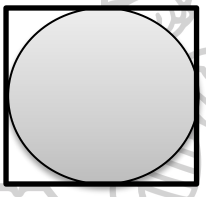
จากสามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก

โดยทฤษฎีบทพีทากอรัสจะได้ว่า $\overline{AB}^2 + \overline{BC}^2 = \overline{AC}^2$

นั่นคือ $\sqrt{2}^2 + \sqrt{2}^2 = 4 = \overline{AC}^2$ ทำให้ได้ว่า $\overline{AC} = 2$ เซนติเมตร

5. เจดีย์แห่งหนึ่งมีฐานเป็นวงกลม วัดความยาวรอบฐานได้ 24π เมตร จะสร้างกำแพงทึบรูปสี่เหลี่ยมสูงด้านละ 2 เมตรล้อมรอบเจดีย์นี้ จะต้องสร้างกำแพงยาวน้อยที่สุดด้านละเท่าไร

<u>วิธีทำ</u>



ฐานของเจดีย์เป็นวงกลมมีความยาวรอบฐานคือ $2\pi r = 24\pi$ เมตร

จะได้ว่า $r = \frac{24\pi}{2\pi} = 12$ เมตร

กำแพงรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความยาวด้านละ $2r$ นั่นคือ $2 \times 12 = 24$ เมตร

6. ข้อใดกล่าวผิด

ก. วงกลมแนบในสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีรัศมีเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวด้านสี่เหลี่ยม

<u>กล่าวถูกต้อง</u>

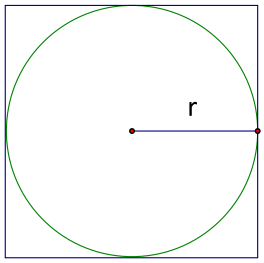
จากโจทย์ข้อ 5. จะเห็นได้ชัดว่า ความยาวด้านของสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวเป็นสองเท่าของรัศมีวงกลมที่แนบใน นั่นคือ วงกลมแนบในสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีรัศมีเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวด้านสี่เหลี่ยม

ข. สี่เหลี่ยมจัตุรัสแนบในวงกลมมีเส้นทแยงมุมยาวเท่ากับสองเท่าของรัศมีวงกลม

<u>กล่าวถูกต้อง</u>

จากโจทย์ข้อ 4. จะเห็นได้ชัดว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมก็คือเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมจัตุรัสแนบในวงกลม นั่นคือ สี่เหลี่ยมจัตุรัสแนบในวงกลมมีเส้นทแยงมุมยาวเท่ากับสองเท่าของรัศมีวงกลม

ค.   วงกลมแนบในสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่เป็น 1/2 ของพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส <u>กล่าวผิด</u>



ให้ วงกลมมีรัศมียาว r หน่วย ซึ่งทำให้วงกลมมีพื้นที่ $= \pi r^2$ ตารางหน่วย และความยาวด้านของสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 2r หน่วย ซึ่งทำให้ได้ว่า สี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ $= r^2$ ตารางหน่วย

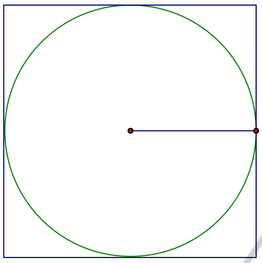
เนื่องจาก $\pi \approx 3.14$ ดังนั้นพื้นที่วงกลม : พื้นที่สี่เหลี่ยมคือ 3.14 : 1

หรือวงกลมมีพื้นที่ประมาณ 1/3 ของพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

1. วัดแห่งหนึ่งต้องการสร้าง เจดีย์ที่มีฐานเป็นรูปวงกลมบนพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1,369 ตารางเมตรจะสร้าง เจดีย์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวที่สุดเท่าไร

<u>วิธีทำ</u>



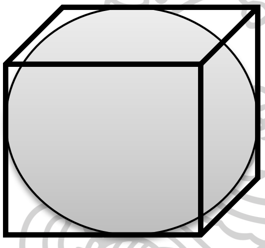
พื้นที่ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสคือ ด้าน xด้าน = 1,369 ตารางเมตร

จะได้ว่าด้านของสี่เหลี่ยมนี้ยาวด้านละ 37 เมตร=เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม

ดังนั้นฐานเจดีย์รูปวงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวที่สุด 37 เมตร

2. กล่องทรงลูกบาศก์สูง 6เซนติเมตร จะบรรจุลูกบอลขนาดใหญ่ที่สุดที่มีรัศมีเท่าไร

<u>วิธีทำ</u>



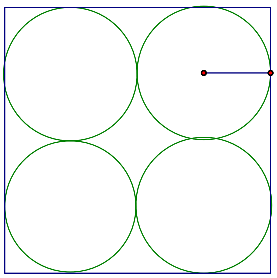
กล่องทรงลูกบาศก์คือมีทุกด้านยาวเท่ากัน คือ6เซนติเมตร

ทำให้ได้ว่า ลูกบอลที่ใหญ่ที่สุดที่บรรจุได้คือมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับความยาวด้านของกล่องคือ 6เซนติเมตร

นั่นคือลูกบอลนี้จะมีรัศมีเท่ากับ 3 เซนติเมตร

3. ต้องการขุดบ่อน้ำขนาดเท่ากันทั้งหมด 4บ่อ โดยที่ปากบ่อเป็นรูปวงกลม ลงบนที่ดินรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่ 1,296 ตารางเมตร จะขุดบ่อน้ำขนาดใหญ่ที่สุดได้รัศมีเท่าไร (π = 3.14)

<u>วิธีทำ</u>



พื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสคือ ด้านxด้าน =1,296 ตารางเมตร

นั่นคือด้านของสี่เหลี่ยมยาวด้านละ 36 เมตร

ทำให้ได้ว่า บ่อน้ำสองบ่อมีความยาวรวมกัน เท่ากับ 36 เมตร

เพราะฉะนั้นบ่อน้ำหนึ่งบ่อมีความยาวหรอเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 18 เมตร จึงได้ว่า รัศมีคือ 9 เมตร

4. ถ้าต้องการสร้างแท่นบูชารูปสี่เหลี่ยม เพื่อวางกระถางรูปทรงกระบอกที่มีความยาวรอบกระถางธูป 4πเมตร จะต้องสร้างแท่นให้มีความยาวอย่างน้อยที่สุดเท่าไรจึงจะวางกระถางธูปนี้ได้พอดี

วิธีทำ กระถางธูปมีความยาวรอบกระถางคือ $2\pi r = 4\pi$ เมตร

จะได้ว่า รัศมี (r) $= 2$ เมตร และจากเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม = ความยาวด้านสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังนั้น จะต้องสร้างแท่นเพื่อวางกระถางธูปนี้ได้พอดีมีความยาวอย่างน้อยที่สุด คือ 2 x 2 = 4 เมตร

5. ลานปฏิบัติธรรมรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ 361 ตารางเมตร ถ้าทุกๆ 3ตารางเมตร จะมีผู้ปฏิบัติธรรมนั่งอยู่ 1 คน โดยนั่งห่างจากคนข้างหน้า 1 เมตร และห่างจากคนด้านข้าง 1 เมตร ลานปฏิบัติธรรมนี้จะรองรับผู้ปฏิบัติธรรมได้มากที่สุดกี่คน

วิธีทำ ลานปฏิบัติธรรมรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่คือ ด้าน x ด้าน = 361 ตารางเมตร

นั่นคือมีด้านยาวด้านละ 19 เมตร

ทุกๆ 3 ตารางเมตรจะมีผู้ปฏิบัติธรรมนั่งอยู่ โดยนั่งห่างจากคนข้างหน้า 1 เมตร และห่างจากคนด้านข้าง 1 เมตร

นั่นคือ 1 แถวหน้ากระดานจะนั่งได้ 5 คน และนั่งได้ทั้งหมด 10 แถว

ดังนั้นลานปฏิบัติธรรมนี้จะรองรับผู้ปฏิบัติธรรมได้มากที่สุด 5x10 = 50 คน

6. ทรงกลมหนึ่งมีรัศมีเท่ากับ 142 หน่วย วางอยู่บนฐานทรงลูกบาศก์ ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมนี้ยาวเป็น $\frac{1}{2}$เท่าของความยาวด้านของลูกบาศก์ จงหาว่าลูกบาศก์นี้สูงเท่าไร

วิธีทำ ทรงกลมมีรัศมีคือ 142 หน่วย

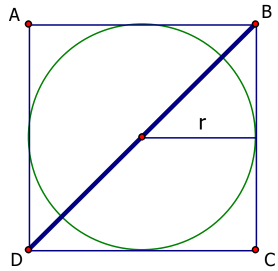
ทำให้ได้ว่า ทรงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลางคือ 142 x 2 = 284 หน่วย

เนื่องจากเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมนี้ยาวเป็น $\frac{1}{2}$เท่าของความยาวด้านของลูกบาศก์

ดังนั้นความยาวด้านของลูกบาศก์คือ $284 \times 2 = 568$ หน่วย

ทำให้ได้ว่าลูกบาศก์นี้สูง 568 หน่วย

เฉลยแบบฝึกหัด

1. 

จากรูป จงคำนวณความยาวของเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABCD$ ซึ่งล้อมรอบวงกลมที่มีรัศมี r หน่วย

วิธีทำ จากรูป วงกลมมีรัศมีเท่ากับ r หน่วย

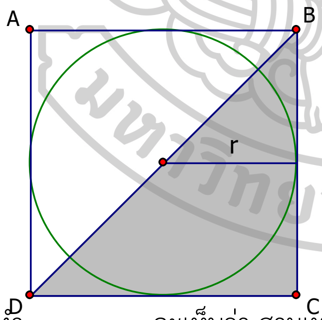
จะได้ว่า เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมยาวเท่ากับ $2r$ หน่วย

ทำให้ได้ว่า แต่ละด้านของสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABCD$ ยาวด้านละ $2r$ หน่วย

เนื่องจาก สามเหลี่ยม BCD เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก

โดยทฤษฎีบทพีทากอรัส จะได้ว่า $\overline{BD}^2 = \overline{BC}^2 + \overline{DC}^2$

$$\overline{BD}^2 = (2r)^2 + (2r)^2$$
$$\overline{BD}^2 = 8r^2$$
$$\overline{BD} = 2r\sqrt{2}$$ หน่วย

2. 

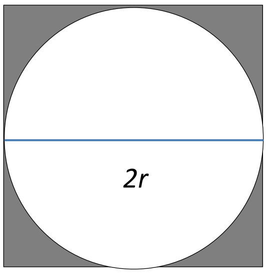
จงหาพื้นที่ของสามเหลี่ยม BCD

วิธีทำ จะเห็นว่า สามเหลี่ยม BCD เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก

และสูตรหาพื้นที่สามเหลี่ยมคือ พื้นที่รูป $\triangle = \frac{1}{2} \times$ ฐาน $\times$ สูง

ดังนั้น พื้นที่ของสามเหลี่ยม $BCD = \frac{1}{2} \times 2r \times 2r$

$$= 2r^2$$ ตารางหน่วย

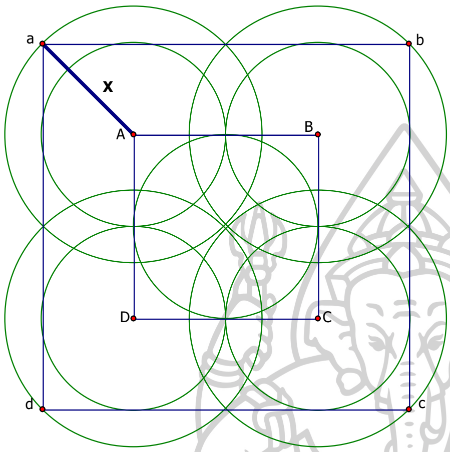
3. 

จงคำนวณหาพื้นที่ส่วนที่แรเงา

วิธีทำ พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $= 2r \times 2r = 4r^2$ ตารางหน่วย

พื้นที่วงกลมแนบในสี่เหลี่ยมจัตุรัส $= \pi r^2$ ตารางหน่วย

ดังนั้นพื้นที่ส่วนที่แรเงา $= 4r^2 - \pi r^2 = (4-\pi)r^2$ ตารางหน่วย



4. จากรูป ให้ $ABCD$ เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ยาวด้านละ $2r$ หน่วย จงคำนวณหาความยาวของ x

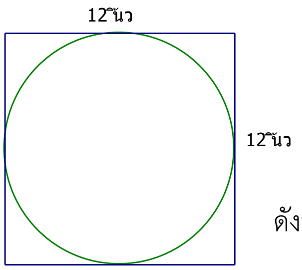
วิธีทำ โดยทฤษฎีบทพีทากอรัส (ข้อ 1.) จะได้ว่าเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABCD$ ยาว $2r\sqrt{2}$ หน่วย และเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมจัตุรัส $abcd$ ยาว $4r\sqrt{2}$ หน่วย ดังนั้น ด้าน x มีความยาว $= \frac{4r\sqrt{2}-2r\sqrt{2}}{2}$

$= \frac{2r\sqrt{2}}{2}$

$= r\sqrt{2}$ หน่วย

5. ทรงกลมบรรจุภายในลูกบาศก์ยาวด้านละ 12 นิ้ว จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์นิ้ว

วิธีทำ



จะได้ว่า เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม เท่ากับ 12 นิ้ว

ดังนั้น รัศมีวงกลมเท่ากับ 6 นิ้ว

จากสูตรปริมาตรทรงกลม คือ πr^3

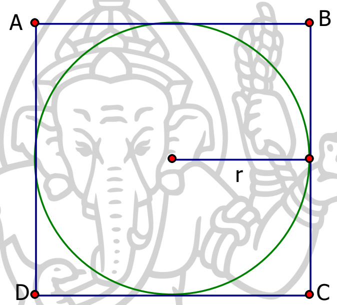
ดังนั้นทรงกลมนี้มีปริมาตรเท่ากับ $\pi 6^3 = 216\pi$ ลูกบาศก์นิ้ว

ใบเฉลยกิจกรรม

เรื่อง การสร้างแผนผังของเจดีย์ชเวดากอง ด้วยกฎ Sulva Sutras

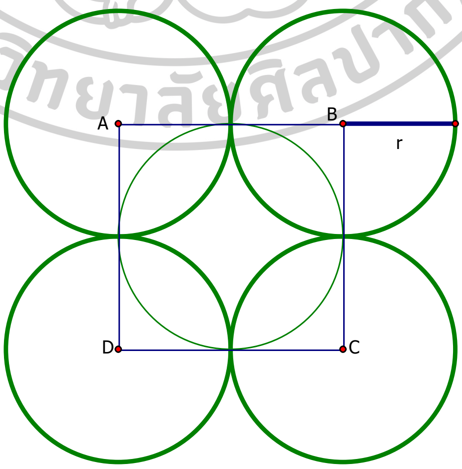
- ให้นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็นว่าควรสร้างความสัมพันธ์ระหว่างวงกลมกับสี่เหลี่ยมจัตุรัสอย่างไร โดยครูอาจเริ่มแนวคิดให้ว่า เริ่มสร้างวงกลมแนบในสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ขั้นตอน 1 วาดวงกลมที่มีรัศมี r หน่วย ตามต้องการ และสร้างสี่เหลี่ยมจัตุรัสล้อมรอบวงกลมโดยให้มีความยาวแต่ละด้านเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมคือ $2r$ หน่วย



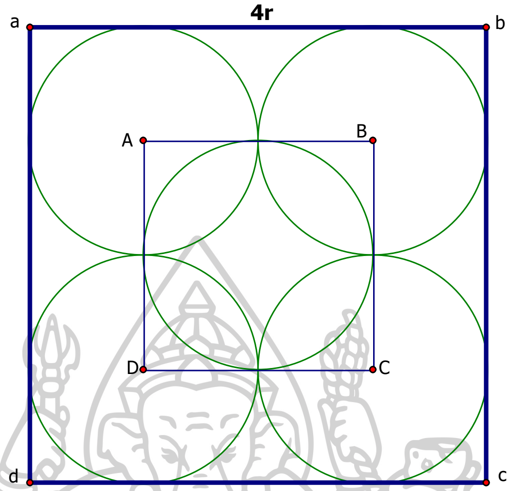
รูปที่ 1

ขั้นตอน 2 สร้างวงกลมสี่วงที่มีรัศมีเท่ากับ r หน่วย โดยมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่มุม A, B, C และ D ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังแสดงในรูปที่ 2



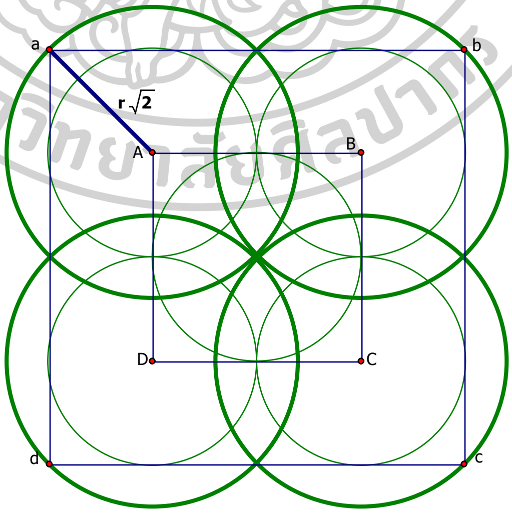
รูปที่ 2

ขั้นตอน 3 สร้างสี่เหลี่ยมจัตุรัสล้อมรอบวงกลมทั้งสี่วงนี้ โดยให้ด้านประกอบของสี่เหลี่ยมแต่ละด้านสัมผัสกับวงกลม ดังนั้นความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สร้างคือ $4r$ หน่วยและกำหนดให้มุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสนี้เป็น a,b,c และ d ดังแสดงในรูปที่ 3



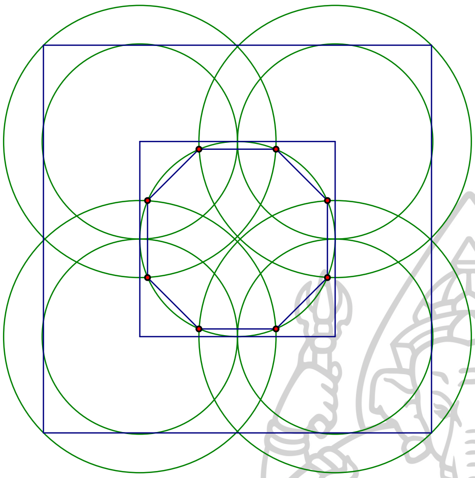
รูปที่ 3

ขั้นตอน 4 วาดวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่งมุมของรูปสี่เหลี่ยม (จุด a) ในทำนองเดียวกันนี้ให้สร้างวงกลมที่เหลืออีก 3 วงให้ครบทั้งสี่ด้าน ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยทฤษฎีบทของพีทากอรัสจะได้ว่ารัศมีของวงกลมที่สร้างแต่ละวงยาว $r\sqrt{2}$ หน่วย

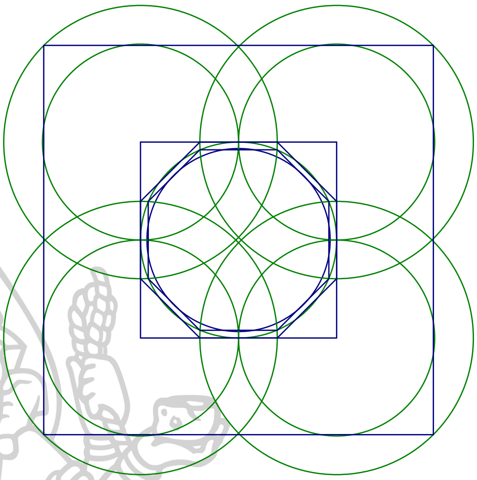


รูปที่ 4

ขั้นตอน 5 ลากเส้นเชื่อมระหว่างรอยตัดของวงกลมที่สร้างในขั้นตอน 1 กับวงกลมในขั้นตอน 4 ดังแสดงในรูปที่ 5 (ก) และลากเส้นเชื่อมระหว่างรอยตัดของสี่เหลี่ยม ABCD กับวงกลมในขั้นตอน 4 ดังแสดงในรูปที่ 5 (ข) จนเกิดเป็นรูปแปดเหลี่ยมซ้อนกันสองรูป แล้ววาดวงกลมให้เส้นรอบวงสัมผัสภายในกับรูปแปดเหลี่ยมในพอดี



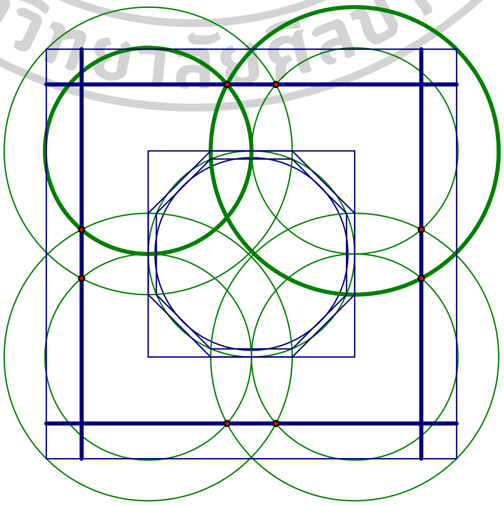
(ก)



(ข)

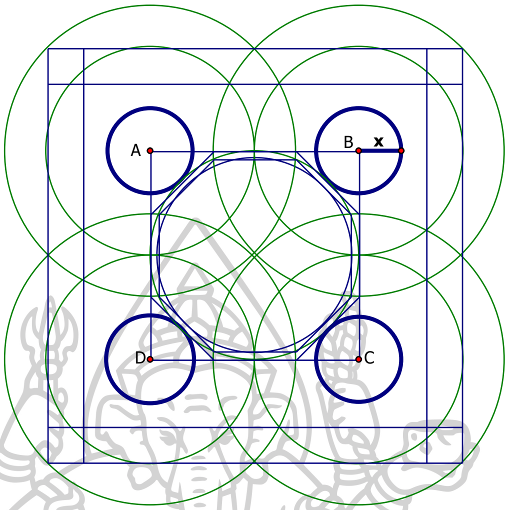
รูปที่ 5

ขั้นตอน 6 ลากเส้นผ่านรอยตัดของวงกลมใหญ่กับวงกลมเล็กที่อยู่ติดกันโดยให้มีความยาวของเส้นเท่ากับ $4r$ หน่วย จนเกิดเป็นสี่เหลี่ยมชั้นที่สอง ดังแสดงในรูปที่ 6



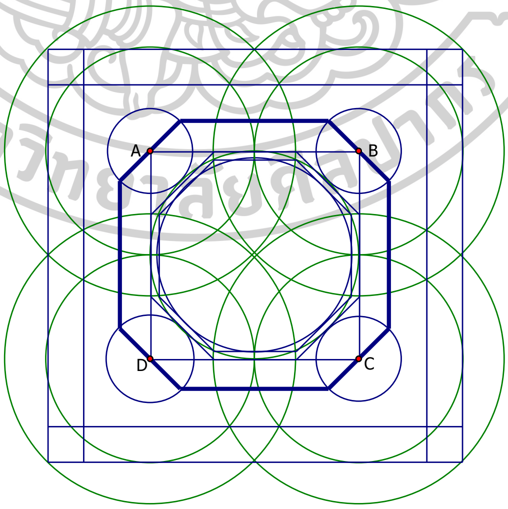
รูปที่ 6

ขั้นตอน 7 สร้างวงกลมเล็กสี่วงที่มีจุดศูนย์กลางเป็นมุม A,B,C และ D โดยให้วงกลมเล็กที่สร้างนี้ สัมผัสกับเส้น รอบวงของวงกลมในขั้นตอน 1 และรัศมีของวงกลมเล็กแต่ละวงเท่ากับ $x = \frac{r\sqrt{6-4\sqrt{2}}}{2}$ หน่วย ดังแสดงในรูปที่ 7



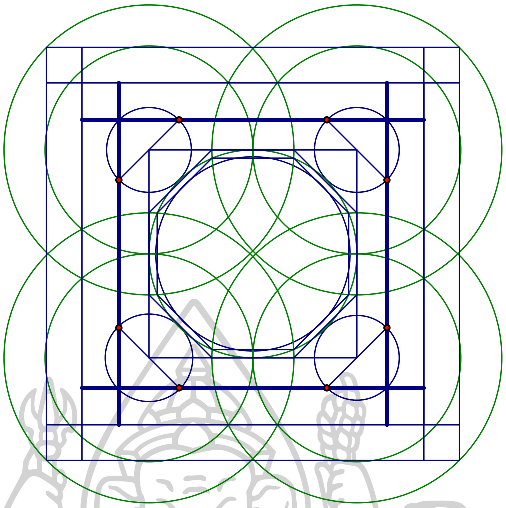
รูปที่ 7

ขั้นตอน 8 ลากเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมเล็กแต่ละวงโดยให้เส้นผ่านศูนย์กลางที่สร้างขนานกับส่วนของแปดเหลี่ยมและลากเส้นเชื่อมจนเกิดเป็นรูปแปดเหลี่ยม ดังแสดงในรูปที่ 8



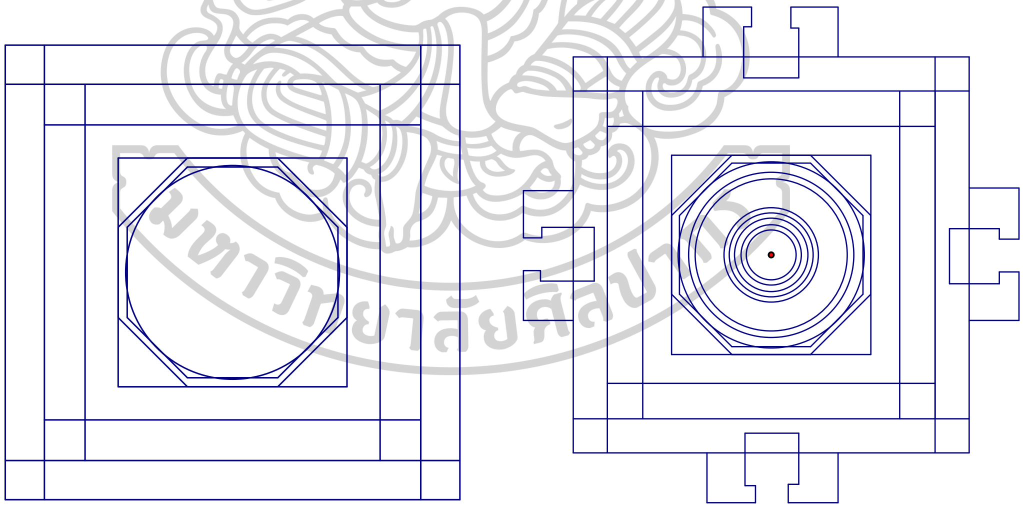
รูปที่ 8

ขั้นตอน 9 สร้างสี่เหลี่ยมชั้นในโดยวาดส่วนของแปดเหลี่ยมที่สร้างในขั้นตอน 8 ให้ขนานกับสี่เหลี่ยม ABCD ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9

ขั้นตอน 10 ลบส่วนที่ไม่ต้องการออก จากนั้นตกแต่งซุ้มประตูทั้งสี่ด้าน



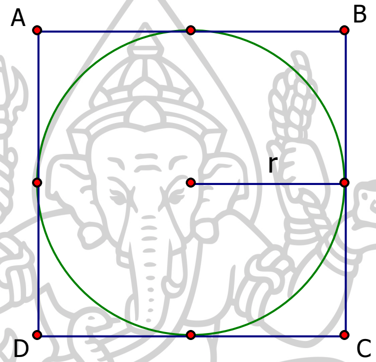
(ก) (ข)

รูปที่ 10

ใบความรู้ที่ 1

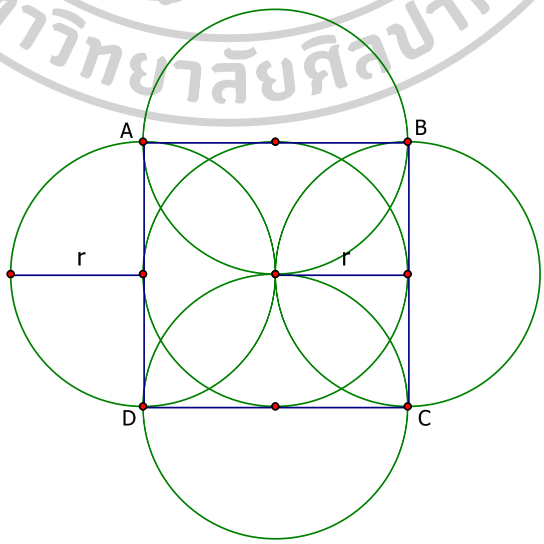
เรื่อง การสร้างแผนผังเจดีย์พระธาตุลำปางหลวง ด้วยกฎ Sulva Sutras

ขั้นตอน 1 วาดวงกลมที่มีรัศมี r หน่วย ตามต้องการ และสร้างสี่เหลี่ยมจัตุรัสล้อมรอบวงกลมโดยให้มีความยาวแต่ละด้านเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมคือ $2r$ หน่วย



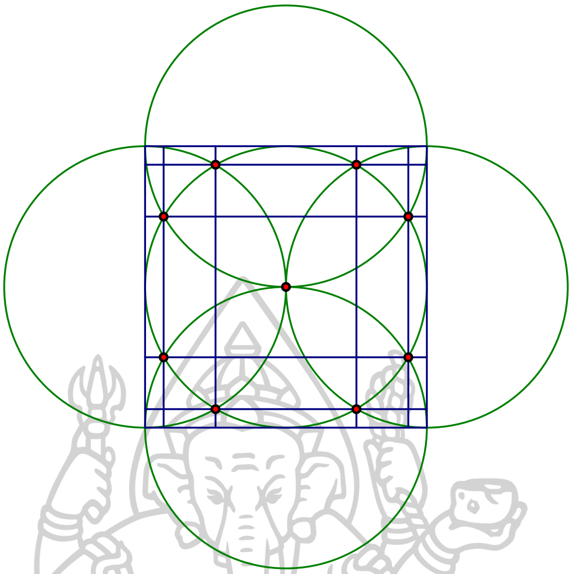
รูปที่ 1

ขั้นตอน 2 สร้างวงกลมสี่วงที่มีรัศมีเท่ากับ r หน่วย โดยมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่กึ่งกลางแต่ละด้านของสี่เหลี่ยม ABCD ดังแสดงในรูปที่ 2



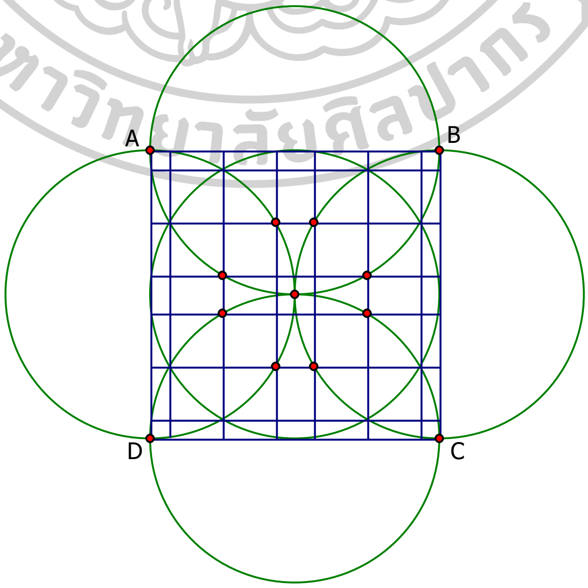
รูปที่ 2

ขั้นตอน 3 ลากเส้นตรงเชื่อมจุดตัดของวงกลมแต่ละวงให้ขนานกับด้านของสี่เหลี่ยม ABCD และมีความยาวเท่ากับ $2r$ หน่วย ดังแสดงในรูปที่ 3



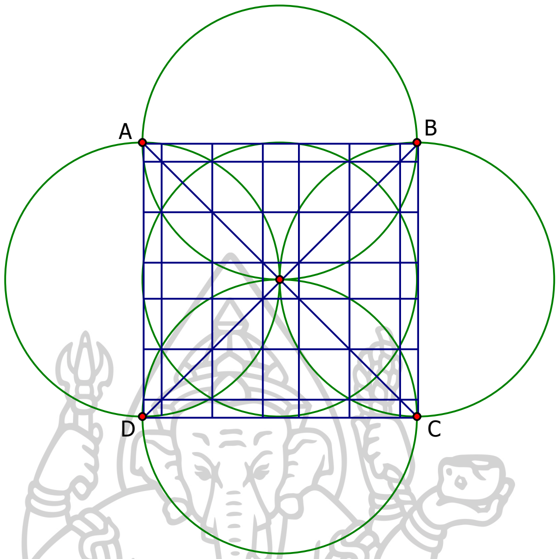
รูปที่ 3

ขั้นตอน 4 ลากเส้นเชื่อมจุดตัดของวงกลมกับส่วนของเส้นตรงในขั้นตอน 3 ให้แต่ละด้านขนานกับด้านของสี่เหลี่ยม ABCD และมีความยาวเท่ากับ $2r$ หน่วย ดังแสดงในรูปที่ 4



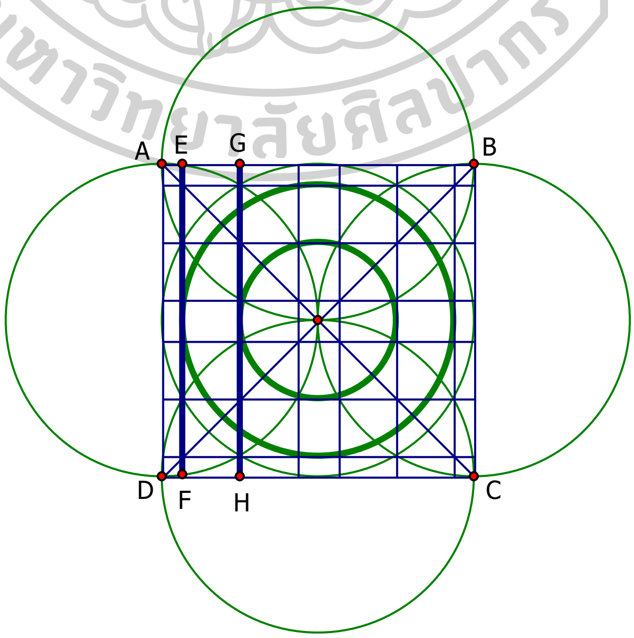
รูปที่ 4

ขั้นตอน 5 ลากเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยม ABCD ดังแสดงในรูปที่ 5



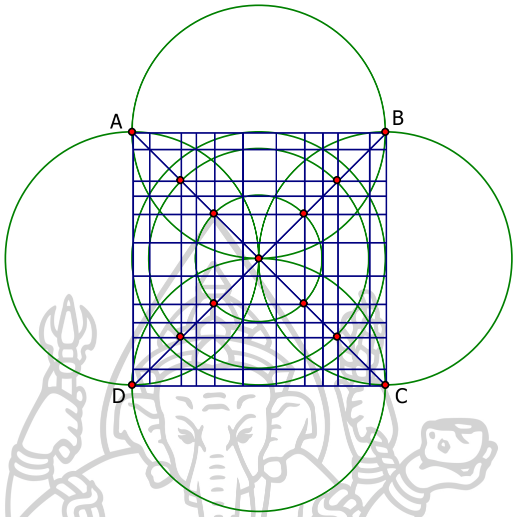
รูปที่ 5

ขั้นตอน 6 สร้างวงกลมชั้นในโดยให้มีรัศมีจากจุดศูนย์กลางไปยังเส้นตรง $\overline{EF}$ และ $\overline{GH}$ ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 6



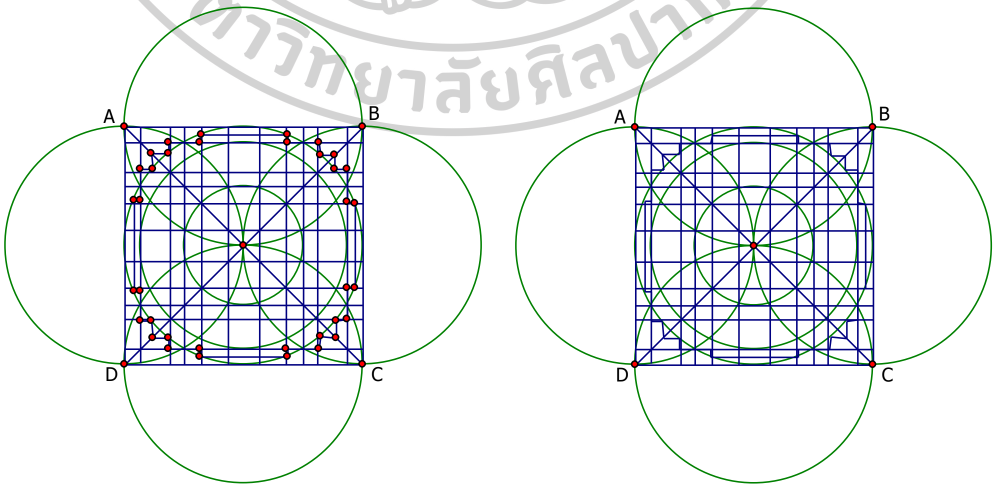
รูปที่ 6

ขั้นตอน 7 กำหนดจุดตัดของเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยม ABCD กับวงกลมที่สร้างในขั้นตอน 6 และลากเส้นเชื่อมจุดตัดให้แต่ละด้านขนานกับด้านของสี่เหลี่ยม ABCD และมีความยาวเท่ากับ $2r$ หน่วย ดังแสดงในรูปที่ 7



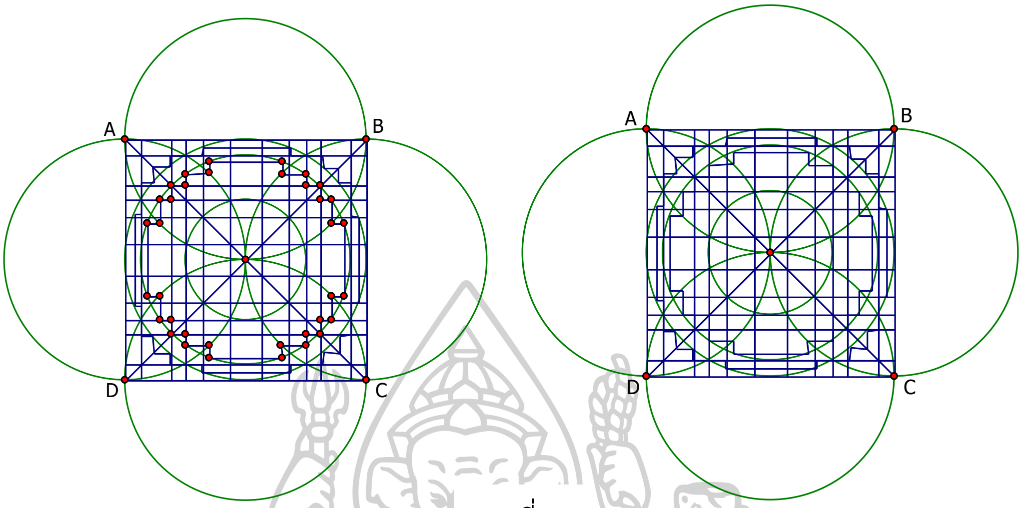
รูปที่ 7

ขั้นตอน 8 กำหนดจุดที่จะใช้แบ่งส่วนของการย่อเก็จและลากเส้นเชื่อมส่วนที่เป็นการย่อเก็จของพระธาตุ โดยใช้หลักการแบ่งครึ่งเส้นและแบ่งครึ่งช่องสี่เหลี่ยมแล้วลากเส้นขนานกับด้านของสี่เหลี่ยม ABCD ดังแสดงในรูปที่ 8



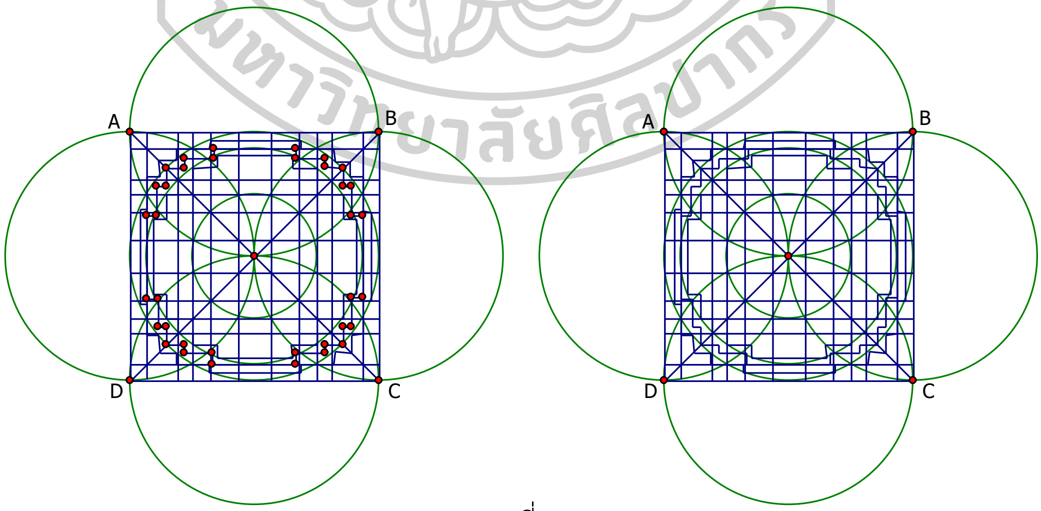
รูปที่ 8

ขั้นตอน 9 ทำซ้ำขั้นตอนที่ 7 โดยให้จุดกึ่งกลางการย่อเก็จลดหลั่นกันและลากเส้นเชื่อมส่วนที่เป็นการย่อเก็จของพระธาตุ ดังแสดงในรูปที่ 9



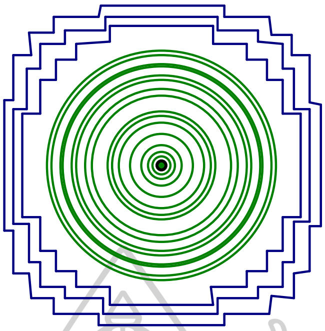
รูปที่ 9

ขั้นตอน 10 ทำซ้ำขั้นตอนที่ 9 โดยใช้พื้นที่ระหว่างกลางจากขั้นตอนที่ 9 และให้จุดกึ่งกลางการย่อเก็จลดหลั่นกันและลากเส้นเชื่อมส่วนที่เป็นการย่อเก็จของพระธาตุ ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10

ขั้นตอน 11 ลบส่วนที่ไม่ต้องการออก และตกแต่งรายละเอียดเพิ่มเติม ดังแสดงในรูปที่ 11

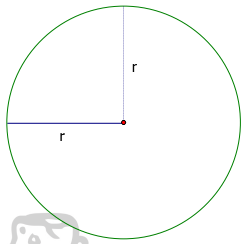
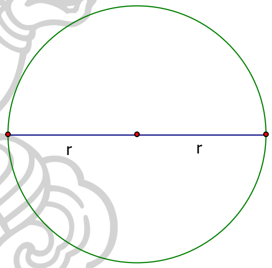
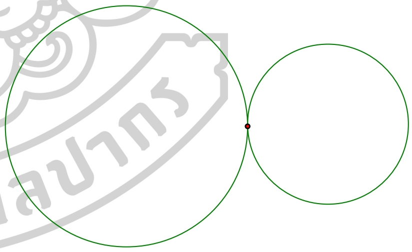
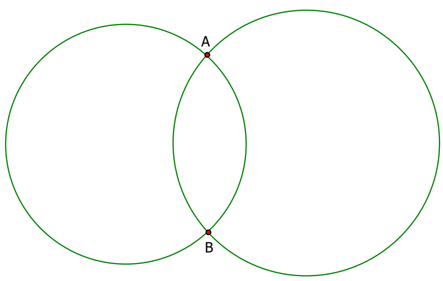


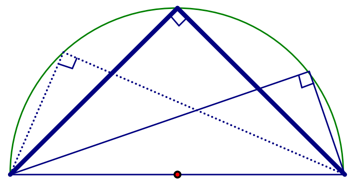
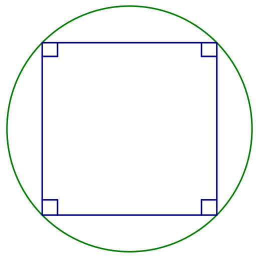
รูปที่ 11

ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง สมบัติของวงกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส เทคนิคการคำนวณรัศมีของวงกลม และ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

➢ สมบัติของวงกลม

สมบัติของวงกลม	รูปประกอบ
1. รัศมีวงกลมเดียวกันย่อมเท่ากัน	
2. เส้นผ่านศูนย์กลางยาวเป็นสองเท่าของรัศมี	
3. วงกลม 2 วงสัมผัสกันได้ที่จุดเดียวกัน	
4. วงกลม 2 วงตัดกันได้เพียง 2 จุดเท่านั้น คือจุด A และจุด B	

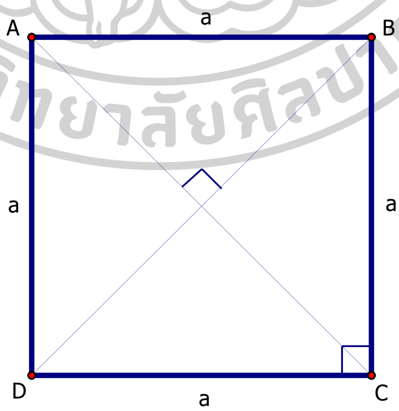
5. มุมในครึ่งวงกลมมีขนาดเท่ากับ 90 องศา	
6. ผลบวกของมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลม ย่อมเท่ากับสองมุมฉาก	

➢ **สมบัติของสี่เหลี่ยมจัตุรัส**

รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือ รูปหลายเหลี่ยมที่มีด้านสี่ด้าน มีมุมสี่มุม โดยด้านทุกด้านยาวเท่ากัน และมุมภายในทุกมุมมีขนาดเท่ากับ 90° เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความยาวเท่ากันและตัดกันเป็นมุมฉากที่จุดกึ่งกลาง

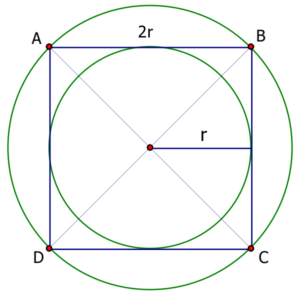
พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเท่ากับ กว้าง × ยาว ตาราหน่วย

สี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ a หน่วย จะมีพื้นที่เท่ากับ $a \times a = a^2$ ตารางหน่วย และเส้นรอบรูปจะยาวเท่ากับ $4a$ หน่วย



รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

- **เทคนิคการคำนวณรัศมีของวงกลม**



วงกลมเล็กมีรัศมี r หน่วย จะหารัศมีของวงกลมใหญ่ได้อย่างไร

พิจารณารูปสามเหลี่ยม ABC ซึ่งมีมุม ABC เป็นมุมฉาก

โดยทฤษฎีบทพีทาโกรัส จะได้ว่า $(\overline{AB})^2 + (\overline{BC})^2 = (\overline{AC})^2$

$$(2r)^2 + (2r)^2 = (\overline{AC})^2$$

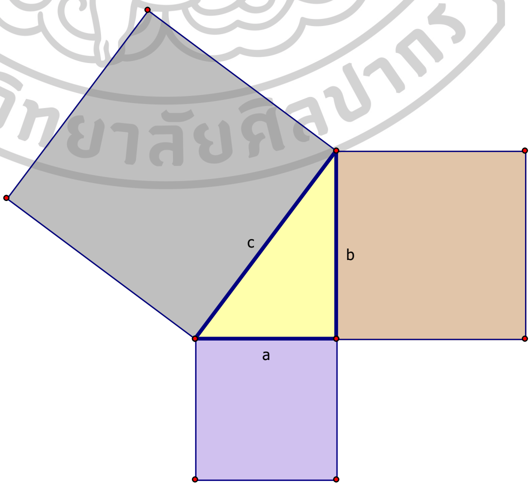
$$8r^2 = (\overline{AC})^2$$

$$\overline{AC} = 2r\sqrt{2}$$

ดังนั้น รัศมีของวงกลมใหญ่ เท่ากับ $\dfrac{2r\sqrt{2}}{2} = r\sqrt{2}$ หน่วย

- **ทฤษฎีบทพีทาโกรัส**

"ในสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ พื้นที่ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านเป็นด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลรวมพื้นที่ของสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านเป็นด้านประชิดมุมฉากของสามเหลี่ยมมุมฉากนั้น"



ทฤษฎีบทดังกล่าวสามารถเขียนเป็นสมการสัมพันธ์กับความยาวของด้าน a, b และ c ได้ดังนี้

$$a^2 + b^2 = c^2$$

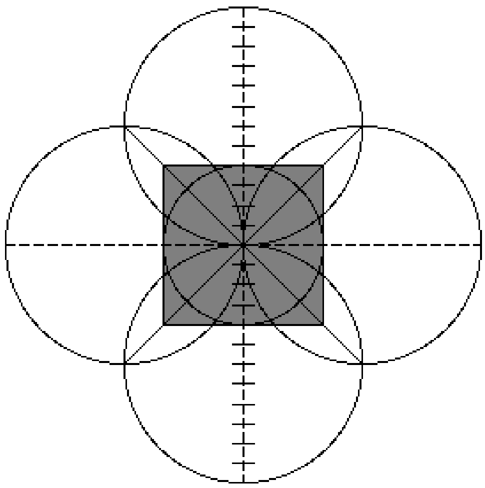
โดยที่ c เป็นความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก และ a และ b เป็นความยาวของอีกสองด้านที่เหลือ

ใบความรู้ที่ 3

เรื่อง กฎ Sulva Sutras

Sulva Sutras หรือกฎของคอร์ด เป็นกฎที่ใช้สร้างแท่นบูชาและวัด คำว่า Sulva Sutras มีที่มาจากพระชาวฮินดูที่ใช้คอร์ดเพื่อสร้างสิ่งต่างๆ ทำหน้าที่เหมือนวงเวียน วาดไปรอบๆ จุด และใช้คอร์ดเพื่อหาความยาวหรือสัดส่วน แผนผังที่สร้างตามกฎของคอร์ดเรียกว่า มันดาลาส (mandalas) คำว่า "มันดาลา" มาจากภาษาสันสกฤต "มันดา (manda)" แปลเป็นภาษาทิเบตคือ "kyil-khor" มีความหมายตามรูปศัพท์ว่า "ซึ่งล้อมรอบจุดศูนย์กลาง" (Daydreamer, 2014) มันดาลาจึงเป็นการใช้รูปทรงเรขาคณิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งวงกลมและสี่เหลี่ยมเพื่อสร้างความสัมพันธ์กันจนเกิดเป็นเป็นโครงสร้างที่สวยงาม และประยุกต์ใช้ศิลปะของแต่ละท้องถิ่นมาต่อเติมให้สวยงามยิ่งขึ้น

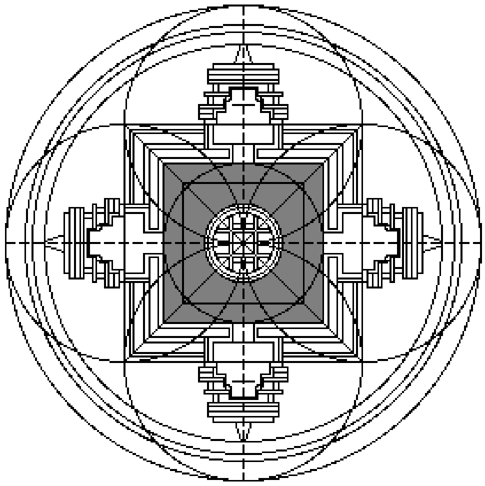
- ตัวอย่างการสร้างมันดาลา ด้วยกฎ Sulva Sutras ของพระชาวทิเบต



รูปที่ 1 โครงสร้างของมันดาลา

จะเริ่มจากการวาดวงกลม ที่ล้อมรอบด้วยสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านทั้งสี่สัมผัสกับเส้นรอบวงกลม แบ่งครึ่งด้านแต่ละด้านของสี่เหลี่ยม แล้วลากเส้นตรงออกจากจุดกึ่งกลางนั้นให้มีความยาวเท่ากับความยาวด้านของสี่เหลี่ยมและทำมุมกับจุดและด้านนั้นเป็น 90 องศา จากนั้นสร้างวงกลมล้อมรอบเส้นทั้งสี่ โดยให้แต่ละวงมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่จุดศูนย์กลางของวงกลมแรก ไปจนถึงเส้นตรงที่วาดต่อมาจากรูปสี่เหลี่ยมดังรูปที่

1 จากนั้นใส่รายละเอียดเพื่อเพิ่มความสวยงามตามวัฒนธรรมความเชื่อของแต่ละท้องถิ่น ดังตัวอย่างการตกแต่งมันดาลาของพระชาวทิเบตในรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างมันดาลาที่เพิ่มการตกแต่งซุ้มประตู

กิจกรรมลูกนิมิตหนักเท่าไหร่

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2-3 **เวลา 100 นาที**

สาระสำคัญ

ลูกนิมิต หมายถึง ก้อนหินที่วางบอกเขตพัทธสีมาในการทำสังฆกรรม หินที่นิยมใช้ทำลูกนิมิตได้แก่ หินแกรนิต หินทราย หินศิลา เป็นต้น เพราะลูกนิมิตทำจากหินจึงมีน้ำหนักมาก ซึ่งส่งผลต่อการติดตั้ง การเคลื่อนย้าย หากทราบน้ำหนักของลูกนิมิต ก็จะสามารถวางแผนการติดตั้งและการเคลื่อนย้ายได้ ซึ่งการนำลูกนิมิตที่มีน้ำหนักมากไปชั่งบนตราชั่งนั้นเป็นเรื่องยาก เราจึงใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ในการคำนวณน้ำหนักของลูกนิมิต

การคำนวณน้ำหนักของลูกนิมิต จะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องการหาปริมาตร และการเทียบสัดส่วน โดยการหาปริมาตรของลูกนิมิตของจริง ปริมาตรของหินที่นำมาใช้ และชั่งน้ำหนักของหินที่นำมาใช้ แล้วเปรียบเทียบสัดส่วนของปริมาตรกับน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาน้ำหนักของลูกนิมิตจริง

เมื่อคำนวณน้ำหนักได้แล้ว ให้นักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อให้ร่วมกันวิเคราะห์และหาข้อสรุป รวมถึงหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักของลูกนิมิตที่คำนวณได้

***หมายเหตุ** น้ำหนักของลูกนิมิตที่คำนวณได้จากกิจกรรมนั้นเป็นน้ำหนักของลูกนิมิตที่ทำมาจากหินชนิดเดียวกันกับหินที่นำมาทดสอบ

ตัวชี้วัด

1. หาปริมาตรของลูกนิมิตได้
2. หาปริมาตรของหินที่นำมาใช้ได้
3. คำนวณน้ำหนักของลูกนิมิตได้

สาระการเรียนรู้

- **การวัด**: ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- **อัตราส่วนและร้อยละ**: อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ
- **ปริมาตรและพื้นที่ผิว**: ลักษณะ สมบัติ การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก การหาปริมาตรของพีระมิด กรวยและทรงกลม การเปรียบเทียบหน่วยความจุหรือปริมาตรในระบบเดียวกันและต่างระบบ การเลือกใช้หน่วยความจุหรือปริมาตร การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร

ข้อแนะนำในการจัดกิจกรรม

- ใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 100 นาที โดยจัดกิจกรรมตามแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
    3. ข้อ 1-4 ใช้เวลา 40 นาที
    4. ข้อ 6-10 ใช้เวลา 60 นาที (เริ่มตั้งแต่ให้นักเรียนลงมือหาปริมาตร คำนวณน้ำหนักลูกนิมิต และนำเสนอหน้าชั้นเรียน)
- แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม
- ครูควรเน้นย้ำนักเรียนว่า ปริมาตรของลูกนิมิตที่คำนวณได้อาจไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับการวัดเส้นรอบวงของลูกนิมิต และปริมาตรของหินที่นำมาใช้อาจคลาดเคลื่อนได้ ให้นักเรียนคำนวณหลายครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย
- ครูควรเน้นย้ำว่าหินที่นำมาใช้ ต้องเป็นหินชนิดเดียวกันกับหินที่ใช้ทำลูกนิมิตจริง

จุดประสงค์

1. คำนวณหาปริมาตรของวัตถุทรงตันได้
2. คำนวณหาปริมาตรของหินไร้รูปทรงได้
3. เปรียบเทียบสัดส่วนของปริมาตรลูกนิมิตกับปริมาตรหินที่นำมาใช้ได้
4. ใช้สัดส่วนที่เปรียบเทียบได้ คำนวณหาน้ำหนักของลูกนิมิตได้

วัสดุอุปกรณ์

ลูกบอลจำลองใช้แทนลูกนิมิต เชือก หิน ตราชั่ง ถ้วยยูเรก้า บีกเกอร์

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยนำเสนอสถานการณ์ดังตัวอย่าง

   "นักเรียนไปทำบุญงานปิดทองฝังลูกนิมิต เคยสังเกตไหมว่าลูกนิมิตมีลักษณะอย่างไร ทำมาจากอะไร และมีน้ำหนักเท่าไร"

   ลูกนิมิตที่เราพบเห็นนั้นมีลักษณะเป็นทรงกลม ทำมาจากหินตันทั้งลูก จึงมีน้ำหนักมาก และไม้ที่นำมาพยุงไว้ต้องมีความแข็งแรงมากเพื่อที่จะรองรับน้ำของลูกนิมิตได้ เมื่อลูกนิมิตมีน้ำหนักมาก การติดตั้งและเคลื่อนย้ายจึงเป็นไปด้วยความลำบาก

   การหาน้ำหนักของลูกนิมิตไม่สามารถหาได้โดยการชั่งแบบปกติทั่วไป แต่เราสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาน้ำหนักของลูกนิมิตได้ โดยการหาปริมาตรของลูกนิมิตของจริง ปริมาตรของหินที่นำมาใช้ และชั่งน้ำหนักของหินที่นำมาใช้ แล้วเปรียบเทียบสัดส่วนของปริมาตรกับน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาน้ำหนักของลูกนิมิตจริง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้ประเด็นคำถามดังตัวอย่าง

— จากสถานการณ์ข้างต้นมีปัญหาหรือความต้องการในเรื่องใด

ควรได้ข้อสรุปว่า ควรรู้น้ำหนักของลูกนิมิตเพื่อวางแผนการติดตั้งและเคลื่อนย้ายได้

— การคำนวณน้ำหนักของลูกนิมิต ควรมีความรู้ที่เกี่ยวข้องเรื่องใดบ้าง

ควรได้ข้อสรุปว่า การวัด อัตราส่วนและร้อยละ ปริมาตรและพื้นที่ผิว

3. ครูอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับปริมาตรว่า

- วัตถุที่มีมวลเท่ากันอาจมีปริมาตรไม่เท่ากัน เช่น ทรงกระบอกหนัก 1 กิโลกรัม กับ ลูกบาศก์หนัก 1 กิโลกรัม มีมวลเท่ากันแต่มีปริมาตรไม่เท่ากัน
- วัตถุที่มีปริมาตรเท่ากันอาจมีมวลไม่เท่ากัน เช่น ลูกเปตองเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว กับ ลูกเทนนิสเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว มีปริมาตรเท่ากันแต่มวลไม่เท่ากัน

4. ครูอธิบายการคำนวณหาเส้นรอบวงของทรงกลม และความสัมพันธ์ของรัศมี กับ ปริมาตรของทรงกลม (ใบความรู้ที่ 1)
5. ครูสาธิตการหาปริมาตรของหินที่นำมาใช้ โดยใช้หลักการแทนที่ของน้ำ (ใบความรู้ที่ 2)
6. ครูให้นักเรียนหาปริมาตรของลูกนิมิต ปริมาตรของหินที่นำมาใช้ น้ำหนักของหินที่นำมาใช้ และเปรียบเทียบสัดส่วนเพื่อคำนวณน้ำหนักของลูกนิมิต
7. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายหน้าชั้นเรียนว่าได้ผลเป็นอย่างไร
8. ในกรณีที่ไม่สามารถคำนวณน้ำหนักของลูกนิมิตได้ ให้ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุ และ หาแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่อาจพบและแนวทางปรับปรุงแสดงดังตาราง

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนไม่สามารถหาปริมาตรลูกนิมิตได้	นักเรียนยังไม่ทราบวิธีการหาปริมาตรของลูกนิมิต	ครูอธิบายหลักการคำนวณหาปริมาตรของทรงกลม โดยเริ่มจากการหาเส้นรอบวงของลูกนิมิต เพื่อหาค่ารัศมี แล้วจึงคำนวณหาปริมาตรของลูกนิมิต
2. นักเรียมไม่สามารถหาปริมาตรของหินที่นำมาใช้ได้	นักเรียนยังไม่ทราบวิธีการหาปริมาตรของหินที่นำมาใช้	ให้นักเรียนศึกษาในใบความรู้ที่ 2
3. นักเรียนไม่สามารถเทียบสัดส่วนปริมาตรระหว่างลูกนิมิตกับหินที่นำมาใช้ เพื่อหาน้ำหนักของลูกนิมิตได้	นักเรียนไม่เข้าใจกระบวนการเทียบสัดส่วน	ให้นักเรียนศึกษาในใบความรู้ที่ 3

9. ครูตั้งคำถามเพื่อสรุปกิจกรรมดังต่อไปดังนี้

— ปริมาตรของหินที่นำมาใช้ของแต่ละกลุ่มแตกต่างกันหรือไม่ แล้วสามารถคำนวณน้ำหนักของลูกนิมิตได้เท่ากันหรือไม่

ควรได้ข้อสรุปว่า ปริมาตรของหินที่นำมาใช้ของแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน แต่สามารถคำนวณน้ำหนักลูกนิมิตได้เท่ากัน

10. ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมเพิ่มเติม (เช่น ทำแบบฝึกหัดที่ให้มา)

การวัดผลและการประเมิน

— นักเรียนสามารถหาปริมาตรของลูกนิมิต ปริมาตรของหินที่นำมาใช้ และน้ำหนักของหินที่นำมาใช้ได้

— นักเรียนสามารถเปรียบเทียบสัดส่วนและคำนวณน้ำหนักของลูกนิมิตได้

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการ		คะแนนเต็ม
1.	หาปริมาตรของลูกนิมิตได้	15
2.	หาปริมาตรของหินที่นำมาใช้ได้	15
3.	คำนวณน้ำหนักของลูกนิมิตได้	20
	รวม	50

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ลูกบอลจำลองเป็นลูกนิมิตที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตรขึ้นไป
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม
3. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การหาปริมาตรโดยการแทนที่ของน้ำ
4. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การเทียบสัดส่วน
5. ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง ชนิดของหิน
6. ใบเฉลยกิจกรรม เรื่อง การคำนวณน้ำหนักของลูกนิมิต
7. แบบฝึกหัด

ใบบันทึกกิจกรรมพร้อมเฉลย

1. การหาปริมาตรของลูกนิมิต ทำได้อย่างไร ใช้สูตรอะไรในการคำนวณ

   แนวคำตอบ ทำได้โดยหาเส้นรอบวงของลูกนิมิต เพื่อรู้ค่ารัศมีแล้วนำไปคำนวณหาปริมาตรของลูกนิมิต โดยใช้สูตร ปริมาตรของทรงกลม = $\frac{4}{3}\pi r^3$ หน่วย^3

2. ให้นักเรียนหาปริมาตรของหินที่นำมาใช้ โดยใช้หลักการแทนที่ด้วยน้ำ และชั่งน้ำหนักของก้อนหิน แล้วบันทึกผลลงในตาราง

การทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
ปริมาตรของหิน	13 ml	13.3 ml	13.2 ml	13.16 ml
น้ำหนักของหิน	0.55 kg	0.57 kg	0.57 kg	0.56 kg

3. ปริมาตรของลูกนิมิตกับปริมาตรของหินที่นำมาใช้เป็นสัดส่วนกันอย่างไร

   แนวคำตอบ ลูกนิมิตมีปริมาตรเป็น 162.89 เท่า ของปริมาตรของก้อนกินที่นำมาใช้

4. ลูกนิมิตมีน้ำหนักเท่าไร จงแสดงวิธีคำนวณ (ใช้ค่า $\pi \approx 3.14$)

   แนวคำตอบ เส้นรอบวงของลูกบอลจำลองวัดได้ 16 เซนติเมตร จะได้ว่า รัศมีคือ 8 เซนติเมตร นั่นคือ ปริมาตรของลูกนิมิตท่จำลองจากลูกบอลจำลองคือ

$$\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}(3.14)(8)^3$$

$$= 2{,}143.57 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

   ทำให้ได้ว่า น้ำหนักของลูกนิมิตคือ $0.56 \times 2{,}143.57 = 91.22$ กิโลกรัม

5. ระหว่างการคำนวณน้ำหนักของลูกนิมิต พบปัญหาอะไรบ้างและมีวิธีแก้ไขอย่างไร

   แนวคำตอบ ไม่สามารถหา ปริมาตรลูกนิมิตได้ วิธีแก้ปัญหาคือ ปรึกษาครู และศึกษาจากใบความรู้

เฉลยแบบฝึกหัด

1. ลูกบอลทรงกลมตันทำจากปูนซีเมนต์ มีปริมาตรเป็น $\frac{1}{3}$ เท่าของทรงกระบอกตันทำจากปูนซีเมนต์ชนิดเดียวกัน ถ้าทรงกระบอกนี้มีปริมาตร 792 cm^3 จงหาว่าลูกบอลนี้มีรัศมีเท่าไร (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)

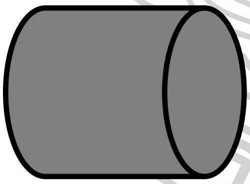
<u>วิธีทำ</u> จากโจทย์จะได้ว่า ลูกบอลมีปริมาตร เท่ากับ $\frac{792}{3} = 264\ cm^3$

จากสูตรปริมาตรของทรงกลม คือ $\frac{4}{3}\pi r^3 = 264$

$$r^3 = \frac{3}{4} \times \frac{7}{22} \times 264 = 63$$

$$r = \sqrt[3]{63} \approx 3.979$$

ดังนั้น ลูกบอลมีรัศมี เท่ากับ 3.979 เซนติเมตร

2.  ทรงกระบอกสูง เป็น 2 เท่าของรัศมี มีปริมาตรเท่ากับ 2,464 ม^3 จงหาความยาวของรัศมีของทรงกระบอกนี้ จงแสดงวิธีทำ (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)

<u>วิธีทำ</u> จากสูตรปริมาตรของทรงกระบอก คือ $\pi r^2 h = 2{,}464$ ม^3

เนื่องจาก ทรงกระบอกสูง เป็น 2 เท่าของรัศมี ดังนั้น $h = 2r$ เมตร

จะได้ว่า ปริมาตรของทรงกระบอก $2\pi r^3 = 2{,}464$

$$r^3 = \frac{1}{2} \times \frac{7}{22} \times 2{,}464$$

$$r = \sqrt[3]{392} \approx 7.32$$

ดังนั้น รัศมีของทรงกระบอกนี้ เท่ากับ 7.32 เมตร

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

1. วงกลมวงหนึ่งมีเส้นรอบวง 308 เซนติเมตร จะมีรัศมีเป็นกี่เมตร ($\pi = \frac{22}{7}$)

<u>วิธีทำ</u> เส้นรอบวงกลมคือ $2\pi r = 308$ เซนติเมตร

จะได้ว่า $r = 154 \times \frac{7}{22} = 49$ เซนติเมตร $= 0.49$ เมตร

2. ทรงกลมสูง 12 เมตร จะมีปริมาตรเท่าไร

<u>วิธีทำ</u> ความสูงของทรงกลม คือเส้นผ่านศูนย์กลาง = 12 เมตร

ดังนั้นรัศมีของทรงกลมนี้คือ 6 เมตร

จากสูตรปริมาตรของทรงกลมคือ $\frac{4}{3}\pi r^3$

ดังนั้นทรงกลมนี้มีปริมาตร $\frac{4}{3}\pi(6^3) = 288\pi$ ลูกบาศก์เมตร

3. ถ้านำลูกหินไปใส่ในถ้วยที่มีน้ำอยู่ ปรากฏว่ามีน้ำล้นออกมาวัดได้ 250 มิลลิลิตร ลูกหินนี้มีปริมาตรเท่าไร

<u>วิธีทำ</u> 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 มิลลิลิตร

ดังนั้นลูกหินนี้มีปริมาตร เท่ากับ $\frac{250}{1,000} = 0.25$ ลิตร

4. ลูกแก้ว A หนัก 7 กิโลกรัม มีปริมาตรเป็น 3.5 เท่าของลูกแก้ว B ถ้าลูกแก้ว B มีปริมาตร 28 ลูกบาศก์

เซนติเมตร แล้วลูกแก้ว B มีน้ำหนักกี่กิโลกรัม

<u>วิธีทำ</u> ลูกแก้ว A หนัก 7 กิโลกรัม มีปริมาตรเป็น 3.5 เท่าของลูกแก้ว B

ลูกแก้ว B มีปริมาตร 28 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จะได้ว่าลูกแก้ว A มีปริมาตร 3.5 x 28 = 98 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ดังนั้นลูกแก้ว B มีน้ำหนัก 2 กิโลกรัม

5. วงกลม O มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวเป็น 3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม P และวงกลม P มีพื้นที่ 196π

ตารางหน่วย แล้ววงกลม O มีรัศมียาวเท่าไร

<u>วิธีทำ</u> วงกลม P มีพื้นที่ $\pi r^2 = 196\pi$ ตารางหน่วย

วงกลม P มีรัศมี $r = 14$ หน่วย นั่นคือเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 28 หน่วย

วงกลม O มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวเป็น 3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลม P

จะได้ว่าวงกลม O มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 28 x 3 = 84 หน่วย

ดังนั้นวงกลม O มีรัศมียาว $\frac{84}{2} = 42$ หน่วย

6. ถ้าวงกลมสองวงมีพื้นที่ต่างกัน 60π ตารางหน่วย โดยวงกลมใหญ่มีพื้นที่ 85π ตารางหน่วย จงหารัศมี

ของวงกลมวงเล็ก

<u>วิธีทำ</u> วงกลมสองวงมีพื้นที่ต่างกัน 60π ตารางหน่วย

โดยวงกลมใหญ่มีพื้นที่ 85π ตารางหน่วย

จะได้ว่าวงกลมเล็กมีพื้นที่ 85π - 60π = 25π ตารางหน่วย

จากพื้นที่วงกลมเล็กคือ $\pi r^2 = 25\pi$

ดังนั้นรัศมีของวงกลมวงเล็กคือ $r = 5$ หน่วย

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

1. ลูกนิมิตที่มีเส้นรอบวง 17π เซนติเมตร จะพื้นที่ผิวเป็นเท่าไร

<u>วิธีทำ</u> จากเส้นรอบวงของลูกนิมิตคือ $2\pi r = 17\pi$ เซนติเมตร

จะได้ว่ารัศมี $(r) = \frac{17\pi}{2\pi} = 8.5$ เซนติเมตร

จากสูตรพื้นที่ผิวทรงกลมคือ $4\pi r^2$

จะได้ว่าพื้นที่ผิวลูกนิมิตนี้คือ $4\pi(8.5)^2 = 289\pi$ ตารางเซนติเมตร

2. จากข้อ 1. ลูกนิมิตนี้ มีปริมาตรเท่าไร

<u>วิธีทำ</u> จากสูตรปริมาตรทรงกลมคือ $\frac{4}{3}\pi r^3$

จากข้อ 1. รัศมีของลูกนิมิตคือ 8.5 เซนติเมตร

ดังนั้นลูกนิมิตนี้มีปริมาตร $\frac{4}{3}\pi(8.5)^3 = \frac{2456.5}{3}\pi$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. เจ้าอาวาสวัดหนึ่งต้องการทำสร้อยประคำแจกในงานประจำปี ถ้าต้องการทำสร้อย 135 เส้น โดยที่แต่ละ เส้นยาว 20 เซนติเมตร จะต้องใช้ลูกประคำที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร ทั้งหมดกี่ลูก

<u>วิธีทำ</u> ต้องการทำสร้อย 135 เส้น โดยที่แต่ละเส้นยาว 20 เซนติเมตร

ดังนั้นความยาวสร้อยทั้งหมดที่จะทำคือ 135 x 20 = 2,700 เซนติเมตร

1 เซนติเมตร เท่ากับ 10 มิลลิเมตร (เลือกทำให้หน่วยเท่ากัน)

ลูกประคำที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร เท่ากับ 1.5 เซนติเมตร

ดังนั้นต้องใช้ลูกประคำทั้งหมด $\frac{2700}{1.5} = 1800$ ลูก

4. ลูกนิมิตของวัด A มีปริมาตร 288π ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมีรัศมีเป็น 2 เท่าของลูกนิมิตวัด B จงหาว่าลูกนิมิตของวัด B มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าไร

<u>วิธีทำ</u> ลูกนิมิตของวัด A มีปริมาตร 288π ลูกบาศก์เซนติเมตร

จากสูตรปริมาตรทรงกลมคือ $\frac{4}{3}\pi r^3 = 288\pi$

$$r^3 = \frac{288\pi}{4\pi} \times 3 = 216$$

$$r = \sqrt[3]{216} = 6 \text{ เซนติเมตร}$$

จากลูกนิมิตของวัด A มีรัศมีเป็น 2 เท่าของลูกนิมิตวัด B

ดังนั้นลูกนิมิตของวัด B มีรัศมี เท่ากับ $\frac{6}{2} = 3$ เซนติเมตร

จะได้ว่าลูกนิมิตของวัด B มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 3 x 2 = 6 เซนติเมตร

5. จากโจทย์ข้อ 4. ถ้าลูกนิมิตของวัด A หนัก 128 กิโลกรัม แล้วลูกนิมิตของวัด B จะหนักกี่กิโลกรัม

<u>วิธีทำ</u> จากข้อ 4. จะได้ว่าลูกนิมิตของวัด B มีปริมาตร 36π มีน้ำหนัก x กิโลกรัม

ถ้าลูกนิมิตของวัด A มีปริมาตร 288π หนัก 128 กิโลกรัม

ดังนั้นลูกนิมิตของวัด B จะหนัก เท่ากับ $\frac{x}{36\pi} = \frac{128}{288\pi}$

$$x = 16 \text{ กิโลกรัม}$$

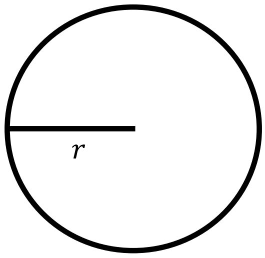
6. ทรงกลมหนึ่งมีพื้นที่ผิว 616 ตารางหน่วย จะมีเส้นรอบวงเป็นเท่าไร ($\pi = \frac{22}{7}$)

<u>วิธีทำ</u> จากสูตรพื้นที่ผิวทรงกลมคือ $4\pi r^2 = 616$ ตารางหน่วย

จะมีรัศมี (r) $= \sqrt{\frac{616}{4} \times \frac{7}{22}} = \sqrt{49} = 7$ หน่วย

ดังนั้นมีเส้นรอบวงเท่ากับ $2\pi r = 2 \times \frac{22}{7} \times 7 = 44$ หน่วย

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม



เมื่อ r คือรัศมีของวงกลม

จากสูตร เส้นรอบวงกลม $= 2\pi r$ หน่วย $(\pi \approx \frac{22}{7}$ หรือ $3.14)$

จะได้ว่า $r = \frac{\text{เส้นรอบวงกลม}}{2\pi}$ หน่วย

พื้นที่ผิวของทรงกลม $= 4\pi r^2$ ตารางหน่วย

ปริมาตรของทรงกลม $= \frac{4}{3}\pi r^3$ ลูกบาศก์หน่วย

ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การหาปริมาตรโดยการแทนที่ของน้ำ

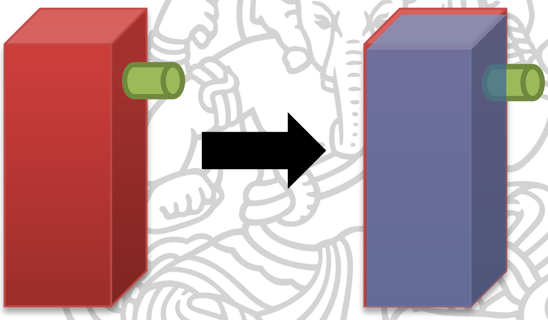
การหาปริมาตรของวัตถุที่มีรูปทรงไม่แน่นอน ด้วยวิธีการแทนที่ด้วยน้ำ

วัสดุอุปกรณ์ วัตถุที่ต้องการหาปริมาตร ถ้วยยูเรก้า บีกเกอร์ น้ำบริสุทธิ์

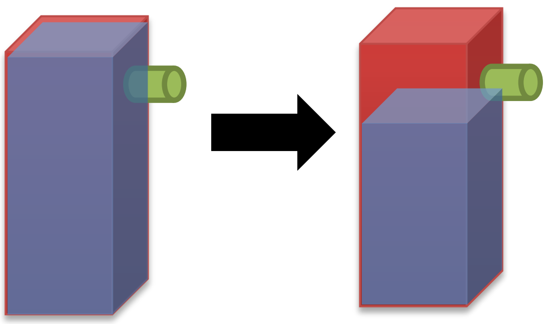
*ถ้วยยูเรก้า คือ ภาชนะที่มีรูด้านบนสำหรับให้ของเหลวที่เกินล้นออกมา

<u>ขั้นตอนการปฏิบัติการ</u>

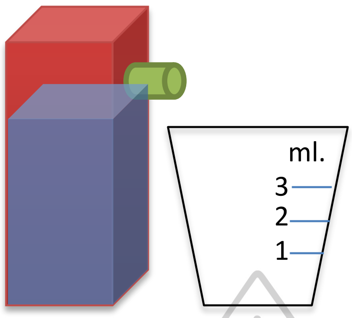
1.ใส่น้ำในถ้วยยูเรก้าให้เต็ม ด้วยการเอามืออุดปากทางออกของน้ำไว้ก่อน



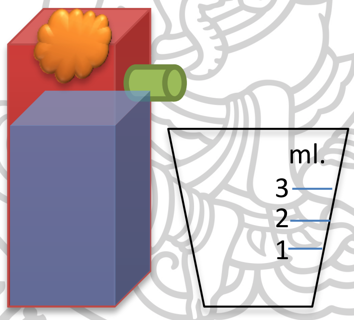
2.นำถ้วยยูเรก้าวางบนพื้นระนาบ แล้วปล่อยให้น้ำไหลออกจนระดับน้ำพอดีกับปากทางออกของน้ำ



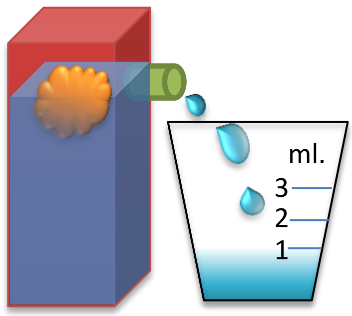
3.นำบีกเกอร์มารองรับน้ำบริเวณปากทางออกของน้ำจากถ้วยยูเรก้า



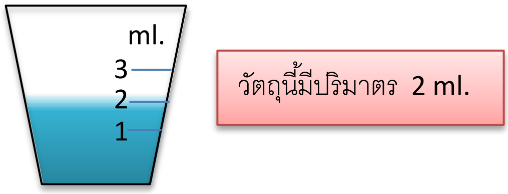
4.ค่อยๆ นำวัตถุที่ต้องการหาปริมาตร ใส่ลงในถ้วยยูเรก้าอย่างช้าๆ



5.เมื่อใส่วัตถุเสร็จ(วัตถุจมอยู่ใต้ผิวน้ำ) รอจนกว่าน้ำจะหยุดไหลจากปากทางออกของน้ำ



6.วัดปริมาตรของน้ำที่ไหลออกมา และทำไปคำนวณหาปริมาตรของวัตถุนั้นต่อไป



ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การเทียบสัดส่วน

อัตราส่วนที่เท่ากัน เป็นอัตราส่วนสองอัตราส่วนใด ๆ ที่ทำให้เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำแล้ว จะได้อัตราส่วนทั้งสองที่มีค่าเท่ากัน ในการตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วนที่กำหนดให้สามารถตรวจสอบได้ ดังนี้

ทำเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ

ขั้นที่ 1 เขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปอัตราส่วนอย่างต่ำ โดยการนำจำนวนจริงใด ๆ จำนวนเดียวกันที่หารได้ลงตัวทั้งจำนวนแรกและจำนวนหลังของอัตราส่วน จนกว่าจะไม่มีจำนวนจริงใดหารได้ลงตัวแล้ว จะได้อัตราส่วนอย่างต่ำ

ขั้นที่ 2 พิจารณาอัตราส่วนที่ได้ ถ้าอัตราส่วนทั้งสองเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำที่มีจำนวนแรกและจำนวนหลังเป็นจำนวนเดียวกัน แสดงว่าเป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน

ตัวอย่าง จงตรวจสอบอัตราส่วน 2 : 10 กับ 5 : 25 และ 8 : 36 กับ 15 : 60 เท่ากันหรือไม่ โดยใช้วิธีทำเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ

วิธีทำ

$$\begin{array}{ccccccc} \boxed{\frac{2}{10}} & \text{กับ} & \boxed{\frac{5}{25}} & & \boxed{\frac{8}{36}} & & \boxed{\frac{15}{60}} \\ \downarrow & & \downarrow & \text{หรือ} & \downarrow & & \downarrow \\ \boxed{\frac{1}{5}} & = & \boxed{\frac{1}{5}} & & \boxed{\frac{2}{9}} & & \boxed{\frac{1}{4}} \end{array}$$

ดังนั้น $\frac{2}{10} = \frac{5}{25}$ **ดังนั้น** $\frac{8}{36} \neq \frac{15}{60}$

ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง ชนิดของหิน

ชนิดของหิน	ลักษณะของหิน	แหล่งที่พบ
หินแกรนิต (granite)	เป็นหินอัคนีบาดาลสีขาวเทา เนื้อหยาบ แข็งแรงมาก	แนวทิวเขาขนาดใหญ่ ของประเทศ อาทิ ทิวเขาตะนาวศรี และทิวเขาภูเก็ตทางภาคตะวันตกและภาคใต้ (จังหวัดพังงา ระนอง และภูเก็ต) ทิวเขาถนนธงชัย และทิวเขาผีปันน้ำ ทางภาคเหนือ (จังหวัดเชียงใหม่ และลำปาง)
หินดินดาน (shale)	เป็นหินตะกอนเนื้อละเอียด ประกอบด้วยอนุภาคตะกอนขนาดเล็กกว่า 1256 มิลลิเมตร	ในประเทศไทยพบอยู่ทั่วไป เช่น ที่จังหวัดชลบุรี กาญจนบุรี นครศรีธรรมราช ยะลา และโดยเฉพาะส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
หินทราย (sandstone)	เป็นหินตะกอนที่ประกอบด้วยเศษหินหรือเม็ดตะกอนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ ๑๑๖ - ๒ มิลลิเมตร คือ ขนาดเท่าเม็ดทราย มักมีลักษณะกลม	ในประเทศไทยพบอยู่ทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่จังหวัดชลบุรี กาญจนบุรี นครศรีธรรมราช ยะลา และส่วนใหญ่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ที่จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ นครพนม สกลนคร
หินกรวดมน (conglomerate)	เป็นหินตะกอนเนื้อหยาบที่ประกอบด้วยเม็ดตะกอน เศษหินหรือเศษกรวดลักษณะมนถึงเกือบมน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า ๒ มิลลิเมตร (คือ ใหญ่เท่าเม็ดกรวด) มักมีลักษณะกลมมน และมีความคงทนสู	ในประเทศไทยพบไม่มากนัก เช่น ที่จังหวัดกาญจนบุรี ระยอง ลพบุรี

ใบความรู้ที่ 5 เรื่องเทคนิคเพิ่มเติม

เราสามารถคำนวณหาน้ำหนักของหินจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{มวล}}{\text{ปริมาตร}}$$

$$\text{มวล} = \text{ความหนาแน่น} \times \text{ปริมาตร}$$

นักเรียนลองคำนวณหาน้ำหนักของหิน จากสูตรความหนาแน่น ได้หรือไม่

กิจกรรมจำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 **เวลา 100 นาที**

สาระสำคัญ

พระปฐมเจดีย์ ตั้งอยู่ที่ อ.เมือง จ.นครปฐม เป็นที่ประดิษฐานพระบรมสารีริกธาตุของพระพุทธเจ้า เป็นที่เคารพสักการบูชาของบรรดาพุทธศาสนิกชนทั่วโลก

ผนังด้านนอกขององค์พระปฐมเจดีย์ จะถูกปูด้วยกระเบื้องแผ่นเล็กๆ จำนวนมากมาย หากอยากทราบว่าจะใช้แผ่นกระเบื้องอย่างมากที่สุดกี่แผ่นก็สามารถคำนวณได้ โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดพื้นที่ผิวและปริมาตร สัดส่วน การแปลงหน่วย และความรู้พื้นฐาน คำนวณจากภาพจำลองสองมิติ แล้วเทียบอัตราส่วนเพื่อให้ได้จำนวนแผ่นกระเบื้องอย่างมากที่สุดที่ใช้ปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์

เมื่อคำนวณหาจำนวนแผ่นกระเบื้องอย่างมากที่สุดได้แล้ว ให้นักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อให้ร่วมกันวิเคราะห์และหาข้อสรุป รวมถึงหาจำนวนกระเบื้องเฉลี่ยที่มากที่สุดที่ใช้ปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์

ตัวชี้วัด

1. สร้างมาตราส่วนขององค์พระปฐมเจดีย์ลงในรูปจำลองสองมิติได้
2. หาพื้นที่ผิวองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำได้
3. คำนวณหาจำนวนกระเบื้องอย่างมากที่สุดที่ใช้ปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำได้

สาระการเรียนรู้

- **การวัด**: ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- **อัตราส่วนและร้อยละ**: อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ
- **ปริมาตรและพื้นที่ผิว**: ลักษณะ สมบัติ การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก การหาปริมาตรของพีระมิด กรวยและทรงกลม การเปรียบเทียบหน่วยความจุหรือปริมาตรในระบบเดียวกันและต่างระบบ การเลือกใช้หน่วยความจุหรือปริมาตร การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร

ข้อแนะนำในการจัดกิจกรรม

- ใช้เวลาในการจัดกิจกรรม 100 นาที โดยจัดกิจกรรมตามแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
    5. ข้อ 1-4 ใช้เวลา 40 นาที
    6. ข้อ 6-10 ใช้เวลา 60 นาที (เริ่มตั้งแต่ให้นักเรียนลงมือกำหนดมาตราส่วน หาพื้นที่ผิว คำนวณจำนวนกระเบื้องอย่างมากที่สุดที่ใช้ปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำ และนำเสนอหน้าชั้นเรียน)
- แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามความเหมาะสม
- ครูควรเน้นย้ำนักเรียนว่าพื้นที่ผิวที่คำนวณได้อาจไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับการวัดที่อาจคลาดเคลื่อน และการเทียบอัตราส่วนความยาว ให้นักเรียนคำนวณหลายครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย
- ครูควรเน้นย้ำว่ากิจกรรมนี้เป็นเพียงการประมาณจำนวนกระเบื้องอย่างมากที่สุดที่ใช้ปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำ

จุดประสงค์

1. สร้างมาตราส่วนขององค์พระปฐมเจดีย์ลงในรูปจำลองสองมิติได้
2. หาพื้นที่ผิวองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำได้
3. คำนวณหาจำนวนกระเบื้องอย่างมากที่สุดที่ใช้ปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำได้

วัสดุอุปกรณ์

ภาพจำลององค์พระปฐมเจดีย์แบบสองมิติ เครื่องคิดเลข ไม้บรรทัด

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยนำเสนอสถานการณ์ดังตัวอย่าง

“พระปฐมเจดีย์ เป็นเจดีย์ขนาดใหญ่ ผนังด้านนอกถูกปูด้วยกระเบื้องแผ่นเล็กๆ จำนวนมาก นักเรียนคิดว่าถ้าเราเป็นช่างที่ต้องปูกระเบื้องรอบเจดีย์นี้ เราจะมีวิธีคำนวณจำนวนกระเบื้องที่จะใช้ปูอย่างไรให้พอดีกับองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำ”

หากพิจารณารูปทรงของพระปฐมเจดีย์ จะเห็นว่ามีส่วนที่คล้ายระฆังค่ำอยู่ตรงกลาง ซึ่งส่วนนี้ทีพื้นผิวเยอะที่สุด และใช้จำนวนกระเบื้องที่นำมาปูผนังเยอะที่สุดด้วย ซึ่งหากทราบพื้นที่ผิวของส่วนระฆังคว่ำก็จะสามารถคำนวณจำนวนกระเบื้องที่ใช้ได้ แต่เนื่องจากการวัดความสูง ความยาว ของส่วนประกอบขององค์พระขนาดจริง นั้นทำได้ยาก จึงต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และภาพจำลองสองมิติขององค์พระปฐมเจดีย์มาช่วยในการคำนวณครั้งนี้

2. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้ประเด็นคำถามดังตัวอย่าง

– จะทำอย่างไร เพื่อให้สัดส่วนในภาพสองมิติ มีขนาดเท่าองค์พระปฐมเจดีย์ของจริง

ควรได้ข้อสรุปว่า ใช้การเทียบมาตราส่วน สัดส่วน เป็นต้น

– จากสถานการณ์ข้างต้นต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง

ควรได้ข้อสรุปว่า การวัด พื้นที่ผิวและปริมาตร สัดส่วน การแปลงหน่วย

3. ครูอธิบายการประมาณค่าหาพื้นที่ผิวขององค์พระปฐมเจดีย์ส่วนระฆังคว่ำ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ โดยใช้ประเด็นคำถามดังตัวอย่าง

– จากที่เรียนมาก่อนหน้านี้มีสูตรในการคำนวณพื้นที่ผิวทรงระฆังคว่ำ หรือไม่

ควรได้ข้อสรุปว่า ไม่มี

– นักเรียนจะทำอย่างไร ให้ขนาดขององค์พระปฐมเจดีย์ในภาพจำลอง มีขนาดเท่ากับองค์พระปฐมเจดีย์ของจริง

ควรได้ข้อสรุปว่า ใช้การกำหนดมาตราส่วน (ลักษณะเดียวกันกับแผนที่ประเทศไทย)

– จากภาพจำลององค์พระปฐมเจดีย์สองมิติ นักเรียนคิดว่ารูปทรงเรขาคณิตชนิดใด เหมาะสมที่จะนำมาใช้ประมาณพื้นที่ผิวขององค์พระปฐมเจดีย์ส่วนระฆังคว่ำ และมีสูตรในการคำนวณพื้นที่ผิวอย่างไร

ควรได้ข้อสรุปว่า ทรงกรวย และ พื้นที่ผิวทรงกรวย $= \pi rl + \pi r^2$

4. ครูอธิบายการประมาณค่าหาพื้นที่ผิวขององค์พระปฐมเจดีย์ส่วนระฆังคว่ำ จากภาพจำลององค์พระปฐมเจดีย์สองมิติ โดยการประมาณด้วยทรงกรวย (ใบความรู้ที่ 1)
5. ครูอธิบายขั้นตอนการใช้ อัตราส่วน ในการคำนวณหาค่าของตัวแปรที่เราต้องการทราบค่า (ใบความรู้ที่ 1)
6. ครูให้นักเรียนหาพื้นที่ผิวขององค์พระปฐมเจดีย์ส่วนระฆังคว่ำ จากภาพจำลององค์พระปฐมเจดีย์สองมิติ พร้อมทั้งแปลงมาตราส่วนให้มีขนาดเท่าของจริง จากนั้นให้คำนวณว่าจะใช้กระเบื้องขนาด 13×13 เซนติเมตร ปูรอบส่วนระฆังคว่ำนี้อย่างมากสุดกี่แผ่น
7. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายหน้าชั้นเรียนว่าได้ผลเป็นอย่างไร
8. ในกรณีที่ไม่สามารถหาจำนวนกระเบื้องอย่างมากที่สุดได้ ให้ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุและ หาแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่อาจพบและแนวทางปรับปรุงแสดงดังตาราง

ปัญหาที่พบ	สาเหตุที่เป็นไปได้	แนวทางแก้ไข
1. นักเรียนไม่สามารถหาพื้นที่ผิวส่วนระฆังคว่ำได้	นักเรียนยังไม่ทราบวิธีการหาพื้นที่ผิวส่วนระฆังคว่ำ	ครูอธิบายหลักการคำนวณหาพื้นที่ผิวส่วนระฆังคว่ำโดยเริ่มจากการหาพื้นที่ผิวทรงกรวย (ใบความรู้ที่ 1) แล้วจึง

		คำนวณหาพื้นที่ผิวส่วนระฆังคว่ำ
2. นักเรียมไม่สามารถ เทียบมาตราส่วน ระหว่างองค์พระปฐม เจดีย์จำลองสองมิติกับ องค์พระปฐมเจดีย์ของ จริงได้	นักเรียนยังไม่ทราบวิธีการเทียบ มาตราส่วน และการแปลงหน่วย	ให้นักเรียนศึกษาในใบความรู้ที่ 2
3. นักเรียนไม่สามารถคำนวณว่าจะใช้กระเบื้องขนาด 13 ×13 เซนติเมตร ปูรอบส่วนระฆังคว่ำอย่างมากสุดกี่แผ่น	นักเรียนไม่เข้าใจกระบวนการหาคำตอบ	ให้นักเรียนศึกษาในใบความรู้ที่ 1

9. ครูตั้งคำถามเพื่อสรุปกิจกรรมดังต่อไปดังนี้

– เราสามารถคำนวณหาพื้นที่ผิวขององค์พระปฐมส่วนที่เป็นทรงระฆังคว่ำได้หรือไม่ อย่างไร

ควรได้ข้อสรุปว่า ได้ โดยการประมาณด้วยทรงกรวย

– จำนวนกระเบื้องขนาด 13 ×13 เซนติเมตร อย่างมากที่สุดที่ใช้ปูองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำ คือกี่แผ่น

ควรได้ข้อสรุปว่า 240,094 แผ่น

10. ครูอาจให้นักเรียนทำกิจกรรมเพิ่มเติม (เช่น ทำแบบฝึกหัดที่ให้มา)

การวัดผลและการประเมิน

– นักเรียนสามารถสร้างมาตราส่วนขององค์พระปฐมเจดีย์ลงในรูปจำลองสองมิติได้

– นักเรียนสามารถหาพื้นที่ผิวองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำได้

– นักเรียนสามารถคำนวณหาจำนวนกระเบื้องอย่างมากที่สุดที่ใช้ปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำได้

เกณฑ์การให้คะแนน

รายการ		คะแนนเต็ม
1.	สร้างมาตราส่วนขององค์พระปฐมเจดีย์ลงในรูปจำลองสองมิติได้	15
2.	หาพื้นที่ผิวองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำได้	15
3.	คำนวณหาจำนวนกระเบื้องอย่างมากที่สุดที่ใช้ปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำได้	20
	รวม	50

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ภาพจำลององค์พระปฐมเจดีย์แบบสองมิติ
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ขั้นตอนการคำนวณจากภาพจำลององค์พระปฐมเจดีย์
3. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การเทียบส่วน มาตราส่วน และการแปลงหน่วย
4. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง สูตรคำนวณพื้นที่ผิวและปริมาตร
5. ใบเฉลยกิจกรรม เรื่อง จำนวนกระเบื้องอย่างมากที่สุดที่ใช้ปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำ โดยใช้ภาพจำลองสองมิติ
6. แบบฝึกหัด

ใบบันทึกกิจกรรมพร้อมเฉลย

1. การคำนวณหาจำนวนกระเบื้องขนาด 13 ×13 เซนติเมตร อย่างมากที่สุดที่ใช้ปูองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำทำได้อย่างไร (เขียนเป็นขั้นตอนคร่าวๆ)

แนวคำตอบ 1.สร้างมาตราส่วนเพื่อใช้เปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างองค์พระปฐมเจดีย์ของจริง กับองค์พระปฐมเจดีย์ในภาพจำลองสองมิติ

2.หาพื้นที่ผิวขององค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำ โดยการประมาณด้วยทรงกรวย

3.เทียบมาตราส่วนให้มีขนาดเท่าของจริง

4.คำนวณจำนวนกระเบื้องขนาด 13 ×13 เซนติเมตร ที่ใช้ปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำ ว่าใช้มากสุดกี่แผ่น

2. ให้สมาชิกในกลุ่มวัดความยาวขององค์พระปฐมเจดีย์ในภาพจำลองสองมิติ แล้วบันทึกผลลงในตาราง

การทดสอบ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	ค่าเฉลี่ย
ความสูงจากพื้นดินไปจนถึงยอดองค์พระปฐมเจดีย์ในภาพสองมิติ	16.68 ซม.	16.73 ซม.	16.72 ซม.	16.71 ซม.

3. จากค่าเฉลี่ยความสูงจากพื้นดินไปจนถึงยอดองค์พระปฐมเจดีย์ที่วัดได้ในข้อ 2. ให้นักเรียนกำหนดมาตราส่วนเพื่อบอกสัดส่วนของความสูงที่วัดได้ กับความสูงขององค์พระปฐมเจดีย์ของจริง(120.45 เมตร)

   แนวคำตอบ 1 เซนติเมตร : 7.21 เมตร

4. ให้สมาชิกในกลุ่มวัดความยาวของแต่ละส่วนที่จะใช้ในการคำนวณพื้นที่ผิวของกรวยจากภาพจำลองสองมิติ แล้วเทียบมาตราส่วนให้มีขนาดเท่าของจริง แล้วบันทึกผลลงในตาราง

การทดสอบ	รัศมี (r)		สูงเอียง (l)		พื้นที่ผิวของกรวย (ขนาดเท่าของจริง) หน่วยเป็น ตารางเมตร
	วัดจากภาพสองมิติ	เทียบมาตราส่วนเท่าขนาดจริง	วัดจากภาพสองมิติ	เทียบมาตราส่วนเท่าขนาดจริง	
กรวยรูปใหญ่	3.15 ซม.	22.71 ม.	10.29 ซม.	74.19 ม.	5,290.44 ตร.ม.
กรวยรูปเล็ก	2.03 ซม.	14.63 ม.	6.62 ซม.	47.73 ม.	2,192.63 ตร.ม.
พื้นที่ผิวขององค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำ เท่ากับ 5,290.44 - 2,192.63 = 3,097.81 ตร.ม.					

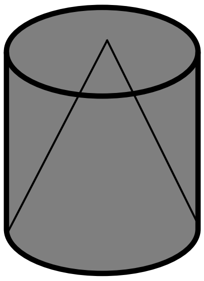
5. จะต้องใช้จำนวนกระเบื้องขนาด 13 ×13 เซนติเมตร อย่างมากที่สุดกี่แผ่นในการปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำ แสดงวิธีการคำนวณ

<u>แนวคำตอบ</u> $\frac{\text{พื้นที่ผิวขององค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำ}}{\text{ขนาดกระเบื้องที่ใช้ปู(หน่วยเป็นเมตร)}} = \frac{3097.81}{0.0169} \approx 183,302$ แผ่น

6. ระหว่างการคำนวณจำนวนกระเบื้องขนาด 13 ×13 เซนติเมตร อย่างมากที่สุดกี่แผ่นในการปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำพบปัญหาอะไรบ้างและมีวิธีแก้ไขอย่างไร

<u>แนวคำตอบ</u> ไม่สามารถหาจำนวนกระเบื้องขนาด 13 ×13 เซนติเมตร อย่างมากที่สุดกี่แผ่นในการปูรอบองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำได้ วิธีแก้ปัญหาคือ ปรึกษาครู และศึกษาจากใบความรู้

เฉลยแบบฝึกหัด

1.  ทรงกระบอกสูง 13 เซนติเมตร มีรัศมี 4.5 เซนติเมตร บรรจุกรวยที่มีความสูงและมีรัศมีเท่ากับทรงกระบอกดังรูป จงหาพื้นที่ผิวของกรวยนี้ (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)

<u>วิธีทำ</u> จากโจทย์จะได้ว่า รัศมีของกรวย คือ $r = 4.5$ เซนติเมตร

และความสูงของกรวย เท่ากับ 13 เซนติเมตร

เนื่องจากสมบัติของกรวย ทำให้ได้ว่า $l^2 = 13^2 + (\frac{4.5}{2})^2 = 189.25$

ดังนั้น $l \approx 13.76$ เซนติเมตร

จากสูตรพื้นที่ผิวของกรวยคือ $\pi rl + \pi r^2 = \left(\frac{22}{7} \times 4.5 \times 13.76\right) + (\frac{22}{7} \times (4.5)^2)$

≈ 258.25 ตารางเซนติเมตร

2. จากกิจกรรมที่ 3 ถ้าต้องใช้กระเบื้องขนาด 10 x 15 เซนติเมตร ในการปูองค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำ จะต้องใช้กระเบื้องอย่างมากที่สุดกี่แผ่น จงแสดงวิธีทำ

<u>วิธีทำ</u> จากกิจกรรมจะได้ว่า พื้นที่ผิวขององค์พระปฐมเจดีย์ส่วนที่เป็นระฆังคว่ำ เท่ากับ $4{,}057.59$ ตร.ม.

กระเบื้องขนาด 10 x 15 เซนติเมตร เท่ากับ 0.1 x 0.15 เมตร มีพื้นที่ เท่ากับ 0.015 ตร.ม.

ดังนั้น จำนวนกระเบื้องที่ใช้คือ $\frac{4{,}057.59}{0.015} = 270{,}506$ แผ่น

3. จงแสดงว่า จะวาดรูปวงกลมที่มีรัศมี 3.5 เซนติเมตร ลงบนกระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาว 1.5 เมตร ได้อย่างมากสุดกี่วง(ตอบในหน่วยเซนติเมตรและให้ $\pi = \frac{22}{7}$) (วาดวงกลมเต็มวงลงบนกระดาษด้านเดียว)

<u>วิธีทำ</u> วงกลมรัศมี 3.5 ซม. มีพื้นที่ เท่ากับ $\pi r^2 = \frac{22}{7} \times (3.5)^2 = 38.5$ ตร.ซม.

กระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาว 1.5 เมตร เท่ากับ 150 เซนติเมตร

มีพื้นที่เท่ากับ กว้าง x ยาว $= 150 \times 150 = 22{,}500$ ตร.ซม.

ดังนั้น จะวาดวงกลมลงบนกระดาษนี้อย่างมากที่สุด คือ $\frac{22{,}500}{38.5} = 584$ วง

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน

1. จะต้องใช้กระเบื้องขนาด 0.15 เมตร X 0.15 เมตร อย่างน้อยที่สุดกี่แผ่น ในการปูบนพื้นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานดังรูป(ตอบเป็นจำนวนเต็ม)

<u>วิธีทำ</u> พื้นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานคือ กว้าง x ยาว = 100 x 75 = 7,500 ตารางเซนติเมตร

1 เมตร เท่ากับ 100 เซนติเมตร (เลือกทำหน่วยให้เท่ากัน)

กระเบื้อง 1 แผ่นมีพื้นที่ 15 เซนติเมตร x 15 เซนติเมตร = 225 ตารางเซนติเมตร

ต้องใช้กระเบื้องอย่างน้อยที่สุด เท่ากับ $\frac{7500}{225} \approx$ 33.33

ดังนั้นใช้กระเบื้องอย่างน้อยที่สุด 33 แผ่น

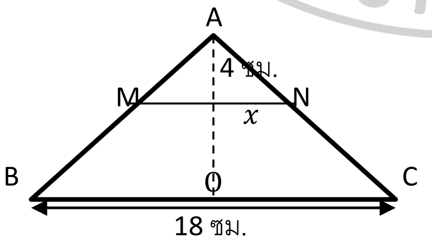
2. ระยะทางในแผนที่จากเมือง A ไปยังเมือง B ห่างกัน 17.8 เซนติเมตร ถ้ามาตราส่วนในแผนที่คือ 1 เซนติเมตร : 12.5 กิโลเมตร ระยะห่างจริงของเมือง A กับเมือง B คือกี่กิโลเมตร

<u>วิธีทำ</u> มาตราส่วนในแผนที่คือ 1 เซนติเมตร : 12.5 กิโลเมตร

ระยะทางในแผนที่จากเมือง A ไปยังเมือง B ห่างกัน 17.8 เซนติเมตร

ดังนั้นระยะห่างจริงของเมือง A กับเมือง B คือ 17.8 x 12.5 = 222.5 กิโลเมตร

3.



สามเหลี่ยมหน้าจั่ว ABC มีฐานยาว 18 เซนติเมตร มีความสูง12 เซนติเมตร จงหาว่า สามเหลี่ยม AMN มีพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร

<u>วิธีทำ</u> ABC เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ลากเส้นจากมุมยอดมาตั้งฉากที่ฐานจะแบ่งครึ่งฐาน

สูตรหาพื้นที่สามเหลี่ยมคือ $\frac{1}{2} \times$ ฐาน $\times$ สูง *สิ่งที่ยังไม่รู้คือความยาวฐาน

ให้ x เป็นความยาวครึ่งหนึ่งของด้าน $\overline{MN}$

จะได้ว่า $\frac{x}{4} = \frac{9}{12}$ นั่นคือ $x = 3$ เซนติเมตร

ดังนั้นสามเหลี่ยม AMN มีพื้นที่ $\frac{1}{2} \times 6 \times 4 = 12$ ตารางเซนติเมตร

4. จากโจทย์ข้อ 3. ถ้ากำหนดมาตราส่วนเป็น 1 เซนติเมตร : 3.5 เมตร แล้วพื้นที่ของสามเหลี่ยม ABC ในหน่วยตารางเมตร

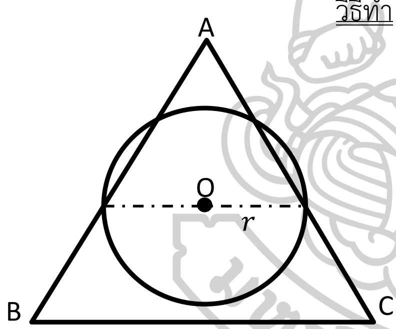
<u>วิธีทำ</u> กำหนดมาตราส่วนเป็น 1 เซนติเมตร : 3.5 เมตร

จากสามเหลี่ยม AMN มีฐานยาว 6 เซนติเมตร จะได้เป็น 6 x 3.5 = 21 เมตร

และสามเหลี่ยม AMN มีความสูง 4 เซนติเมตร จะได้เป็น 4 x 3.5 = 14 เมตร

ดังนั้น พื้นที่ของสามเหลี่ยม ABC ในหน่วยตารางเมตรคือ $\frac{1}{2} \times 21 \times 14 = 147$ ตารางเมตร

5. ถ้าสามเหลี่ยม ABC มีพื้นที่ 98 ตารางเซนติเมตร มีฐานยาว 14 เซนติเมตร และ $\overline{AO}$ ยาว 12 เซนติเมตร แล้วพื้นที่วงกลมมีค่าตรงกับข้อใด



<u>วิธีทำ</u> พื้นที่สามเหลี่ยม ABC คือ $\frac{1}{2} \times$ ฐาน $\times$ สูง = 98 ตารางเซนติเมตร

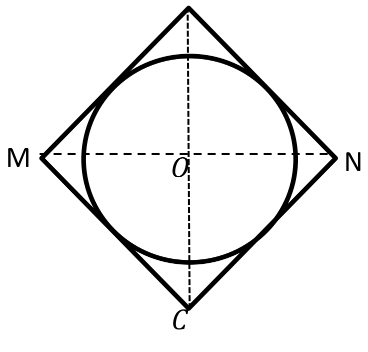
มีฐานยาว 14 เซนติเมตร จะได้ว่า สูง $= \frac{98}{14} \times 2 = 14$ เซนติเมตร

จาก $\overline{AO}$ ยาว 12 เซนติเมตร และให้ r แทนความยาวรัศมีของวงกลม

จะได้ว่า $\frac{r}{12} = \frac{7}{14}$ นั่นคือ $r = 6$ เซนติเมตร

ดังนั้นพื้นที่ของวงกลมคือ $\pi r^2 = \pi 6^2 = 36\pi$ ตารางเซนติเมตร

6. กำหนด $\overline{MN}$ ยาว 26 เซนติเมตรดังรูป แล้ววงกลมที่อยู่ภายในสี่เหลี่ยมจัตุรัสนั้นมีพื้นที่เท่าไร



<u>วิธีทำ</u> จาก $\overline{MN}$ ยาว 26 เซนติเมตร จะได้ $\overline{MO}$ ยาว 13 เซนติเมตร

และ $\overline{OC}$ ยาว 13 เซนติเมตร เนื่องจาก MOC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก

โดยทฤษฎีบทพีทาโกรัสจะได้ว่า $\overline{MO}^2 + \overline{OC}^2 = \overline{MC}^2$

นั่นคือ $13^2 + 13^2 = 338$ ดังนั้น $\overline{MC}$ ยาว $\sqrt{338}$ เซนติเมตร

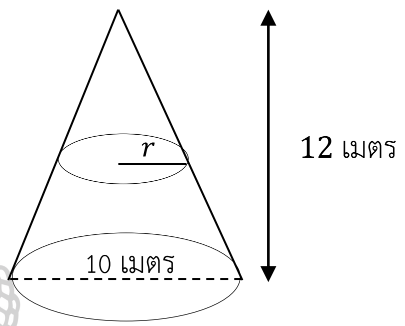
ซึ่งเท่ากับ เส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมทำให้ได้ว่าวงกลมที่อยู่ภายในสี่เหลี่ยมนั้นมีพื้นที่

$$\pi r^2 = (\frac{\sqrt{338}}{2})^2 \pi = 169\,\pi \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

1. กรวยกลมมีรัศมีที่ฐาน 10 เมตร สูงตรง 12 เมตร ถ้าตัดกรวยที่ความสูง 6 เมตร จากยอดกรวย ให้มีฐานเป็นวงกลมเช่นเดิม จงหารัศมีของฐานกรวยอันใหม่นี้

<u>วิธีทำ</u> ให้ r แทนรัศมีของฐานกรวยที่ถูกตัด



จะได้ว่า $\frac{r}{6} = \frac{5}{12}$

นั่นคือ $r = 2.5$ เมตร

2. จากโจทย์ข้อ 1. กรวยที่ถูกตัดจะมีพื้นที่ผิวเท่าไร

<u>วิธีทำ</u> จากสูตรพื้นที่ผิวกรวยคือ $\pi rl + \pi r^2$ (l คือสูงเอียงของกรวย)

จากทฤษฎีบทพีทากอรัส จะได้ว่าสูงอียงของกรวยเล็ก l^2 คือ $6^2 + 2.5^2 = 42.25$

นั่นคือ $l = 6.5$ เมตร

ดังนั้นพื้นที่ผิวกรวยที่ถูกตัดนี้คือ $(\pi \times 2.5 \times 6.5) + (\pi \times 2.5^2) = 22.5\pi$ ตารางเมตร

3. ถ้าต้องการปูกระเบื้องขนาด 20 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร บนพื้นรูปสี่เหลี่ยมที่มีพื้นที่ 200 ตารางเมตร จะต้องใช้กระเบื้องกี่แผ่น

<u>วิธีทำ</u> 1 เมตร เท่ากับ 100 เซนติเมตร (เลือกทำหน่วยให้เท่ากัน)

กระเบื้องขนาด 20 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร เท่ากับ 0.2 เมตร x 0.2 เมตร = 0.04 ตารางเมตร

ต้องการปูกระเบื้องบนพื้นรูปสี่เหลี่ยมที่มีพื้นที่ 200 ตารางเมตร

ดังนั้นจะต้องใช้กระเบื้อง $\frac{200}{0.04} = 5000$ แผ่น

4. จงใช้สามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีพื้นที่ 432 ตารางเมตร และมีฐานกว้าง 24 เมตร ในการประมาณความสูงของต้นไม้ โดยที่ต้นไม้นี้สูงเป็น $\frac{3}{4}$ ของสามเหลี่ยมนี้

<u>วิธีทำ</u> สามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีพื้นที่ 432 ตารางเมตร และมีฐานกว้าง 24 เมตร

จากสูตรพื้นที่สามเหลี่ยมคือ $\frac{1}{2} \times$ ฐาน $\times$ สูง

จะได้ว่า $\frac{1}{2} \times$ ฐาน $\times$ สูง = 432 นั่นคือ สูง = $\frac{432}{24} \times 2$ = 36 เมตร

เนื่องจากต้นไม้นี้สูงเป็น $\frac{3}{4}$ ของสามเหลี่ยม

ดังนั้นต้นไม้สูง $\frac{3}{4} \times 36 =$ 27 เมตร

5. เจดีย์ทรงกรวยสูง 12 เมตร มีความยาวรอบฐาน 10π เมตร จงหาพื้นที่ผิวของเจดีย์นี้

<u>วิธีทำ</u> เจดีย์มีความยาวรอบฐานคือ $2\pi r = 10\pi$ เมตร

นั่นคือรัศมีของเจดีย์ $(r) = \frac{10\pi}{2\pi} = 5$ เมตร

พิจารณาทรงกรวยในแบบสองมิติก็คือสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

ให้ l แทนสูงเอียงของกรวย โดยทฤษฎีบทพีทากอรัสจะได้ว่า

$$l^2 = 12^2 + 5^2$$

นั่นคือ $l = 13$ เมตร

ดังนั้นพื้นที่ผิวของเจดีย์นี้คือ $\pi rl + \pi r^2$ เท่ากับ$(\pi \times 5 \times 13) + (\pi \times 5^2) = 90\pi$ ตารางเมตร

6. มาตราส่วนในแผนผังคือ 1 เซนติเมตร : 12.5 เมตร ถ้าเจดีย์หนึ่งมีความสูง 138.75 เมตร จะมีความสูงในแผนที่กี่เซนติเมตร

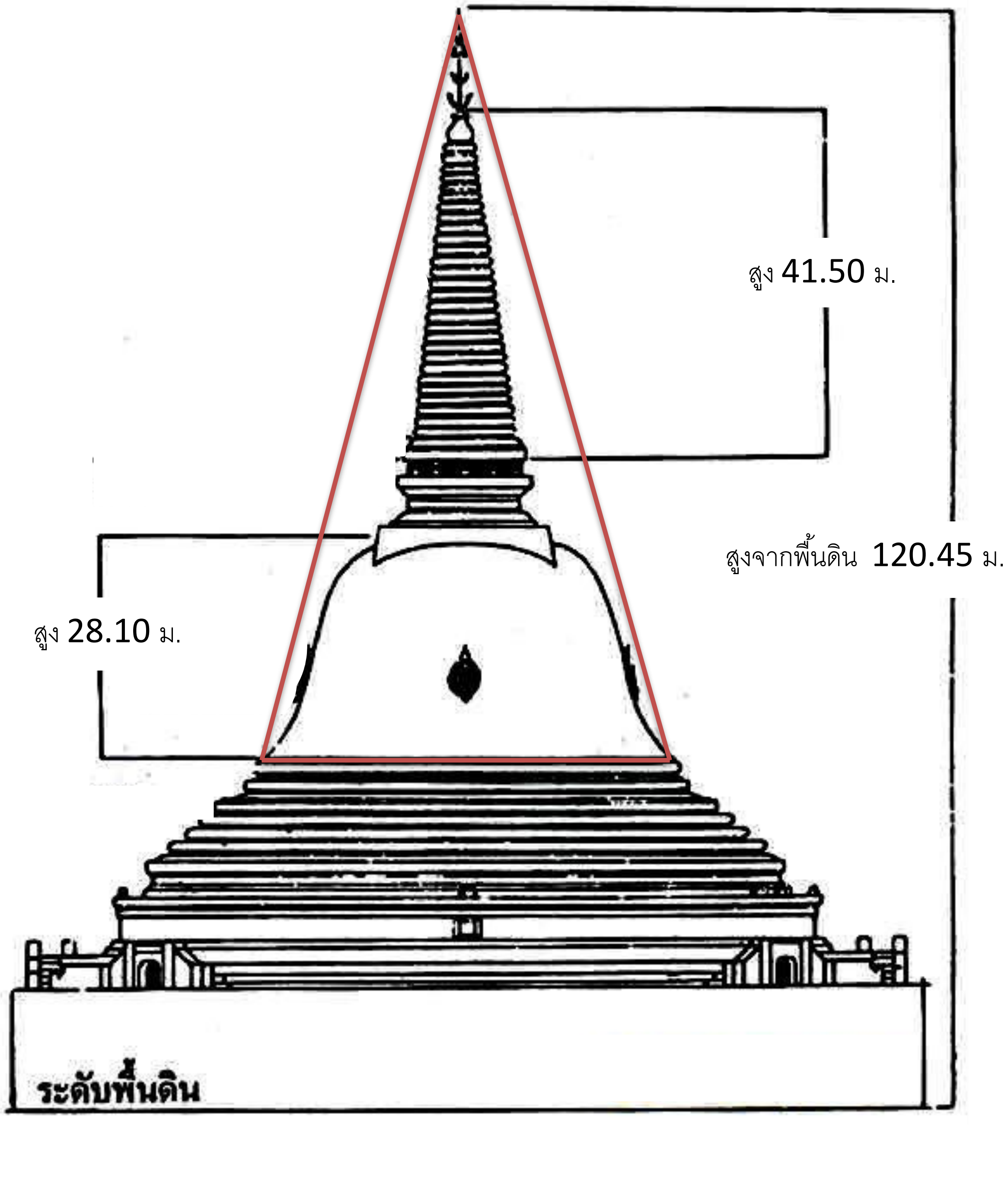
<u>วิธีทำ</u> มาตราส่วนในแผนผังคือ 1 เซนติเมตร : 12.5 เมตร

เจดีย์หนึ่งมีความสูง 138.75 เมตร

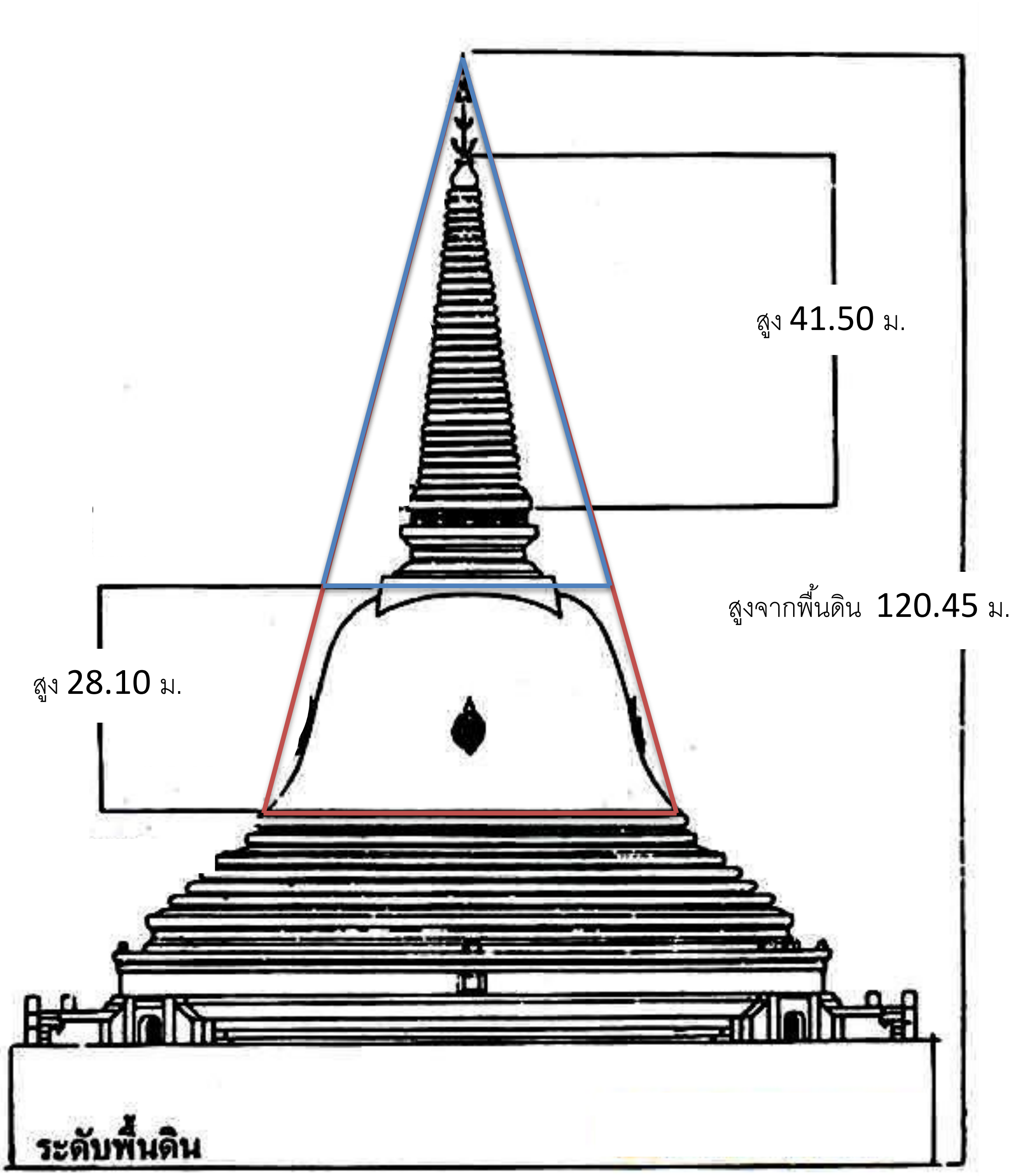
จะมีความสูงในแผนที่เท่ากับ $\frac{138.75}{12.5}$ = 11.1 เซนติเมตร

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ขั้นตอนการคำนวณจากภาพจำลององค์พระปฐมเจดีย์

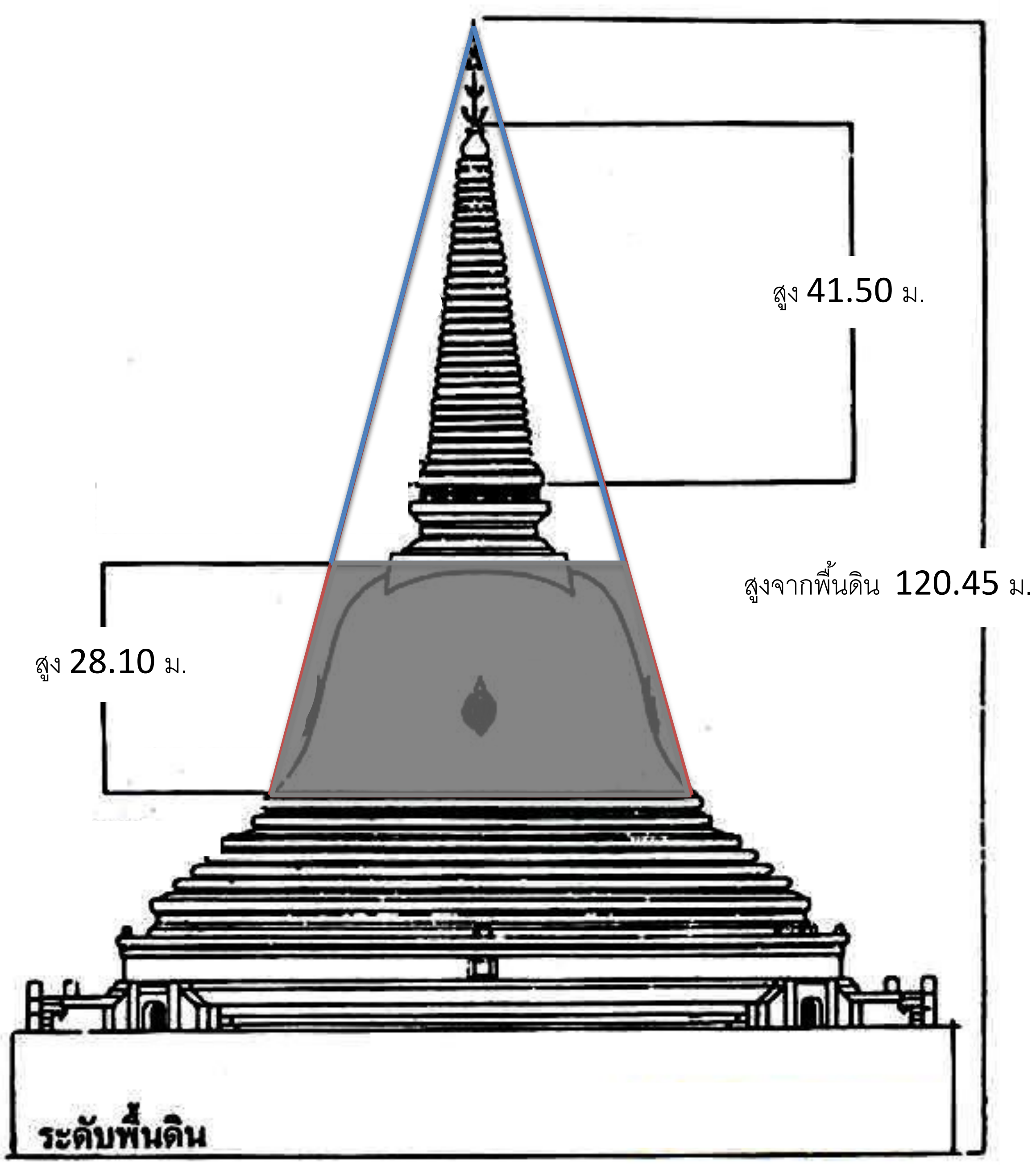
1. จากข้อมูลภาพสองมิติที่มี ให้พิจารณาว่าจะคำนวณหาพื้นที่ผิวของส่วนที่เป็นทรงระฆังคว่ำอย่างไร โดยสังเกตว่ามีส่วนคล้ายรูปทางคณิตศาสตร์รูปใดมากที่สุด วิธีการที่จะใช้นี้คือสร้างสามเหลี่ยมหน้าจั่ว(ในสามมิติคือการสร้างกรวย) ครอบตั้งแต่ยอดเจดีย์ลงมาจนถึงฐานของระฆังคว่ำที่ต้องการคำนวณพื้นที่ผิว แล้วจึงใช้การเทียบมาตราส่วนแล้วคำนวณหาพื้นที่ผิวส่วนนี้ ดังรูป



2. สร้างสามเหลี่ยมคล้าย (ในสามมิติคือการสร้างกรวย) ให้มีความสูงตั้งแต่ยอดเจดีย์ลงมาจนถึงส่วนบนของระฆังคว่ำที่ต้องการคำนวณหาพื้นที่ผิว แล้วจึงใช้การเทียบมาตราส่วนแล้วคำนวณหาพื้นที่ผิวส่วนนี้ ดังรูป



3. นำพื้นที่ผิวที่คำนวณได้ในข้อ 1 ลบออกด้วยพื้นที่ผิวที่คำนวณได้ในข้อ 2 จะได้พื้นที่ผิวส่วนที่เป็นระฆังคว่ำที่ต้องการ ดังรูป แล้วจึงนำไปคำนวณหาจำนวนกระเบื้องต่อไป



ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การเทียบสัดส่วน มาตราส่วน และการแปลงหน่วย

อัตราส่วนที่เท่ากัน เป็นอัตราส่วนสองอัตราส่วนใด ๆ ที่ทำให้เป็นอัตราส่วนอย่างต่ำแล้ว จะได้อัตราส่วนทั้งสองที่มีค่าเท่ากัน ในการตรวจสอบการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วนที่กำหนดให้ สามารถตรวจสอบได้ ดังนี้

ทำเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ

ขั้นที่ 1 เขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปอัตราส่วนอย่างต่ำ โดยการนำจำนวนจริงใด ๆ จำนวนเดียวกันที่หารได้ลงตัวทั้งจำนวนแรกและจำนวนหลังของอัตราส่วน จนกว่าจะไม่มีจำนวนจริงใดหารได้ลงตัวแล้ว จะได้อัตราส่วนอย่างต่ำ

ขั้นที่ 2 พิจารณาอัตราส่วนที่ได้ ถ้าอัตราส่วนทั้งสองเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำที่มีจำนวนแรกและจำนวนหลังเป็นจำนวนเดียวกัน แสดงว่าเป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน

ตัวอย่าง จงตรวจสอบอัตราส่วน 2 : 10 กับ 5 : 25 และ 8 : 36 กับ 15 : 60 เท่ากันหรือไม่ โดยใช้วิธีทำเป็นอัตราส่วนอย่างต่ำ

วิธีทำ

$\boxed{\frac{2}{10}}$ กับ $\boxed{\frac{5}{25}}$ **หรือ** $\boxed{\frac{8}{36}}$ กับ $\boxed{\frac{15}{60}}$

$\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$

$\boxed{\frac{1}{5}} = \boxed{\frac{1}{5}}$ $\boxed{\frac{2}{9}} \neq \boxed{\frac{1}{4}}$

ดังนั้น $\mathbf{\frac{2}{10} = \frac{5}{25}}$ **ดังนั้น** $\mathbf{\frac{8}{36} \neq \frac{15}{60}}$

มาตราส่วน ก็คืออัตราส่วนที่เกี่ยวข้องกับความยาว เพื่อแสดงการเปรียบเทียบระหว่างระยะทางในแผนที่หรือแผนผังกับระยะทางจริง ซึ่งอาจจะเป็นการย่อหรือการขยาย อาจมีหน่วยเดียวกันหรือหน่วยต่างกันก็ได้

ความยาวระบบเมตริก

วัดความยาวระบบเมตริก
1 ซม. = 10 มิลลิเมตร
1 เมตร = 100 ซม.
1 กม. = 1,000 เมตร

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาว พื้นที่ และปริมาตร

กว้าง × ยาว กว้าง × ยาว × สูง

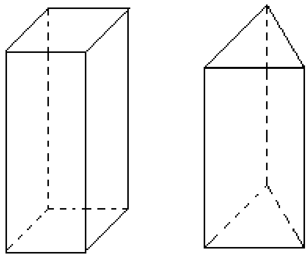
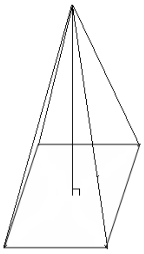
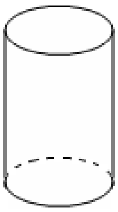
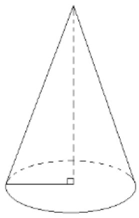
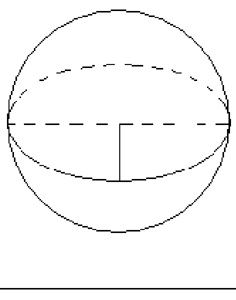
หน่วย ซม. พื้นที่ 1 cm^2 = (1 ซม. × 1 ซม.) ปริมาตร 1 cm^3 = (1 ซม. × 1 ซม. × 1 ซม.)

หน่วย เมตร พื้นที่ 1 m^2 = (1 m × 1 m) ปริมาตร 1 m^3 = (1 m × 1 m × 1 m)

พื้นที่ 1 m^2 = (1 × 100 cm) (1 × 100 cm) = 10,000 cm^2 หรือ 10^4 cm^2

= (1 × 100 × 10 mm) (1 × 100 × 10 mm) = 1,000,000 mm^2 หรือ 10^6 mm^2

ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง สูตรคำนวณพื้นที่ผิวและปริมาตร

ชนิด	ปริมาตร	พื้นที่ผิว
1. ปริซึม 	พื้นที่ฐาน × สูง	พื้นที่ผิวข้าง + 2 พื้นที่ฐาน
2. พีระมิด 	$\frac{1}{3}$ × พื้นที่ฐาน × สูง	พื้นที่ผิวข้าง + พื้นที่ฐาน
3. ทรงกระบอก 	$\pi r^2 h$	$2\pi rh + 2\pi r^2$
4. กรวย 	$\frac{1}{3}\pi r^2 h$	$\pi rl + \pi r^2$
5. ทรงกลม 	$\frac{4}{3}\pi r^3$	$4\pi r^2$

ภาคผนวก ข

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ผกามาศ พะวงษ์	ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์บัณฑิต ภิบาลจอมมี	ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รายนามผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอน

1. อาจารย์พิริยา เลิกชัยภูมิ	ครูผู้สอนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จังหวัดนครปฐม

ภาคผนวก ค

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา
- ความยาก-ง่ายของข้อสอบ

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของชุดกิจกรรมเรื่อง ผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras โดยผู้เชี่ยวชาญ

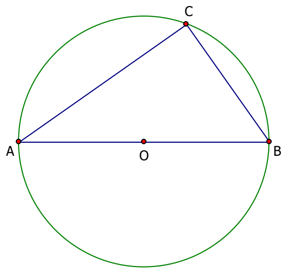
ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. กิจกรรมมี ชื่อ สาระสำคัญเหมาะสมกับเนื้อหา	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. วัสดุอุปกรณ์หาง่าย ขั้นตอนปฏิบัติและคำแนะนำครบถ้วน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
4. กิจกรรมมีเนื้อหาตรงตามจุดประสงค์ตามคู่มือกิจกรรม	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5. กิจกรรมมีระดับความยากง่ายของเนื้อหาเหมาะสม	0	1	1	0.66	สอดคล้อง
6. กิจกรรมสามารถนำไปใช้สอนได้ง่าย	0	1	1	0.66	สอดคล้อง
7. กิจกรรมสามารถพัฒนาทักษะด้านการจำ	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
8. กิจกรรมสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมสามารถพัฒนาทักษะการนำไปใช้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
10. กิจกรรมมีเกณฑ์การให้คะแนนเหมาะสม	0	1	1	0.66	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบก่อนเรียนของชุดกิจกรรมเรื่อง ผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการจำ					
1. วงกลมบรรจุอยู่ภายในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่ 576 ตารางนิ้ว วงกลมนี้จะมีรัศมีกี่นิ้ว ก. 10 นิ้ว ข. 11 นิ้ว ค. 12 นิ้ว ง. 13 นิ้ว	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
2. วงกลมพื้นที่ 2π ตารางเซนติเมตร จะบรรจุสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านเท่าไร ก. 2 เซนติเมตร ข. 3 เซนติเมตร ค. 4 เซนติเมตร ง. 5 เซนติเมตร	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการคิดวิเคราะห์					
3. สามเหลี่ยม ABC มีพื้นที่ $36\sqrt{5}$ ตารางหน่วย บรรจุในวงกลมดังรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม ถ้าคอร์ด $\overline{AC}$ ยาว 12 หน่วย จงหารัศมีของวงกลมนี้ ก. 12 หน่วย ข. 18 หน่วย ค. 9 หน่วย ง. 7 หน่วย 	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

4. ข้อใดกล่าวผิด ก. วงกลมแนบในสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีรัศมีเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวด้านสี่เหลี่ยม ข. สี่เหลี่ยมแนบในวงกลมที่มีพื้นที่มากที่สุดคือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ค. วงกลมแนบในสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่เป็น 1/3 ของสี่เหลี่ยมจัตุรัส ง. ผิดทุกข้อ	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการนำไปใช้					
5. วาดรูปวงกลมขนาดเท่ากัน 4 วงห้ามซ้อนทับกัน ลงบนกระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 27 เซนติเมตร จะสามารถวาดวงกลมขนาดใหญ่ที่สุดได้รัศมีเท่าไร ก. 3.45 เซนติเมตร ข. 4.55 เซนติเมตร ค. 5.65 เซนติเมตร ง. 6.75 เซนติเมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6. เจดีย์แห่งหนึ่งมีฐานเป็นวงกลม วัดความยาวรอบฐานได้ 24π เมตร จะสร้างกำแพงทึบรูปสี่เหลี่ยมสูงด้านละ 2 เมตร ล้อมรอบเจดีย์นี้ จะต้องสร้างกำแพงยาวน้อยที่สุดด้านละเท่าไร ก. ยาวด้านละ 12 เมตร ข. ยาวด้านละ 24 เมตร ค. ยาวด้านละ 36 เมตร ง. ยาวด้านละ 48 เมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบหลังเรียนของชุดกิจกรรมเรื่อง ผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
คำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการจำ					
1. วัดแห่งหนึ่งต้องการสร้าง เจดีย์ที่มีฐานเป็นรูปวงกลมบนพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 1,369 ตารางเมตร จะสร้าง เจดีย์ที่มีความยาวรอบฐานเท่าไร ก. 34π เมตร ข. 35π เมตร ค. 36π เมตร ง. 37π เมตร	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
2. กล่องทรงลูกบาศก์สูง 6 เซนติเมตร จะบรรจุลูกบอลขนาดใหญ่ที่สุดที่มีรัศมีเท่าไร ก. รัศมี 3 เซนติเมตร ข. รัศมี 4 เซนติเมตร ค รัศมี. 5 เซนติเมตร ง. รัศมี 6 เซนติเมตร	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
คำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการคิดวิเคราะห์					
3. ลานปฏิบัติธรรมรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ 361 ตารางเมตร ถ้าทุกๆ 3 ตารางเมตร จะมีผู้ปฏิบัติธรรมนั่งบนอาสน์กลม 1 คน ต่ออาสน์ 1 แผ่น โดยอาสน์กลมนี้จะห่างจากข้างหน้า 1 เมตร และห่างจากด้านข้าง 1 เมตร ลานปฏิบัติธรรมนี้จะรองรับผู้ปฏิบัติธรรมได้มากที่สุดกี่คน ก. 200 คน ข. 150 คน ค. 100 คน ง. 50 คน	0	1	1	0.66	สอดคล้อง

4. ต้องการขุดบ่อน้ำขนาดเท่ากันทั้งหมด 4 บ่อ โดยที่ปากบ่อเป็นรูปวงกลม ลงบนที่ดินรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่ 1,296 ตารางเมตร จะขุดบ่อน้ำขนาดใหญ่ที่สุดได้รัศมีเท่าไร (π = 3.14) ก. รัศมี 7 เมตร ข. รัศมี 8 เมตร ค. รัศมี 9 เมตร ง. รัศมี 10 เมตร	0	1	1	0.66	สอดคล้อง
คำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการนำไปใช้					
5. เจ้าอาวาสวัดหนึ่งต้องการสร้างแท่นบูชารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสสูง 1.5 เมตร เพื่อวางกระถางรูปทรงกระบอกที่มีความยาวรอบกระถางธูป 4.5π เมตร เขาจะต้องสร้างแท่นให้มีความยาวอย่างน้อยที่สุดเท่าไรจึงจะวางกระถางธูปนี้ได้พอดี ก. 4.50π เมตร ข. 4.50 เมตร ค. 4.75π เมตร ง. 4.75 เมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6. ทรงกลมหนึ่งมีเส้นรอบวง 284π หน่วย วางอยู่บนฐานทรงลูกบาศก์ ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลมนี้ยาวเป็น 1/2 เท่าของความยาวด้านของลูกบาศก์ จงหาว่าลูกบาศก์นี้สูงเท่าไร ก. 71 หน่วย ข. 142 หน่วย ค. 284 หน่วย ง. 568 หน่วย	0	1	1	0.66	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 4 ค่าดัชนีความสอดคล้องของชุดกิจกรรมเรื่อง ลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. กิจกรรมมี ชื่อ สาระสำคัญเหมาะสมกับเนื้อหา	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. วัสดุอุปกรณ์หาง่าย ขั้นตอนปฏิบัติและคำแนะนำครบถ้วน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4. กิจกรรมมีเนื้อหาตรงตามจุดประสงค์ตามคู่มือกิจกรรม	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5. กิจกรรมมีระดับความยากง่ายของเนื้อหาเหมาะสม	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6. กิจกรรมสามารถนำไปใช้สอนได้ง่าย	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7. กิจกรรมสามารถพัฒนาทักษะด้านการจำ	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
8. กิจกรรมสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมสามารถพัฒนาทักษะการนำไปใช้	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
10. กิจกรรมมีเกณฑ์การให้คะแนนเหมาะสม	0	1	1	0.66	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 5 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบก่อนเรียนของชุดกิจกรรมเรื่อง ลูกนิมิต น้ำหนักเท่าไหร่ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการจำ					
1. วงกลมวงหนึ่งมีเส้นรอบวง 308 เซนติเมตรจะมีรัศมีเป็นเท่าไร($\pi=\frac{22}{7}$) ก. 43 เซนติเมตร ข. 45 เซนติเมตร ค. 47 เซนติเมตร ง. 49 เซนติเมตร	1	1	0	0.66	สอดคล้อง
2. ทรงกลมสูง 12 เมตร จะมีปริมาตรเท่าไร ก. 258π ลูกบาศก์เมตร ข. 265π ลูกบาศก์เมตร ค. 278π ลูกบาศก์เมตร ง. 288π ลูกบาศก์เมตร	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการคิดวิเคราะห์					
3. ถ้านำลูกหินไปใส่ในถ้วยที่มีน้ำอยู่ ปรากฏว่ามีน้ำล้นออกมาวัดได้ 250 มิลลิลิตร ลูกหินนี้มีปริมาตรเท่าไร ก. 0.25 ลิตร ข. 0.025 ลิตร ค. 2.5 ลิตร ง. 25 ลิตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

4. ลูกแก้ว A หนัก 7 กิโลกรัม มีปริมาตรเป็น 3.5 เท่าของลูกแก้ว B ถ้าลูกแก้ว B มีปริมาตร 28 ลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาว่าลูกแก้ว B มีน้ำหนักกี่กิโลกรัม ก. 1 กิโลกรัม ข. 2 กิโลกรัม ค. 3 กิโลกรัม ง. 4 กิโลกรัม	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการนำไปใช้					
5. วงกลม O มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวเป็น 3 เท่าของวงกลม P และวงกลม P มีพื้นที่ 196π ตารางหน่วย จงหาว่าวงกลม O รัศมียาวเท่าไร ก. 40 หน่วย ข. 41 หน่วย ค. 42 หน่วย ง. 43 หน่วย	0	1	1	0.66	สอดคล้อง
6. ถ้าวงกลมสองวงมีพื้นที่ต่างกัน 21π ลูกบาศก์หน่วย โดยวงกลมใหญ่มีพื้นที่ 85π ลูกบาศก์หน่วย จงหารัศมีของวงกลมวงเล็ก ก. 4 หน่วย ข. 6 หน่วย ค. 8 หน่วย ง. 10 หน่วย	0	1	1	0.66	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 6 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบหลังเรียนของชุดกิจกรรมเรื่อง ลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการจำ					
1. ลูกนิมิตที่มีเส้นรอบวง 17π เซนติเมตร จะพื้นที่ผิวเป็นเท่าไร ก. 283π ตารางเซนติเมตร ข. 285π ตารางเซนติเมตร ค. 287π ตารางเซนติเมตร ง. 289π ตารางเซนติเมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. จากข้อ 1. ลูกนิมิตนี้ มีปริมาตรเท่าไร ก. $\frac{4911\pi}{3}$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ข. $\frac{4913\pi}{3}$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ค. $\frac{4911\pi}{6}$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ง. $\frac{4913\pi}{6}$ ลูกบาศก์เซนติเมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการคิดวิเคราะห์					
3. จากโจทย์ข้อ 4. ถ้าลูกนิมิตของวัด A หนัก 128 กิโลกรัม แล้วลูกนิมิตของวัด B จะหนักกี่กิโลกรัม ก. 15 กิโลกรัม ข. 16 กิโลกรัม ค. 17 กิโลกรัม ง. 18 กิโลกรัม	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

4. ทรงกลมหนึ่งมีพื้นที่ผิว 616 ตารางหน่วย จะมีเส้นรอบวงเป็นเท่าไร ($\pi = \frac{22}{7}$) ก. 68 หน่วย ข. 78 หน่วย ค. 88 หน่วย ง. 98 หน่วย	0	1	1	0.66	สอดคล้อง
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการนำไปใช้					
5. เจ้าอาวาสวัดหนึ่งต้องการทำสร้อยประคำแจกในงานประจำปี ถ้าต้องการทำสร้อย 135 เส้น โดยที่แต่ละ เส้นยาว 20 เซนติเมตร จะต้องใช้ลูกประคำที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.5 มิลลิเมตร ทั้งหมดกี่ลูก ก. 1,500 ลูก ข. 1,600 ลูก ค. 1,700 ลูก ง. 1,800 ลูก	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6. ลูกนิมิตของวัด A มีปริมาตร 288π ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งมีรัศมีเป็น 2 เท่าของลูกนิมิตวัด B จงหาว่าลูกนิมิตของวัด B มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่าไร ก. 2 เซนติเมตร ข. 3 เซนติเมตร ค. 4 เซนติเมตร ง. 5 เซนติเมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 7 ค่าดัชนีความสอดคล้องของชุดกิจกรรมเรื่อง จำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

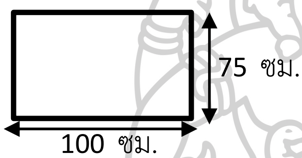
ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. กิจกรรมมี ชื่อ สาระสำคัญเหมาะสมกับเนื้อหา	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. วัสดุอุปกรณ์หาง่าย ขั้นตอนปฏิบัติและคำแนะนำครบถ้วน	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4. กิจกรรมมีเนื้อหาตรงตามจุดประสงค์ตามคู่มือกิจกรรม	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5. กิจกรรมมีระดับความยากง่ายของเนื้อหาเหมาะสม	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6. กิจกรรมสามารถนำไปใช้สอนได้ง่าย	1	0	1	0.66	สอดคล้อง
7. กิจกรรมสามารถพัฒนาทักษะด้านการจำ	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
8. กิจกรรมสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมสามารถพัฒนาทักษะการนำไปใช้	0	1	1	0.66	สอดคล้อง
10. กิจกรรมมีเกณฑ์การให้คะแนนเหมาะสม	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

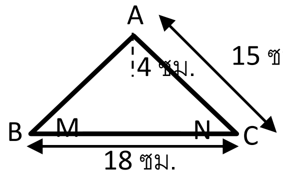
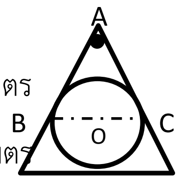
เกณฑ์การประเมิน

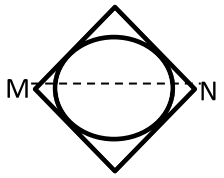
ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบก่อนเรียนของชุดกิจกรรมเรื่อง จำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 3	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการจำ					
1. จะใช้กระเบื้องขนาด 0.15 เมตร X 0.15 เมตร อย่างน้อยที่สุดกี่แผ่น ในการปูบนพื้นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานดังรูป(ตอบเป็นจำนวนเต็ม) ก. 30 แผ่น ข. 33 แผ่น ค. 35 แผ่น ง. 39 แผ่น  	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ระยะทางในแผนที่จากเมือง A ไปยังเมือง B ห่างกัน 17.8 เซนติเมตร ถ้ามาตราส่วนในแผนที่ คือ 1 เซนติเมตร : 12.5 เมตร ระยะห่างจริงของเมือง A กับเมือง B คือกี่เมตร ก. 220.00 เมตร ข. 222.50 เมตร ค. 224.50 เมตร ง. 226.75 เมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการคิดวิเคราะห์					

3. สามเหลี่ยมหน้าจั่ว ABC มีฐานยาว 18 เซนติเมตร มีด้านประกอบมุมยาว 15 เซนติเมตร จงหาว่า สามเหลี่ยม AMN มีพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร  ก. 10 ตารางเซนติเมตร ข. 11 ตารางเซนติเมตร ค. 12 ตารางเซนติเมตร ง. 13 ตารางเซนติเมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4. จากโจทย์ข้อ 3. ถ้ากำหนดมาตราส่วนเป็น 1 เซนติเมตร : 3.5 เมตร จงหาพื้นที่ของสามเหลี่ยม ABC ในหน่วยตารางเมตร ก. 232 ตารางเมตร ข. 323 ตารางเมตร ค. 172 ตารางเมตร ง. 147 ตารางเมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการนำไปใช้					
5. จงหาพื้นที่ของวงกลมดังรูป ถ้าสามเหลี่ยม ABC มีพื้นที่ 98 ตารางเซนติเมตร มีฐานยาว 14 เซนติเมตร และ $\overline{AO}$ ยาว 12 เซนติเมตร  ก. 16π ตารางเซนติเมตร ข. 25π ตารางเซนติเมตร ค. 36π ตารางเซนติเมตร ง. 49π ตารางเซนติเมตร	1	0	1	0.66	สอดคล้อง

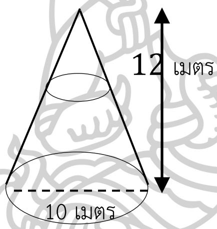
6. กำหนด $\overline{MN}$ ยาว 26 เซนติเมตรดังรูป จงหาว่าวงกลมที่อยู่ภายในสี่เหลี่ยมนั้นมีพื้นที่เท่าไร  ก. 169π ตารางเซนติเมตร ข. 238π ตารางเซนติเมตร ค. 338π ตารางเซนติเมตร ง. 478π ตารางเซนติเมตร	1	0	1	0.66	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบหลังเรียนของชุดกิจกรรมเรื่อง จำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	สรุป
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการคิดวิเคราะห์					
1. กรวยกลมมีรัศมีที่ฐาน 10 เมตร สูงตรง 12 เมตร ถ้าตัดกรวยที่ความสูง 6 เมตร จากยอดกรวยให้มีฐานเป็นวงกลมเช่นเดิม จงหารัศมีของฐานกรวยอันใหม่นี้ ก. 2.5 เมตร ข. 3.5 เมตร ค. 4.5 เมตร ง. 5.5 เมตร  	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2. ถ้าต้องการปูกระเบื้องขนาด 20 เซนติเมตร x 20 เซนติเมตร บนพื้นรูปสี่เหลี่ยมที่มีพื้นที่ 200 ตารางเมตร จะต้องใช้กระเบื้องกี่แผ่น ก. 50 แผ่น ข. 500 แผ่น ค. $5{,}000$ แผ่น ง. $50{,}000$ แผ่น	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการจำ					
3. จากโจทย์ข้อ 1. กรวยที่ถูกตัดจะมีพื้นที่ผิวเท่าไร ก. 20.5π ตารางเมตร ข. 21.5π ตารางเมตร ค. 22.5π ตารางเมตร ง. 23.5π ตารางเมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

4. มาตราส่วนในแผนผังคือ 1 เซนติเมตร : 12.5 เมตร ถ้าเจดีย์หนึ่งมีความสูง 138.75 เมตร จะมีความสูงในแผนที่กี่เซนติเมตร ก. 11.1 เมตร ข. 22.1 เมตร ค. 33.1 เมตร ง. 44.1 เมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
ข้อคำถามนี้สามารถวัดทักษะด้านการนำไปใช้					
5. จงใช้สามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีพื้นที่ 432 ตารางเมตร และมีฐานกว้าง 24 เมตร ในการประมาณความสูงของต้นไม้ โดยที่ต้นไม้นี้สูงเป็น $\frac{3}{4}$ ของสามเหลี่ยมนี้ ก. 18 เมตร ข. 27 เมตร ค. 36 เมตร ง. 45 เมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6. เจดีย์ทรงกรวยสูง 12 เมตร มีความยาวรอบฐาน 10π เมตร จงหาพื้นที่ของเจดีย์นี้ ก. 90π ตารางเมตร ข. 120π ตารางเมตร ค. 150π ตารางเมตร ง. 180π ตารางเมตร	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

เกณฑ์การประเมิน

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 มีความเที่ยงตรง สอดคล้อง ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

ตารางที่ 10 แสดงค่าความยากง่ายของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนโรงเรียนวัดบ้านโป่งสามัคคีคุณูปถัมป์ จังหวัดราชบุรี

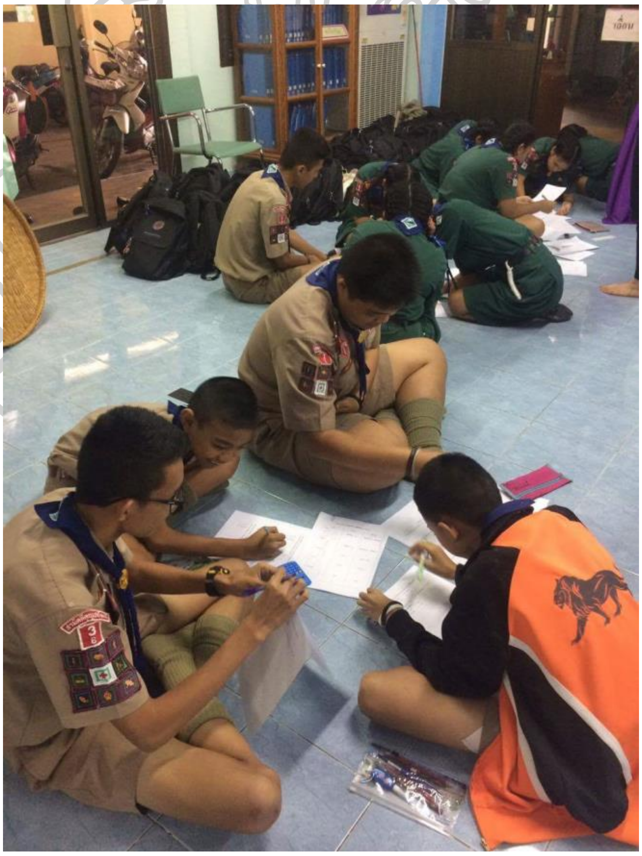
ข้อที่	กิจกรรม											
	ผังเจดีย์สวยด้วยกฎ Sulva Sutras				ลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่				จำนวนกระเบื้องรอบองค์พระปฐมเจดีย์			
	ก่อนเรียน	ผลพิจารณา	หลังเรียน	ผลพิจารณา	ก่อนเรียน	ผลพิจารณา	หลังเรียน	ผลพิจารณา	ก่อนเรียน	ผลพิจารณา	หลังเรียน	ผลพิจารณา
1	0.5	นำไปใช้ได้	1	ปรับปรุงแก้ไข	0.8	ปรับปรุงแก้ไข	0.9	ปรับปรุงแก้ไข	0.9	ปรับปรุงแก้ไข	0.7	นำไปใช้ได้
2	0.7	นำไปใช้ได้	0.7	นำไปใช้ได้	0.6	นำไปใช้ได้	0.7	นำไปใช้ได้	0.9	ปรับปรุงแก้ไข	0.4	นำไปใช้ได้
3	0.8	ปรับปรุงแก้ไข	0.7	นำไปใช้ได้	0.7	นำไปใช้ได้	0.7	นำไปใช้ได้	0.5	นำไปใช้ได้	0.5	นำไปใช้ได้
4	0.4	นำไปใช้ได้	0.3	นำไปใช้ได้	0.5	นำไปใช้ได้	1	ปรับปรุงแก้ไข	0.1	ปรับปรุงแก้ไข	0.5	นำไปใช้ได้
5	0.4	นำไปใช้ได้	0.3	นำไปใช้ได้	0.6	นำไปใช้ได้	0.4	นำไปใช้ได้	0.3	นำไปใช้ได้	0.5	นำไปใช้ได้
6	0.4	นำไปใช้ได้	0.1	ปรับปรุงแก้ไข	0.3	นำไปใช้ได้	0.6	นำไปใช้ได้	0.5	นำไปใช้ได้	0.9	ปรับปรุงแก้ไข

ค่าความยากง่าย จะมีค่าตั้งแต่ 0.0 – 1.0 ถ้าค่า P เข้าใกล้ 1.0 แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย แต่ถ้าค่า P เข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก ส่วนข้อสอบที่ค่า P ระหว่าง 0.4 – 0.6 เป็นข้อสอบที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ทดสอบ

หมายเหตุ ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 โดยก่อนนำไปใช้ได้มีการปรับปรุงแก้ไขแล้ว

ภาคผนวก ง

รูปภาพการทดสอบชุดกิจกรรม




ฐานที่ 1
ลูกนิมิตน้ำหนักเท่าไหร่

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวสุพรรษา กลัดน้อย
วัน เดือน ปี เกิด	21 ตุลาคม 2534
สถานที่เกิด	ประเทศไทย
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์
ที่อยู่ปัจจุบัน	31/2 หมู่ 6 ตำบลเจดีย์หัก อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี 70000
ผลงานตีพิมพ์	พรทรัพย์ พรสวัสดิ์ และ สุพรรษา กลัดน้อย., มันดาลาสของเจดีย์ชเวดากอง, วารสารวิชาการ Veridian E-Journal Silpakorn University, มกราคม-กุมภาพันธ์ 2559, Vol 4, No 1 (2017), หน้า 30-39.
	สุพรรษา กลัดน้อย และ พรทรัพย์ พรสวัสดิ์., การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับงานสถาปัตยกรรมทางพระพุทธศาสนา, Proceedings of AMM2017, June 2-4, 2017, หน้า EDM-01-1-14.