

ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญานิพนธ์

ของ

เมธาวี พิมวัน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2549

ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ
ของ
เมธาวี พิมวัน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
พฤษภาคม 2549

เมธาวี พิมวัน. (2549). ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยม

ศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาพร

ศรีบุรินทร์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิชัย บวรกิตติวงศ์

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 16 คน เป็นนักเรียนโรงเรียนศรีสุวิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2548 ที่ได้จากการอาสาสมัคร ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ใช้เวลาสอนทั้งหมด 21 ชั่วโมง ในขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยประเมินผลการดำเนินกิจกรรมลงในแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มและนักเรียนกลุ่มตัวอย่างประเมินผลตนเองลงในแบบประเมินผลตนเองของนักเรียน หลังจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ ให้นักเรียนทำการทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้และเมื่อสอนครบทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้แล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งคะแนนที่ได้จากการประเมินทั้ง 4 ส่วนดังกล่าวรวมเป็นผลการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งคิดเป็นคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยแบ่งคะแนนของแต่ละส่วนดังนี้ คะแนนจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียนประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้คิดเป็น 10% ของคะแนนเต็ม คะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้คิดเป็น 30% ของคะแนนเต็ม คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้คิดเป็น 30% ของคะแนนเต็ม และคะแนนจากแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิวคิดเป็น 30 % ของคะแนนเต็ม จากนั้นให้นักเรียนตอบแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิวด้วยชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

THE INSTRUCTIONAL PACKAGE USING PROBLEM-BASED LEARNING
ON THE SURFACE AREAS AT MATHAYOMSUKSA III

AN ABSTRACT
BY
METAVEE PIMWUN

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education in Mathematics
at Srinakharinwirot University
May 2006

Metavee Pimwun. (2005). *The Instructional Package Using Problem-Based Learning on The Surface Areas at Mathayomsuksa III*. Master Thesis, M.Ed. (Mathematics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst. Prof. Supaporn Sriburin, Asst. Prof. Apichai Bowarnkitiwong.

Problem-based learning (PBL) has recently become a crucial part in school vocabulary and has gained acceptance among educational circles. In essence, students are motivated to learn by problem commonly associated with topics under consideration. Surface Areas as presented to students in schools is one such area that is worth exploring with this learning approach. As such, an instructional package for studying Surface Areas based on PBL is needed to help in the instruction. The research has designed such a package for this study.

The main purpose of this study was to determine the effectiveness of this instructional package when used with students at Mathayomsuksa III level.

Sixteen Mathayomsuksa III students from Srisukvitaya School, NonSung District, Nakhonratchasima Province voluntarily took part in the study as subjects during the second semester of the 2005 academic year. They were taught by the researcher over 21 hours. The package was divided into 3 learning units as following: Surface of Pyramid, Surface of Cone and Surface of Cylinder. During of performing activity, the students were given self evaluating check worth 10% as well as a problem-based learning group evaluating check by the researcher worth 30%. At the end of each learning unit, these students were given test on Surface Areas worth 30%. At the end of the experiment, these students were given an achievement test on Surface Areas in 3 units worth 30% and a questionnaire involving their attitude was also given to find out their preference toward this kind of instruction.

An analysis of these combined scores at the .01 level of significance revealed that more than 60% of the subjects scored more than the criterion test of 60%. In addition, the result of the questionnaire indicated that they have positive attitude toward the problem-based learning at high level. It is concluded that problem-based learning as used in the design of this instructional package for Surface Areas is appropriate for students at this level.

ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ปริญญานิพนธ์

ของ

เมธาวี พิมวัน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2549

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาพร ศรีบุรินทร์ ประธานคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิชาติ บวรกิตติวงศ์ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ท่านทั้งสองได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำ ข้อคิดเห็น ในการจัดทำงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอน อีกทั้งทำให้ผู้วิจัยได้รับประสบการณ์ในการทำงานวิจัย ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีวรรณ งามสันติกุล และอาจารย์สุวรรณา คล้ายกระแสด ที่เป็นกรรมการในการสอบปริญญานิพนธ์ และได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ยงยุทธ ธนุกฤติ รองศาสตราจารย์มณฑณี ภูภาคาร และอาจารย์ทิพยาธร สีแก้ว ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าให้ความช่วยเหลือในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีสุวิทยา อาจารย์หัวหน้าสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคณะครูอาจารย์โรงเรียนศรีสุวิทยาที่กรุณาให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และบุคคลในครอบครัวทุกท่าน ที่ให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มาโดยตลอด ขอขอบคุณพี่และเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโทวิชาเอกคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2546 ที่ได้แลกเปลี่ยนความรู้และให้กำลังใจกันด้วยดีเสมอมา

คุณค่า ประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกและบูชาพระคุณของบิดา มารดา นุรพคณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย และให้การสนับสนุน ช่วยเหลือผู้วิจัยตลอดมา

เมธาวี พิมวัน

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
สมมติฐานในการวิจัย.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
ประวัติความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	10
ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	10
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	12
ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	13
กลไกพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	15
ลักษณะของปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	17
ขั้นตอนการสร้างปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	18
ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	22
การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	30
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	34
ความหมายของชุดการเรียนการสอน.....	36
องค์ประกอบของชุดการเรียนการสอน.....	37
ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนการสอน.....	39
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนการสอน.....	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย	42
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	42
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	42
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	43
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	59
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	 66
 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	 82
สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย.....	82
สรุปผลการวิจัย.....	85
อภิปรายผล.....	85
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	90
ข้อเสนอแนะ.....	92
 บรรณานุกรม.....	 94
 ภาคผนวก	 101
ภาคผนวก ก คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	102
ภาคผนวก ข ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง.....	106
ภาคผนวก ค ชุดการเรียนรู้การสอนโดยให้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว.....	112
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	224
ภาคผนวก จ รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	248
 ประวัติย่อผู้วิจัย	 250

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 รูปแบบของแผนการอภิปราย.....	20
2 กรอบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	23
3 รูปแบบการบันทึกสิ่งที่รู้ สิ่งที่ต้องรู้เพิ่มเติมและแนวคิดจากสถานการณ์ปัญหา.....	24
4 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนทำโดยผู้สอน....	30
5 รูปแบบที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนแบบระบบอัตราส่วนทำโดยผู้สอน..	32
6 รูปแบบการประเมินผลตนเองของผู้เรียน.....	34
7 รูปแบบความสัมพันธ์ของปัญหาและคำถามที่ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่ความคิดรวบยอดที่ต้องการ.....	47
8 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้.....	51
9 แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม.....	57
10 แสดงแบบประเมินผลตนเองของผู้เรียน.....	58
11 แสดงลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน....	60
12 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของผลการเรียนรู้เรื่อง พื้นที่ผิว	67
13 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมิน ผลตนเองของนักเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้.....	68
14 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมิน ผลตนเองของนักเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด.....	69
15 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมิน ผลตนเองของนักเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย.....	69
16 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมิน ผลตนเองของนักเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม.....	70
17 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมิน ผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการ เรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้	71

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
18 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด	72
19 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย... ..	72
20 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม.....	73
21 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้	74
22 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด.....	75
23 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย.....	75
24 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม.....	76
25 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว	76
26 ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้ผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว ตั้งแต่ร้อยละ 60 คะแนนขึ้นไปของคะแนนเต็ม.....	77
27 การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิวมีคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด.....	78
28 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	79

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
29	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ย่อย หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด	102
30	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ย่อย หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย	102
31	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ย่อย หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม	103
32	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว	103
33	คะแนนของนักเรียนจากแบบประเมินผลตนเอง ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ คือหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด หน่วยการเรียนรู้ ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม.....	106
34	คะแนนของนักเรียนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานรายกลุ่ม ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ คือหน่วยการเรียนรู้ ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย และ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม	107
35	คะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วย การเรียนรู้ คือหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม.....	108
36	คะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว	109
37	คะแนนผลการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิว ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	110
38	แสดงลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน...	151
39	เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วย การเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว.....	156
40	รูปแบบความสัมพันธ์ของปัญหาและคำถามที่ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่ความคิดรวบยอดที่ต้องการ.....	163

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ความสัมพันธ์ของกลไกการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	16
2 ความสัมพันธ์ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	29

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545: 1) นอกจากนี้ทุกประเทศต่างยอมรับว่า จำเป็นต้องมีประชากรที่รู้เรื่องคณิตศาสตร์ เพื่อสามารถจัดการกับความซับซ้อนและความเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วของสังคม เพราะข้อมูลข่าวสารต่างๆ มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ประเด็นความขัดแย้งและการโต้แย้งในสังคมทุกวันนี้เป็นเรื่องที่ต้องใช้ข้อมูลข่าวสารเชิงปริมาณมาสนับสนุนมากขึ้น การมีความสามารถในการตัดสินใจโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ถือเป็นหน้าที่อย่างหนึ่งของประชาชนต่อสังคม (สุนีย์ คล้ายนิล. 2547: 13) แต่ยังพบว่าในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลายๆ ประเทศยังประสบปัญหาและยังไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษาของโครงการวิจัยและการประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์นานาชาติครั้งที่ 3 (ค.ศ.1999) (The Third International Mathematics and Science Study) หรือ TIMSS ที่ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับเกรด 8 โดยวิธีบันทึกการเรียนการสอนลงในวิดีโอทัศน์ไปศึกษาเพื่อทำการวิจัย ประเทศที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างมีทั้งหมด 26 ประเทศ กระจายอยู่ในทวีปเอเชีย รวมทั้งตะวันออกกลาง ทวีปอเมริกา ออสเตรเลียและยุโรป ผลการวิจัยปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยการวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนานาชาติเป็น 513 คะแนน คะแนนของสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และไทย เป็น 500 605 และ 490 คะแนน ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยเมื่อพิจารณาผลการศึกษาดังกล่าวจะพบข้อเท็จจริงดังนี้ คือประการแรกด้านสภาพการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาโดยทั่วไป ผู้สอนจะเน้นความจำในสูตรบทนิยามและวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยสอนให้ผู้เรียนแก้ปัญหาโจทย์ด้วยวิธีการที่แน่นอนวิธีเดียว ประการที่สองด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทางด้านการแก้ปัญหา ผู้สอนมักจะให้ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหา โดยการนำเอาสูตรและบทนิยามที่จำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งลักษณะของโจทย์ปัญหาเป็นการฝึกใช้สูตรและฝึกการทำตามขั้นตอนที่ผู้สอนสอนไว้ มากกว่าเป็นการฝึกกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผลและการพิสูจน์ ผู้สอนมักใช้วิธีอธิบาย แสดงเหตุผลในขั้นตอนต่างๆ และเขียนอธิบายทั้งหมดบนกระดาน ด้านการสื่อสาร ผู้เรียนจะสื่อสารกับผู้สอนโดยการตอบคำถามของผู้สอนเท่านั้น ถ้าตอบผิดก็จะไม่ทราบเหตุผล ผู้เรียนไม่ค่อยมีโอกาสได้สื่อสาร

กัน ด้านปฏิสัมพันธ์ ผู้สอนและผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กันเฉพาะในเวลาเรียนและห้องเรียนเท่านั้น และด้านการนำเสนอ ผู้สอนจะให้ผู้เรียนใช้เวลาส่วนใหญ่ในการทำแบบฝึกหัดที่เน้นความจำลงในสมุดแบบฝึกหัด ประการที่สามในด้านคุณลักษณะของนักคณิตศาสตร์ ผู้สอนขาดการส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นนักคณิตศาสตร์ที่ดี (กิตติ พัฒนตระกูลสุข. 2545: 54-58)

นอกจากนั้นยังมีผลการวิจัยขององค์การความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Cooperation and Development: OECD) จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment) หรือ PISA เป็นการประเมิน การรู้เรื่อง (Literacy) ซึ่งเป็นสมรรถนะของนักเรียนที่จะใช้ความรู้และทักษะเพื่อเผชิญกับโลกในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรที่จัดไว้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อประเมินว่านักเรียนที่จบการศึกษาภาคบังคับ หรือเยาวชนที่มีอายุ 15 ปีจะได้รับการเตรียมพร้อมความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการเป็นประชากรที่มีคุณภาพในอนาคตและมีส่วนร่วมสร้างสังคมได้หรือไม่เพียงใด จุดเด่นของ PISA ได้แก่การประเมินที่มองไปถึงชีวิตในอนาคต ไม่ใช่การประเมินตามเนื้อหาในหลักสูตรที่เรียนกันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งต่างจาก TIMSS ที่ถูกออกแบบมาเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรที่จัดไว้ โครงการ PISA เป็นโครงการต่อเนื่อง การสำรวจระยะแรก (ค.ศ.2000) เน้นด้านการอ่าน ระยะที่สอง (ค.ศ.2003) เน้นด้านคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา ส่วนระยะที่สาม (ค.ศ.2006) เป็นการสำรวจด้านวิทยาศาสตร์ ตามรายงานผลการประเมินตามโครงการนี้ ระยะที่สอง (ค.ศ.2003) เน้นด้านคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหา จากทั้งหมด 40 ประเทศ โดยมีคะแนนเฉลี่ยมาตรฐานของ OECD เป็น 500 คะแนน และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 100 คะแนน ผลปรากฏว่าประเทศที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด 4 อันดับ ดังนี้คือ เกาหลี ฮังการี ฟินแลนด์และญี่ปุ่น โดยมีคะแนนเป็น 550 548 548 และ 547 คะแนนตามลำดับ สำหรับประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ย 425 คะแนน ซึ่งมีช่วงค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD และเมื่อจัดลำดับคะแนนเฉลี่ยของทุกประเทศโดยเรียงจากคะแนนเฉลี่ยสูงสุดไปยังต่ำสุด และแบ่งคะแนนนั้นออกเป็นสี่ส่วนเท่าๆ กันจากบนลงล่าง จะพบว่าประเทศไทยมีตำแหน่งอยู่ในตอนต้นๆ ของส่วนล่างสุด ทั้งนี้พบว่านักเรียนไทยไม่เคยชินกับการประเมินผลแบบการเขียนตอบหรือให้อธิบายยาวๆ และการที่ต้องตีความ คิด วิเคราะห์ และสะท้อนเอาความคิด หรือปฏิกิริยาของตนที่ตอบสนองต่อข้อมูลหรือข้อความที่ได้อ่าน รวมทั้งกระบวนการจัดการเรียนรู้ปัจจุบันยังไม่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนคิดหรือแสดงออกได้อย่างเต็มที่ จากผลการวิจัยนี้ทำให้ได้จุดเน้น ตัวชี้วัดและข้อบกพร่อง ในการเตรียมประชากรในอนาคตเพื่อพัฒนาประเทศ (สุนีย์ คล้ายนิล. 2547: 12-22; OECD. 2003: 11-46) ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องร่วมกันหาแนวทาง เพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน

การจัดการเรียนรู้ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยอิสระ ซึ่งผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรม ให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้สอนควรทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำและชี้แนะในข้อบกพร่องของผู้เรียน นอกจากนั้นการจัดการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการร่วมคิดร่วมแก้ปัญหา ปรึกษาหารืออภิปรายและแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผลซึ่งกันและกัน จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ ทักษะ/กระบวนการคิด และมีประสบการณ์มากขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545: 187-188) ซึ่งแนวการเรียนการสอนดังกล่าวมีความสอดคล้องกับแนวการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มุ่งนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลกแห่งความจริง ที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์อย่างหลากหลาย โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อทำความเข้าใจปัญหาระบบปัญหาให้ชัดเจน ศึกษาค้นคว้า และแสวงหาข้อมูล ความรู้เพิ่มเติม มีการวางแผนการแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสม พร้อมทั้งมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและของกลุ่มด้วย (เฉลิม วราวิทย์. 2531: ค; มัณฑนา ธรรมบุศย์. 2545: 13; Barrows and Tamblyn. 1980: 18; Edens, 2000: 5) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางหรือผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งที่จะใช้ปัญหาจริงหรือสถานการณ์จำลองเป็นตัวเริ่มต้น กระตุ้นการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิจารณ์ในขณะที่ผู้เรียนทำงานโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง หลังจากที่ได้ใช้ความรู้พื้นฐานในการทำความเข้าใจและอธิบายแนวคิดต่อปัญหานั้นแล้ว สิ่งที่ยังหลงเหลืออยู่ในปัญหาซึ่งผู้เรียนไม่เข้าใจ จะเป็นประเด็นที่ต้องเรียนรู้ต่อไปเพื่อให้ได้ความรู้มาอธิบายและแก้ปัญหา โดยผู้เรียนจะพัฒนาแผนการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพื่อการเรียนรู้ในส่วนย่อยๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่เข้าใจในปัญหาในการสืบค้น ผู้เรียนจะได้รับมอบหมายเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มให้ดำเนินการสืบค้น (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์และ Majumdar. 2544: 42) อีกทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ และถ้าผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนช่วยให้จำเนื้อหา ความรู้นั้น ได้ง่ายและนานขึ้น ผู้เรียนสามารถเห็นความสัมพันธ์ ความต่อเนื่อง ความเกี่ยวข้องระหว่างวิชาต่างๆ (นภา หลิมรัตน์. 2540: 12-14) นอกจากนั้นจะพบว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และยังสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ในสาระที่ 6 ที่เน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับการจัดการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มีผู้ให้ความสนใจศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้กันอย่างหลากหลาย ดังเช่น บทเรียนโปรแกรม (ณัฐ จันแยม. 2529) การเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ (สมศักดิ์ ภัคดี. 2536) การสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ (สังเวียน ปินะกาลัง. 2540) การสอนแบบปฏิบัติการ (จิราภรณ์ สุนทรา. 2541) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย (รุ่งรัตน์ ภาคณาพา. 2544) ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้เองโดยใช้สื่อประสม (ประสาน ศิลปะ. 2547) การสอนแบบชิปปา (วนิดา พรชัย. 2548) เป็นต้น และจากการศึกษาพบว่ายังไม่มีเอกสารหรืองานวิจัยใดที่ใช้วิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเนื้อหาที่น่ามาก่อนเลย

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์สนใจที่จะศึกษาเรื่องพื้นที่ผิว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ที่กำหนดไว้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยการสร้างชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยครั้งนี้จะทำให้ได้ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อีกทั้งยังเป็นแนวทางและทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ที่จะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายและน่าสนใจสำหรับผู้เรียนมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อพัฒนาการศึกษาให้มีคุณภาพและส่งผลต่อการพัฒนาประเทศต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ชุดการเรียนการสอนที่ได้อาจเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ ในระดับมัธยมศึกษา
3. ผลการวิจัยครั้งนี้ อาจนำไปเป็นตัวอย่างการสร้างชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ ในระดับมัธยมศึกษา

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสุทิวทยา อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 184 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนศรีสุทิวทยา อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา ที่ได้จากการอาสาสมัคร จำนวน 16 คน แบ่งเป็นกลุ่มแบบคละความสามารถ กลุ่มละ 4 คน โดยพิจารณาจากระดับผลการเรียนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างนี้ไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวยและทรงกลมมาก่อน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว
2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง พื้นที่ผิว

2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ใช้เวลาหลังคาบเรียนปกติ จำนวน 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยใช้เวลาสอนวิธีการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวน 1 ชั่วโมง และใช้วิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว รวมทั้งการทดสอบย่อยท้ายหน่วยการเรียนรู้ รวมเป็น 21 ชั่วโมง ส่วนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้เวลา 2 ชั่วโมง รวมระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ทดลอง 24 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ คิดวิเคราะห์ปัญหา นั้นให้เข้าใจอย่างชัดเจน ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จะเน้นการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง (Self-Directed Learning) และการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก (Small Group Learning) ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกในการเรียน ตลอดจนเป็นแหล่งการเรียนรู้หนึ่งของผู้เรียนด้วย

2. การเรียนรู้โดยการชี้นำตัวเอง เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ที่ผู้เรียนมีเสรีภาพในการใช้ความสามารถ ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งแรงจูงใจเกิดจากความอยากรู้จากภายในตัวผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องบริหารเวลาและกำหนดการดำเนินงานด้วยตนเอง พร้อมทั้งคัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมด้วยตนเอง แสวงหาความรู้จากแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ต่างๆ และทำการประเมินผลด้วยตนเอง ตลอดจนการวิพากษ์วิจารณ์งานของตนเองด้วย ผู้สอนคือผู้สนับสนุน ส่งเสริม ช่วยเหลือมากกว่าเป็นผู้นำข้อมูลความรู้มาให้ผู้เรียน และเป็นทรัพยากรการเรียนรู้หนึ่งของผู้เรียน ถึงแม้ว่าผู้สอนจะเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ก็ตาม แต่ผู้เรียนก็สามารถเลือกแนวทางการเรียนรู้ที่เหมาะสมได้ด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถกำหนดแหล่งเรียนรู้ได้เอง เช่น ที่บ้าน ห้องสมุดหรือที่อื่นๆ ตามสะดวก ทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา

3. การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก เป็นการเรียนรู้ที่อาศัยการทำงานเป็นกลุ่ม ในกลุ่มจะมีสมาชิก 4 คน โดยละความสามารถ ซึ่งสมาชิกในกลุ่มจะสลับกันทำหน้าที่ประธาน รองประธาน และเลขานุการ ส่วนสมาชิกในกลุ่มคนอื่นที่เหลือจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบที่ชัดเจน

4. ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว หมายถึงชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

4.1 บทเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวยและทรงกลม ที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้นโดยใช้แนวทางตามหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย

4.1.1 สาระการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องพื้นที่ผิว แบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม

4.1.2 ใบกิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

4.1.2.1 รายชื่อสมาชิก

4.1.2.2 สถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้

4.1.2.3 ปัญหาที่เกิดจากการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐาน

4.1.2.4 กรอบแนวคิด ประกอบด้วย

- ข้อเท็จจริงจากปัญหา
- ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม
- วิธีการศึกษา / แหล่งข้อมูล

4.1.2.5 แนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

4.1.2.6 สรุปผลการศึกษาปัญหา

4.1.3 ใบบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ เป็นโจทย์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิว ตามแนวทางโจทย์หรือปัญหาในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.2 คู่มือครู ประกอบด้วย

4.2.1 คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนการสอน

4.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

4.2.2.1 สาระสำคัญ

4.2.2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

4.2.2.3 สาระการเรียนรู้

4.2.2.4 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

4.2.2.5 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.2.2.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

4.2.3 เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับครู ประกอบด้วย

4.2.3.1 สาระการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิว

4.2.3.2 คำตอบของปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้

4.2.3.3 คำตอบของใบบงานประจำหน่วยการเรียนรู้

4.2.3.4 คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้

4.2.3.5 คำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว

5. ผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว หมายถึง คะแนนรวมของนักเรียนจาก 4 ส่วน ซึ่งคิดเป็นคะแนนเต็ม 100% โดยแบ่งคะแนนแต่ละส่วนดังนี้

5.1 คะแนนจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียน ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คิดเป็น 10 % ของคะแนนเต็มหรือ 10 คะแนน

5.2 คะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คิดเป็น 30 % ของคะแนนเต็มหรือ 30 คะแนน

5.3 คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ คิดเป็น 30% ของคะแนนเต็มหรือ 30 คะแนน

5.4 คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว คิดเป็น 30 %ของคะแนนเต็มหรือ 30 คะแนน

6. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนผลการเรียนรู้ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

7. นักเรียนมีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ หมายถึง นักเรียนที่ได้คะแนนผลการเรียนรู้ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม

สมมติฐานในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไปของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาผลการเรียนรู้หลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.1 ประวัติความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.4 ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.5 กลไกพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.6 ลักษณะของปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.7 ขั้นตอนการสร้างปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.8 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.9 การประเมินผลในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้การสอน
 - 2.1 ความหมายของชุดการเรียนรู้การสอน
 - 2.2 องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้การสอน
 - 2.3 ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้การสอน
 - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้การสอน

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1 ประวัติความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในระยะหลายสิบปีที่ผ่านมา มีทฤษฎีการเรียนรู้เกิดขึ้นอีกหลายทฤษฎี แต่ทฤษฎีการเรียนรู้ที่นักการศึกษาส่วนใหญ่ให้ความสนใจกันมาก ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivist Learning Theory) ซึ่งเป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มากที่สุด คือเชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้สร้างความรู้ที่เป็นของตนเองขึ้นมาจากความรู้ที่มีอยู่เดิมหรือจากความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ ให้ผู้เรียนได้มีการปฏิบัติเอง สร้างความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจของตนเอง และมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น รูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดนี้มีอยู่หลายรูปแบบ เช่นการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) การเรียนรู้แบบช่วยเหลือกัน (Collaborative Learning) การเรียนรู้โดยการค้นคว้าอย่างอิสระ (Independent Investigation Method) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เป็นต้น (มณฑรา ธรรมบุศย์. 2545: 12)

ความเป็นมาของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีพัฒนาการขึ้นครั้งแรกในช่วงปลาย ค.ศ.1969 โดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Sciences) ของมหาวิทยาลัยแมคมาสเตอร์ (McMaster University) ที่ประเทศแคนาดา โดยนำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาแพทย์ และได้ขยายไปยังสาขาอื่นๆ เช่นวิศวกรรมศาสตร์ กฎหมาย สถาปัตยกรรม ภาษา ศาสตร์ สังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีการศึกษาและนำการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานขยายไปสู่ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษามากขึ้น (รังสรรค์ ทองสุขนอก. 2547: 9; อ้างอิงจาก Johnson; Finucane; & Prideaux. 1999: 29; Boud; & Feletti. 1998; Bridges; & Hallinger. 1995; Cerezo. 1999; Albaugh. 2001; Gallagher; et al. 1995; Gordon; et al. 2001; Zhang. 2002; Illinois Mathematics and Science Academy(IMS). 1999)

1.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มาจากคำภาษาอังกฤษ คือ Problem-Based Learning: PBL เมื่อใช้ในภาษาไทยมีผู้แปลได้แตกต่างกัน เช่น การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้จากปัญหา การจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

บาร์โรว์และแทมบลิน (Barrows and Tamblyn. 1980: 18) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้คือ เป็นการเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปใน

การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการ เพื่อสร้างความเข้าใจในตัวปัญหาและวิธีการแก้ปัญห

การ์เลเกอร์ (Gallagher. 1997: 332-362) ได้ให้ความหมายว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้จากการเรียน โดยผู้เรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นหาวิธีการแก้ปัญห โดยจะบูรณาการความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับกับการแก้ปัญหเข้าด้วยกัน ปัญหาที่ใช้มีลักษณะเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสัมพันธ์กับผู้เรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ผู้เรียนจะได้มาและพัฒนาผู้เรียนสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้

บาเรลล์ (Barell. 1998: 7) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่าเป็นกระบวนการของการสำรวจเพื่อจะตอบคำถามสิ่งที่อยากรู้ อยากเห็น ข้อสงสัยและความไม่มั่นใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อน ปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่ไม่ชัดเจนมีความยากหรือมีข้อสงสัยมาก มีแนวทางในการแก้ปัญหอย่างหลากหลาย

เฉลิม วราวิทย์ (2531: ค) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ว่าเป็น วิธีการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะหาความรู้เพื่อแก้ปัญห โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นทีมภายในกลุ่มผู้เรียนด้วยกันเอง

ทิศนา ขัมมณี (2545: 136) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือ ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา ฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจนได้

มณฑรา ธรรมบุศย์ (2545: 13) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเป็นรูปแบบการเรียนที่เกิดขึ้นจากแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และการคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาที่ตนศึกษา

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหา ที่มีแนวทางในการแก้ปัญหอย่างหลากหลายเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ คิดวิเคราะห์ปัญหานั้นให้เข้าใจอย่างชัดเจน ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหอย่างเหมาะสม การดำเนินกิจกรรม

การเรียนรู้จะเน้นการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองและการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ตลอดจนเป็นแหล่งการเรียนรู้หนึ่งของผู้เรียนด้วย

1.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

นักการศึกษาให้แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

โนวล์ (อาภรณ์ แสงรัศมี. 2543: 17; อ้างอิงจาก Knowles. 1975) มีแนวคิดสนับสนุนว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ (Andragogy) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้จะเรียนได้มากที่สุด เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้ของผู้ใหญ่ตั้งอยู่บนข้อสมมติฐานการเรียนรู้ 4 ประการ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. อัตมโนทัศน์ เมื่อบุคคลเจริญเติบโตและมีวุฒิภาวะมากขึ้น ความรู้สึกรับผิดชอบต่อตนเองก็มีมากขึ้นตามลำดับ และถ้าหากบุคคลรู้สึกกว่าตนเองเจริญวัยและมีวุฒิภาวะถึงขั้นที่จะควบคุมและนำตนเองได้ บุคคลก็จะเกิดความต้องการทางจิตใจ เพื่อที่จะได้ควบคุมและนำตนเอง

2. ประสบการณ์ บุคคลเมื่อมีอายุมากขึ้นก็ยังมีประสบการณ์เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ประสบการณ์ต่างๆ ที่แต่ละคนได้รับจะเสมือนแหล่งทรัพยากรมหาศาลของการเรียนรู้ และก็จะสามารถรองรับการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เพิ่มขึ้นอย่างกว้างขวาง

3. ความพร้อม ผู้ใหญ่พร้อมที่จะเรียนเมื่อเห็นว่าสิ่งที่เรียนไปนั้นมีความหมายและมีความจำเป็นต่อบทบาทและมีสถานภาพทางสังคม ผู้ใหญ่เป็นผู้ที่มีหน้าที่การงาน มีบทบาทในสังคม และพร้อมที่จะเรียนเสมอ ถ้าหากสิ่งนั้นมีประโยชน์ต่อตนเอง

4. แนวโน้มต่อการเรียนรู้ ผู้ใหญ่เป็นผู้ที่มีบทบาทและสถานภาพทางสังคม การเรียนรู้ของผู้ใหญ่จึงเป็นการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ยึดปัญหาเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้

เดลลิส (Delisle. 1997: 1-2) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีรากฐานมาจากทฤษฎีทางการศึกษาของจอห์น บี ดิวอี้ (John B. Dewey) ซึ่งมีชื่อว่า การศึกษาแบบพิพัฒนาการ (Progressive Education) ที่เน้นการเตรียมประสบการณ์เพื่อพัฒนาผู้เรียนในทุกๆ ด้าน โดยคำนึงถึงความสนใจความถนัดและความต้องการทางด้านอารมณ์และสังคมของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของกิจกรรมและประสบการณ์ ผู้เรียนต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

มิโลและเอฟเวนเซน (Hmelo and Evensen. 2000: 4) ได้กล่าวสนับสนุนว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรคนิยม (Constructivism) ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ (Piaget) และไวทสกี้ (Vygotsky) เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง กระบวนการสร้างความรู้เกิด

จากการที่ผู้เรียนรู้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ และปรับโครงสร้างสติปัญญาให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ นอกจากนั้นยังมีทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของบรูเนอร์ ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้ที่แท้จริงมาจากการค้นพบของแต่ละบุคคล โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหาที่ไม่รู้ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาและผลักดันให้ผู้เรียนไปแสวงหาความรู้ และนำความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อแก้ปัญหา

จากแนวคิดและทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีแนวคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการสร้างความรู้ใหม่บนพื้นฐานของความรู้เดิมที่มีอยู่ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากการที่ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางปัญญา การเรียนรู้เกิดจากการลงมือปฏิบัติ การค้นพบและสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อีกทั้งเนื้อหาสาระสถานการณ์ของการเรียนจะต้องเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

1.4 ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

บาร์โรว์ (Barrows. 1996: 5-6) กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางภายใต้การแนะนำของผู้สอนประจำกลุ่ม ผู้เรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ระบุสิ่งที่ตนต้องการรู้เพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้น โดยแสวงหาความรู้จากแหล่งที่จะให้ข้อมูลข่าวสารต่างๆ ซึ่งอาจมาจากหนังสือ วารสาร คณาจารย์ ข้อมูลออนไลน์ หรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ
2. จัดกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5-8 คน พร้อมกับผู้สอนประจำกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพด้วยความหลากหลายของบุคคลต่าง ๆ
3. ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้แนะแนวทาง โดยมีบทบาทที่ไม่ใช่ผู้บรรยาย ไม่ใช่ผู้บอกข้อมูล ไม่บอกผู้เรียนว่าคิดถูกหรือผิด แต่มีบทบาทในการกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามตนเอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นและจัดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. รูปแบบของปัญหามุ่งเน้นให้มีการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ ปัญหาที่น่าสนใจเป็นสิ่งท้าทายผู้เรียน ที่จะต้องเผชิญในการปฏิบัติจริง ตรงประเด็นและกระตุ้นการเรียนรู้ให้หาทางแก้ปัญหา เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และรวบรวมข้อมูลจากศาสตร์วิชาต่าง ๆ

5. ปัญหาเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคลินิก

6. ความรู้ใหม่ได้มาโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้
อย่างแท้จริงในระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกันกับบุคคลอื่น พร้อมทั้งได้มีการ
อภิปราย เปรียบเทียบ ทบทวน และได้แย้งในสิ่งที่เรียนด้วย

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science Academy, 2006: Online) ได้กล่าวถึงลักษณะของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะนำเสนอปัญหาที่มีแนวทางในการแก้ปัญหา
อย่างหลากหลายเป็นอันดับแรก และเป็นจุดศูนย์กลางของเนื้อหาสาระและบริบทของการเรียนรู้

2. ปัญหาที่เป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้จะมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย
มีความซับซ้อนไม่ตายตัว มีรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน การหาคำตอบมีได้หลายแนวทางซึ่งอาจ
ไม่ได้คำตอบที่รวดเร็วนัก

3. ในชั้นเรียนผู้เรียนมีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ผู้สอนจะมีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำ
และช่วยเหลือ

4. ในกระบวนการเรียนการสอนนั้นจะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ แต่ความรู้ที่ผู้
เรียนจะต้องสร้างขึ้นด้วยตนเอง การคิดต้องชัดเจนและมีความหมาย

ทิสนา แชมมณี (2545: 136-137) ได้เสนอตัวบ่งชี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ไว้ 10 ประการ

1. ผู้สอนและผู้เรียนมีการร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือความต้องการ
ของผู้เรียน

2. ผู้สอนและผู้เรียนมีการออกไปเผชิญกับสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนมีการจัด
สภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา

3. ผู้สอนและผู้เรียน มีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา

4. ผู้เรียนมีการวางแผน การแก้ปัญหาร่วมกัน

5. ผู้สอนมีการให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการ
แสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

6. ผู้เรียนมีการศึกษา ค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

7. ผู้สอนมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และ
พิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม

8. ผู้เรียนมีการลงมือแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และประเมินผล

9. ผู้สอนมีการติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียนและให้คำปรึกษา

10. ผู้สอนมีการประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการ จากลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถสรุปลักษณะที่สำคัญได้ดังนี้คือ

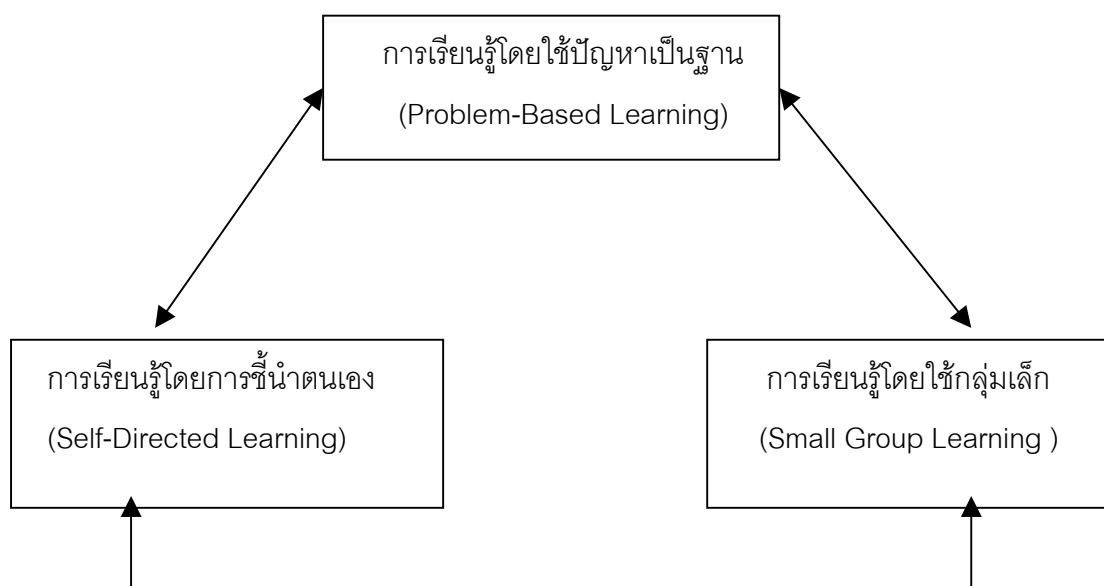
1. ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา จะถูกนำเสนอแก่ผู้เรียนเป็นอันดับแรก โดยปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาก็กำหนดกรอบและแนวทางในการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. เป็นกลวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดและรับผิดชอบต่อการจัดลำดับการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเน้นการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง
3. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากกลุ่มการเรียนรู้กลุ่มเล็กๆ ในระหว่างการทำงาน
4. ผู้สอนเป็นผู้จัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน โดยเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือหรือคอยชี้แนะแนวทาง และผู้เรียนจะเป็นผู้ปฏิบัติเอง
5. ปัญหาหรือสถานการณ์ที่นำเสนอ จะมุ่งเน้นการจัดการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนในการหาแนวทางในการแก้ปัญหา ปัญหาที่นำเสนอจะมีลักษณะเป็นการบูรณาการแบบองค์รวม โดยปัญหาอาจมีหลายคำตอบหรือมีแนวทางและวิธีการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย
6. ความรู้ใหม่ที่ได้รับของผู้เรียนมาจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านทางลงมือปฏิบัติจริง
7. การประเมินผลการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงโดยใช้ปัญหาและกระบวนการในการแก้ปัญหา

1.5 กลไกพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากความหมายแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะพบกลไกพื้นฐานที่สำคัญในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ประการต่อไปนี้ (รังสรรค์ทองสุขนอก. 2547: 15)

1. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
2. การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง (Self-Directed Learning)
3. การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก (Small Group Learning)

กลไกทั้งสามนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและเกิดขึ้นทุกขณะที่ผู้เรียนดำเนินการเรียนรู้ ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงความสัมพันธ์ของกลไกการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
(รังสรรค์ ทองสุขนอก. 2547: 16; อ้างอิงจาก พิชากร แปลงประสพโชค. ม.ป.ป.)

การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ที่ผู้เรียนมีเสรีภาพในการใช้ความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งแรงจูงใจเกิดจากความอยากรู้จากภายในตัวผู้เรียนเอง ผู้เรียนจะต้องบริหารเวลาและกำหนดการดำเนินงานด้วยตนเอง พร้อมทั้งคัดเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมด้วยตนเอง แสวงหาความรู้จากแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ต่างๆ และทำการประเมินผลด้วยตนเอง ตลอดจนการวิพากษ์วิจารณ์งานของตนเองด้วย ผู้สอนคือผู้สนับสนุน ส่งเสริม ช่วยเหลือมากกว่าเป็นผู้นำข้อมูลความรู้มาให้ผู้เรียน และเป็นทรัพยากรการเรียนรู้หนึ่งของผู้เรียน ถึงแม้ว่าผู้สอนจะเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ก็ตาม แต่ผู้เรียนก็สามารถเลือกแนวทางการเรียนรู้ที่เหมาะสมได้ด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถกำหนดแหล่งเรียนรู้ได้เอง เช่น ที่บ้าน ห้องสมุดหรือที่อื่น ๆ ตามสะดวก ทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา (เฉลิม วราวิทย์. 2531: สม-ง; พวงรัตน์ บุญญา-นุรักษ์ และ Majumdar. 2544: 66-70; นิรมล ศตวุฒิ. 2547: 86-88)

การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก

เป็นวิธีการเรียนรู้ที่อาศัยการทำงานเป็นทีมหรือกลุ่ม โดยในแต่ละกลุ่มจะมีสมาชิกประมาณ 3-9 คน ขึ้นอยู่กับทรัพยากรการเรียนรู้ ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย ประธาน รองประธาน เลขานุการ และสมาชิกในกลุ่มคนอื่นก็จะมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบอย่างชัดเจน การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก จะทำให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเอง การจัดระบบตนเอง พัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น ทักษะการให้และการรับข้อมูลป้อนกลับ ยอมรับความแตกต่างทางด้านความคิด และเรียนรู้ความแตกต่างระหว่างบุคคล อีกทั้งยังพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานและการประเมินผลงานอย่างมีเหตุผล เพื่อให้การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก และสามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม โดยผู้สอนจะต้องอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก ความคิดรวบยอด บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคลในกลุ่มให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างถูกต้องเสียก่อน (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544: 77-90)

1.6 ลักษณะของปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะปัญหาจะเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ เป็นตัวนำทางและเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ได้มีผู้เสนอแนวคิดต่อลักษณะของปัญหาที่ดีในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

อีเดน (Edens. 2000: 55-56) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ดีสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พอสรุปได้ว่าปัญหาเป็นฐานจะถูกนำเสนอในรูปแบบของข้อความหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้เรียน

1. ปัญหาจะต้องดึงดูดใจให้ผู้เรียนอยากค้นหาคำตอบ มีการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการประยุกต์ใช้
2. เป็นปัญหาปลายเปิดและมีลักษณะขัดแย้งในบางครั้ง ซึ่งจะท้าทายให้ผู้เรียนได้แสดงการให้เหตุผล และแสดงออกถึงทักษะการคิด
3. ปัญหานั้นจะต้องมีความซับซ้อนเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องมีการทำงานร่วมกันและต้องอาศัยคนอื่นช่วยในการแก้ปัญหา
4. ปัญหาควรเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เป็นจริง
5. ผู้สอนจะต้องใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดระดับสูง การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอินโดนีเซีย (2006: Online) ได้กล่าวถึงลักษณะปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีลักษณะ ดังนี้

1. โครงสร้างที่มีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เป็นลักษณะปัญหาตามแบบธรรมชาติทั่วไป
2. สถานการณ์จะมีลักษณะที่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ตายตัว
3. มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอ เมื่อมีข้อมูลใหม่ ๆ เพิ่มเข้ามา
4. ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ง่าย ๆ หรือรูปแบบการแก้ปัญหาไม่แน่นอน
5. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป

1.7 ขั้นตอนการสร้างปัญหาในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สิ่งสำคัญอย่างยิ่งของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือปัญหา เพราะปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ โดยจะนำเสนอปัญหาเป็นตัวกระตุ้นเป็นอันดับแรก ดังนั้นปัญหาจะต้องสามารถนำและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัญหาจะต้องมีความสำคัญต่อผู้เรียน ต้องเป็นการบูรณาการความรู้หลากหลายศาสตร์ ทั้งทักษะที่ต้องการให้เกิดและที่มีอยู่ในชีวิตจริงเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรการเรียนรู้ ทั้งที่อยู่ในโรงเรียนและนอกโรงเรียนประกอบด้วย ได้มีผู้ให้แนวคิดในการสร้างปัญหาสำหรับเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พอจะสรุปได้ดังนี้

เดลลีส์ (Delisle, 1997: 18-25) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างปัญหาไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกเนื้อหาและทักษะ โดยพิจารณาจากหลักสูตรของสถานศึกษานั้นๆ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ทักษะที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน และระยะเวลาในการเรียนรู้ของเนื้อหานั้นๆ

ขั้นที่ 2 กำหนดแหล่งการเรียนรู้ เมื่อเลือกเนื้อหาและทักษะการเรียนรู้แล้ว ก่อนที่จะเขียนปัญหา ผู้สอนจะต้องกำหนดแหล่งการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะทำการค้นคว้า สืบค้น ให้เพียงพอ และต้องมีความหลากหลายทางข้อมูลเพียงพอในการเรียนรู้ ทั้งในชั้นเรียน ภายในและภายนอกสถานศึกษา ซึ่งต้องมากพอที่จะช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้สอนจะต้องทำการตรวจสอบแหล่งการเรียนรู้ก่อนว่ามีอยู่ที่ใดบ้าง นอกจากนั้นผู้สอนเองต้องเป็นแหล่งการเรียนรู้อย่างหนึ่งของผู้เรียนด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 3 เขียนปัญหา โดยปัญหาจะเป็นข้อความที่มีลักษณะดังนี้

- พัฒนาขึ้นอย่างเหมาะสม นั่นคือปัญหามีความเหมาะสม สามารถพัฒนาผู้เรียนทางด้านสังคม อารมณ์ และสติปัญญาได้

- มีพื้นฐานมาจากประสบการณ์ของผู้เรียน ปัญหาจะต้องสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน
- อยู่บนพื้นฐานของหลักสูตรการเรียนรู้ ปัญหาควรส่งเสริมทั้งด้านความรู้และด้านทักษะ

- สามารถใช้การเรียนการสอนได้หลากหลายวิธี
- โครงสร้างของปัญหามีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย มีปัญหาย่อยซ้อนอยู่ในปัญหาหลักที่ไม่ค่อยชัดเจนนัก ผู้เรียนจำเป็นต้องทำการศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติม อีกทั้งอาจมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลาย

ขั้นที่ 4 เลือกรูปแบบการเรียนการสอน เมื่อเขียนปัญหาขึ้นมาแล้วผู้สอนจะต้องเลือกรูปแบบการเรียนรู้อันใดมาดำเนินตามนั้นแล้วผู้เรียนสามารถมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ กิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นต้องมีความสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน สามารถพัฒนาทักษะทางการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนขณะที่ดำเนินกิจกรรมนั้นด้วย

ขั้นที่ 5 สร้างคำถาม เป็นการสร้างคำถามเพื่อช่วยผู้เรียนในขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน คำถามจะต้องสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดแนวทางในการดำเนินกิจกรรมเพื่อการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 กำหนดวิธีการประเมินผล การประเมินผลจะเน้นทั้งในด้านทักษะและด้านความรู้ในเนื้อหาไปพร้อมกัน และการประเมินผลจะต้องเป็นประเมินผลตามสภาพจริง

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 20-21 อ้างอิงจาก พิชกร แปลงประสพโชค. ม.ป.ป) ได้กล่าวว่า การเตรียมปัญหาในการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น จะต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์พื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะพื้นฐาน สำคัญดังนี้

1. สิ่งที่ยกมาให้ผู้เรียน คือปัญหา ซึ่งเปรียบเสมือนการทำทนายให้ผู้เรียนก้าวไปสู่สถานการณ์ที่ผู้เรียนอาจมีความคุ้นเคยหรือไม่ก็ตาม แต่ก็จะต้องตระหนักในความจำเป็นที่ต้องเข้าใจปัญหานั้น

2. กระบวนการจากปัญหาที่ผู้เรียนได้มา จะนำผู้เรียนเข้าสู่กระบวนการที่ต้องตั้งสมมุติฐาน วิเคราะห์ อภิปราย ฯลฯ เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา ทั้งนี้โดยเริ่มจากการอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ค่อนข้างจำกัดเป็นฐานก่อน

3. สิ่งที่คาดหวัง เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนเมื่อผ่านกระบวนการดังกล่าว มีดังต่อไปนี้

- กำหนดการเรียนรู้ขั้นต่อไปที่จำเป็นต่อความเข้าใจปัญหา
- เสนอแนะแนวทางในการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมในการแก้ปัญหา

- พิจารณาหาแนวทางแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล
- การประสานสัมพันธ์ความรู้ที่ได้รับจากการค้นคว้า

จากหลักเกณฑ์พื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ ในการสร้างปัญหาจึงต้องนำมาพิจารณา
ร่วมด้วย ซึ่งกระบวนการในการสร้างปัญหามีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนด กรอบการเรียนรู้

ขั้นแรกในการกำหนดกรอบการเรียนรู้ คือการกำหนดประสบการณ์การเรียนรู้ ในหลัก
สูตร หรือสาขาวิชาใด ๆ ก็ตาม สิ่งสำคัญที่ต้องกำหนดคือ

1. วัตถุประสงค์ คือการกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้านใดบ้าง
ซึ่งโดยปกติวัตถุประสงค์ทางการศึกษา ที่จะต้องคำนึงถึงมี 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านเจตคติ และ
ด้านทักษะ

2. การกำหนดแนวความคิดหรือหลักเกณฑ์พื้นฐาน ที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้เพื่อให้
บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหา

การกำหนดปัญหาจะต้องกำหนดให้สอดคล้องกับแนวความคิดที่คาดหวังไว้ว่าผู้เรียนควร
จะเรียนรู้อะไร

ขั้นที่ 3 กำหนดแผนการอภิปราย

คือการสร้างคำถามเพื่อให้ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดไปยังแนวความคิดที่
ต้องการได้ โดยใช้รูปแบบดังตารางที่ 1

ตาราง 1 รูปแบบของแผนการอภิปราย

ปัญหา (Problem)	คำถาม (Question)	แนวความคิด (Concept)

ขั้นที่ 4 จัดเตรียมแหล่งข้อมูล

ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะไม่มีการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนโดยตรง แต่ผู้เรียนจะเป็นผู้แสวงหาความรู้เอง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมแหล่งข้อมูลไว้ให้ผู้เรียน ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 อย่าง คือ แหล่งข้อมูลที่เป็นบุคคลที่จะให้ความรู้และแหล่งข้อมูลที่เป็นวัสดุทางการเรียน ที่ผู้เรียนสามารถค้นคว้าได้ เช่น ตำรา เอกสารต่างๆ อินเทอร์เน็ต เทป วิดีโอ เป็นต้น

ขั้นที่ 5 กำหนดแผนการประเมินผล

การประเมินผลผู้เรียนแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. การประเมินผลเพื่อบอกความก้าวหน้าของผู้เรียน พิจารณา 2 อย่างคือ

1.1 ดูความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามาได้กับปัญหาที่เรียน

1.2 ดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

2. การประเมินผลรวมในการนำไปใช้ในสถานการณ์จริงต่อไป

รังสรรค์ ทองสุขนอก (2547: 21-22) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการวิจัยไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบของปัญหา ได้แก่ การเลือกเนื้อหาสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านเจตคติและด้านทักษะกระบวนการ และความคิดรวบยอดหรือหลักเกณฑ์ พื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดและสร้างปัญหา ที่สอดคล้องกับความคิดรวบยอดที่คาดหวังไว้ว่านักเรียนควรจะเรียนรู้ เมื่อครูเขียนปัญหาเสร็จแล้วครูลงดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยเพื่อให้มองเห็นถึงความเป็นไปได้ในการหาคำตอบ คำตอบที่ได้มีอะไรบ้าง มีวิธีใดบ้างที่สามารถนำมาแก้ปัญหา ความรู้ใดบ้างที่เป็นฐานในการแก้ปัญหาและหาได้จากแหล่งข้อมูลใด นั่นคือครูจะสมมติบทบาทเป็นผู้เรียน เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของปัญหาและช่วยให้สามารถมองเห็นภาพรวมการเรียนรู้ของนักเรียน ที่สามารถนำไปเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้และวิธีการประเมินผล

ขั้นที่ 3 สร้างคำถามและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ คำถามที่สร้างนี้สำหรับครูใช้กระตุ้นนักเรียนให้เกิดการคิดไปสู่แนวความคิดที่ต้องการ โดยใช้รูปแบบเช่นเดียวกับตาราง 1

ขั้นที่ 4 กำหนดแหล่งข้อมูลสำหรับให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ โดยการชี้แนะตนเอง

ขั้นที่ 5 กำหนดการประเมินผล โดยพิจารณาทั้งด้านความรู้และด้านทักษะ ในด้านความรู้จะพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามากับปัญหาที่ให้ และดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ในด้านทักษะจะพิจารณาจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา

ในครั้งนี้นำผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการสร้างปัญหาของรังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 26-28) เป็นแนวทางในการสร้างปัญหาสำหรับการวิจัย เนื่องจากเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เช่นเดียวกัน

1.8 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

มีผู้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ไว้ดังนี้

เดลลีส์ (Delisle. 1997: 26-36) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเชื่อมโยง (Connecting with the Problem) เป็นขั้นตอนเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ของผู้เรียน หรือกิจกรรมในชีวิตประจำวันของผู้เรียนต้องเผชิญกับปัญหาต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและคุณค่าของปัญหานั้นต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน ในขั้นนี้ผู้สอนต้องพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย แล้วจึงนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เตรียมไว้

ขั้นที่ 2 การกำหนดกรอบการศึกษา (Setting Up the Structure) ผู้เรียนอ่านวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา แล้วร่วมกันวางแผนทางการศึกษาค้นคว้า หาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพื่อกำหนดกรอบการศึกษา 4 กรอบดังนี้

1. แนวคิด / แนวทางการแก้ปัญหา (Ideas) คือวิธีการ หรือแนวทางในการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ ซึ่งเปรียบเสมือนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง

2. ข้อเท็จจริง (Facts) คือข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ซึ่งเป็นความรู้ / ข้อมูล ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหาหรือข้อเท็จจริง ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดจากการอภิปรายร่วมกัน หรือเป็นข้อมูลความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

3. ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning Issues) คือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาแต่ผู้เรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จะอยู่ในรูปคำถามที่ต้องการคำตอบ นิยาม หรือประเด็นการศึกษาอื่นๆ ที่ต้องการทราบ

4. วิธีการศึกษา (Action Plan) คือวิธีการที่จะดำเนินการ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ โดยระบุว่าผู้เรียนจะสามารถศึกษาข้อมูลได้อย่างไร จากใคร แหล่งใด

กรอบการเรียนรู้ทั้ง 4 กรอบที่กล่าวมา สามารถแสดงความสัมพันธ์กันได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2 กรอบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิด/แนวทาง ในการแก้ปัญหา	ข้อเท็จจริง	ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า	วิธีการศึกษา

ขั้นที่ 3 การศึกษาปัญหา (Visiting the Problem) ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามกรอบการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 แต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการศึกษา ค้นคว้า และดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมตามประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม จากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ แล้วนำความรู้ที่ได้มาเสนอต่อกลุ่ม จนได้ข้อมูลหรือความรู้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ซึ่งขั้นนี้ผู้เรียนจะมีอิสระในการกำหนดแต่ละหัวข้อเอง ผู้สอนจะเป็นแค่เพียงผู้สังเกตและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

ขั้นที่ 4 การรวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา (Revisiting the Problem) หลังจากแต่ละกลุ่มได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้กลับเข้าชั้นเรียนและรายงานผลการศึกษาค้นคว้าต่อชั้นเรียน หลังจากนั้นให้ผู้เรียนร่วมกันพิจารณาผลการศึกษาค้นคว้าอีกครั้ง ว่าข้อมูลที่ได้เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ประเด็นใดแปลกใหม่ น่าสนใจ มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา และประเด็นใดที่ไม่เป็นประโยชน์ควรจะตัดทิ้ง แล้วแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การตัดสินใจ รวมทั้งผู้เรียนจะค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ๆ จากการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 5 การสร้างผลงาน หรือปฏิบัติตามทางเลือก (Producing a Product or Performance) เมื่อตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้ว แต่ละกลุ่มสร้างผลงานหรือปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกไว้ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 6 การประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) เมื่อขั้นตอนการสร้างผลงานสิ้นสุดลง ผู้เรียนจะทำการประเมินผลการปฏิบัติงานของตนเองของกลุ่ม และคุณภาพของปัญหา พร้อมทั้งผู้สอนจะทำการประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มของผู้เรียนด้วย

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based Learning) สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (อ้างอิงจาก Torp & Sape. 1998: 33-34) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเตรียมให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเป็นผู้เผชิญกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งการเตรียมความพร้อมนี้ขึ้นอยู่กับอายุ ความสนใจ ภูมิหลังของผู้เรียน ในการเตรียมความพร้อมนี้จะให้ผู้เรียนได้อภิปรายเกี่ยวเนื่องถึงเรื่องที่จะสอนอย่างกว้างๆ ซึ่งจะต้องตระหนักว่าการเตรียมความพร้อมนี้ไม่ใช่การสอนเนื้อหาก่อน เพราะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่างจากการเรียนรู้แบบอื่น ตรงที่ความรู้หรือทักษะที่ผู้เรียนได้รับจะเป็นผลมาจากการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นศึกษาปัญหา ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนกำหนดบทบาทของตนในการแก้ปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการที่จะแก้ปัญหา ซึ่งผู้สอนอาจจะใช้คำถามในการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้อภิปรายและเสนอความคิดเห็นต่อปัญหา เพื่อมองเห็นถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นนิยามว่า เรารู้อะไร เราจำเป็นต้องรู้อะไร และแนวคิดของเรา ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาสิ่งที่ตนรู้ อะไรที่จำเป็นต้องรู้ และแนวคิดอะไรที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พิจารณาถึงความรู้ที่ตนเองมีที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา และเตรียมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและพร้อมที่จะสำรวจ ค้นหาหาความรู้เพื่อแก้ปัญหา ผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้กำหนดสิ่งที่ตนรู้จากสถานการณ์ปัญหา สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งจะระบุแหล่งข้อมูลสำหรับค้นหาและแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยเขียนลงตารางอย่างสัมพันธ์กันทั้ง 3 หัวข้อดังตารางที่ 3

ตาราง 3 รูปแบบการบันทึกสิ่งที่รู้ สิ่งที่ต้องรู้เพิ่มเติมและแนวคิดจากสถานการณ์ปัญหา

สิ่งที่รู้	สิ่งที่จำเป็นต้องรู้	แนวคิด

ขั้นที่ 4 ขั้นกำหนดปัญหา จุดหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์ที่ได้เผชิญ และกำหนดเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับเงื่อนไขที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่งจะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาที่ดี

ขั้นที่ 5 ขั้นการค้นคว้า รวบรวมข้อมูลและนำเสนอ ผู้เรียนจะช่วยกันค้นคว้าข้อมูลที่จำเป็นต้องรู้จากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาเสนอต่อกลุ่มให้เข้าใจตรงกัน จุดมุ่งหมายในขั้นนี้ ประการแรกเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนวางแผนและดำเนินการรวบรวมข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งเสนอข้อมูลนั้นต่อกลุ่ม ประการที่สองเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจว่าข้อมูลใหม่ที่ค้นคว้ามามีทำให้เข้าใจปัญหาอย่างไร และจะประเมินข้อมูลใหม่เหล่านั้นว่าสามารถช่วยเหลือให้เข้าใจปัญหาได้อย่างไรด้วย ประการที่สามเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถทางการสื่อสารและการเรียนรู้แบบร่วมมือซึ่งช่วยให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 6 ขั้นการหาคำตอบที่เป็นไปได้ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้ามากับปัญหาที่กำหนดไว้แล้วแก้ปัญหาบนฐานข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้ เนื่องจากปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้สามารถมีคำตอบได้หลายคำตอบ ดังนั้นในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้ให้มากที่สุด

ขั้นที่ 7 ขั้นประเมินค่าของคำตอบ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนทำการประเมินค่าสิ่งที่มาช่วยในการแก้ปัญหา (ข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้) และผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละปัญหาว่าทำให้เรียนรู้อะไร ซึ่งผู้เรียนจะแสดงผลและร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้เป็นพื้นฐาน

ขั้นที่ 8 ขั้นการแสดงคำตอบและการประเมินผลงาน ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและแสดงถึงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้ความรู้มาอย่างไรและทำไมความรู้นั้นถึงสำคัญ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะเสนอผลงานออกมาที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบของปัญหา ซึ่งเป็นการประเมินผลงานของตนเองและกลุ่มไปด้วย

ขั้นที่ 9 ขั้นตรวจสอบปัญหาเพื่อขยายการเรียนรู้ ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ต่อไป ผู้เรียนจะพิจารณาจากปัญหาที่ได้ดำเนินการไปแล้วว่ามีประเด็นอะไรที่ตนสนใจอยากเรียนรู้อีก เพราะในขณะที่ดำเนินการเรียนรู้ผู้เรียนอาจจะมีสิ่งที่อยากรู้นอกจากที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้

จากขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 9 การดำเนินการเรียนรู้จะดำเนินเป็นวงจร หากขั้นตอนใดมีข้อสงสัยก็ย้อนกลับไปยังขั้นก่อนหน้านั้นได้ และเมื่อจบจากการเรียนรู้ปัญหาขั้นหนึ่งๆแล้ว จะกำหนดปัญหาใหม่ของการเรียนรู้จากขั้นที่ 9 ที่ผู้เรียนมีความต้องการเรียนรู้ และในแต่ละขั้นจะประกอบไปด้วยการประเมินการเรียนรู้ไปพร้อมด้วย

เฉลิม วราวิทย์ (2531: ๗-๘) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมแผนการสอน ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาขั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ การสร้างปัญหาที่สอดคล้องกับความเป็นจริงที่ปรากฏอยู่ในชุมชนหรือสังคมนั้นและแนวทางในการประเมินผล เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนแบบการแก้ปัญหาและการแสวงหาความรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียน

2. การบริหารการเรียนการสอน ขั้นตอนนี้เป็นการนำแผนซึ่งเตรียมไว้ในขั้นตอนที่ 1 มาใช้กับผู้เรียน เนื่องจากการเรียนการสอนแบบเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้เป็นแบบยึดผู้เรียนเป็นหลัก ฉะนั้นผู้เรียนจะผ่านกระบวนการเรียนที่สำคัญ 3 ประการคือ

2.1 การระบุปัญหา ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับปัญหาที่ผู้สอนได้สร้างไว้ให้ และผู้เรียนจะต้องค้นคว้าหาความรู้ให้ได้ว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร ใช้กระบวนการคิดที่มีเหตุผลด้วยวิธีการเชื่อมโยงความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้กับปัญหา เพื่อให้เกิดแนวความคิดในสิ่งใหม่

2.2 การเรียนการสอนในกลุ่มย่อย การจัดผู้เรียนให้เรียนเป็นกลุ่มย่อย เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสดแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ระดมความรู้เดิมมาช่วยในการแก้ปัญหาและเกิดความรู้ใหม่ในเวลาเดียวกัน ผู้เรียนและผู้สอนมีโอกาสดแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดไปในทางที่กำหนดไว้ ในระยะนี้ผู้เรียนจะกำหนดแนวทางการเรียนรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหาต่อไป ด้วยการแบ่งภาระหน้าที่ให้สมาชิกกลุ่มไปศึกษาหาความรู้

2.3 การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแต่ละคนจะช่วยกันไปแสวงหาความรู้ตามความถนัดของแต่ละบุคคล ผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบในการดำเนินงานของตนเอง ที่มีต่อกลุ่ม เลือกประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ที่หามาแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกันกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ระยะนี้ผู้เรียนจะมีโอกาสประเมินผลงานของตนเอง และวิพากษ์วิจารณ์งานของตนเองและผู้อื่นด้วย

3. การประเมินผลการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักนี้ เน้นให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองและประเมินผลการปฏิบัติงานของสมาชิกกลุ่ม ฉะนั้นการประเมินผลจึงนิยมใช้เพื่อการประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียน เพื่อผู้เรียนจะได้รู้ว่าตนเรียนรู้อะไร และยังบกพร่องในจุดใด ผู้สอนจะทำการประเมินผลโดยเน้นกระบวนการเรียนของผู้เรียน และนำข้อมูลมาบอกผู้เรียนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไปมากกว่าที่จะประเมินผลรวมแต่เพียงอย่างเดียว

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการเรียนรู้ ซึ่งดัดแปลงจากขั้นตอนการเรียนรู้ของเดลลีส์ (Delise. 1997: 26-36) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหา ผู้สอนนำเสนอปัญหาที่เตรียมไว้แก่ผู้เรียนโดยที่ผู้เรียนต้องพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา ผู้สอนจะต้องเชื่อมโยงปัญหากับความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียนในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและคุณค่าของปัญหานั้นต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน โดยอาจจะใช้การพูดคุยหรือการถามตอบเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนทำความเข้าใจและเชื่อมโยงเกี่ยวกับปัญหากับชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา ขั้นนี้ผู้เรียนจะแสวงหาข้อมูลข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งอาจเป็นข้อมูลความรู้ที่ได้จากปัญหาหรือข้อมูลความรู้เดิมของผู้เรียนหรือข้อมูลความรู้ที่ได้จากการอภิปรายกลุ่ม นอกจากนี้ผู้เรียนจะต้องวิเคราะห์ถึงข้อมูลหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาแต่ผู้เรียนยังไม่รู้และจำเป็นต้องรวบรวมข้อมูล หรือความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ รวมทั้งวิธีการให้ได้มาซึ่งข้อมูลความรู้ดังกล่าวนั้น ตามกรอบแนวคิดต่อไปนี้

ข้อเท็จจริงจากปัญหา	ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม	วิธีการศึกษา/แหล่งข้อมูล

- การกำหนดข้อเท็จจริงจากปัญหา คือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ หรือข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นจากการอภิปราย หรือเป็นข้อมูลความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

- ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม คือ ข้อมูลที่ต้องนำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา แต่ผู้เรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม จะอยู่ในรูปของคำถามที่ต้องการคำตอบ บทนิยาม หรือ ประเด็นการศึกษาที่ต้องการทราบ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

- วิธีการศึกษาค้นคว้า คือ วิธีการจะดำเนินการให้ได้มาซึ่งความรู้หรือข้อมูลที่ต้องการ โดยระบุว่าผู้เรียนสามารถศึกษาข้อมูลได้อย่างไร จากใครและจากแหล่งใด

ขั้นที่ 3 การกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ผู้เรียนนำข้อมูลความรู้ที่รวบรวมได้จากขั้นที่ 2 มากำหนดวิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ ซึ่งเปรียบเสมือนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการลงมือปฏิบัติหรือลงมือทำ

ขั้นที่ 4 การศึกษาปัญหา ขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามกรอบแนวคิดในขั้นที่ 2 โดยแต่ละกลุ่มจะร่วมกันวางแผนการศึกษา ค้นคว้า และดำเนินการศึกษาหา

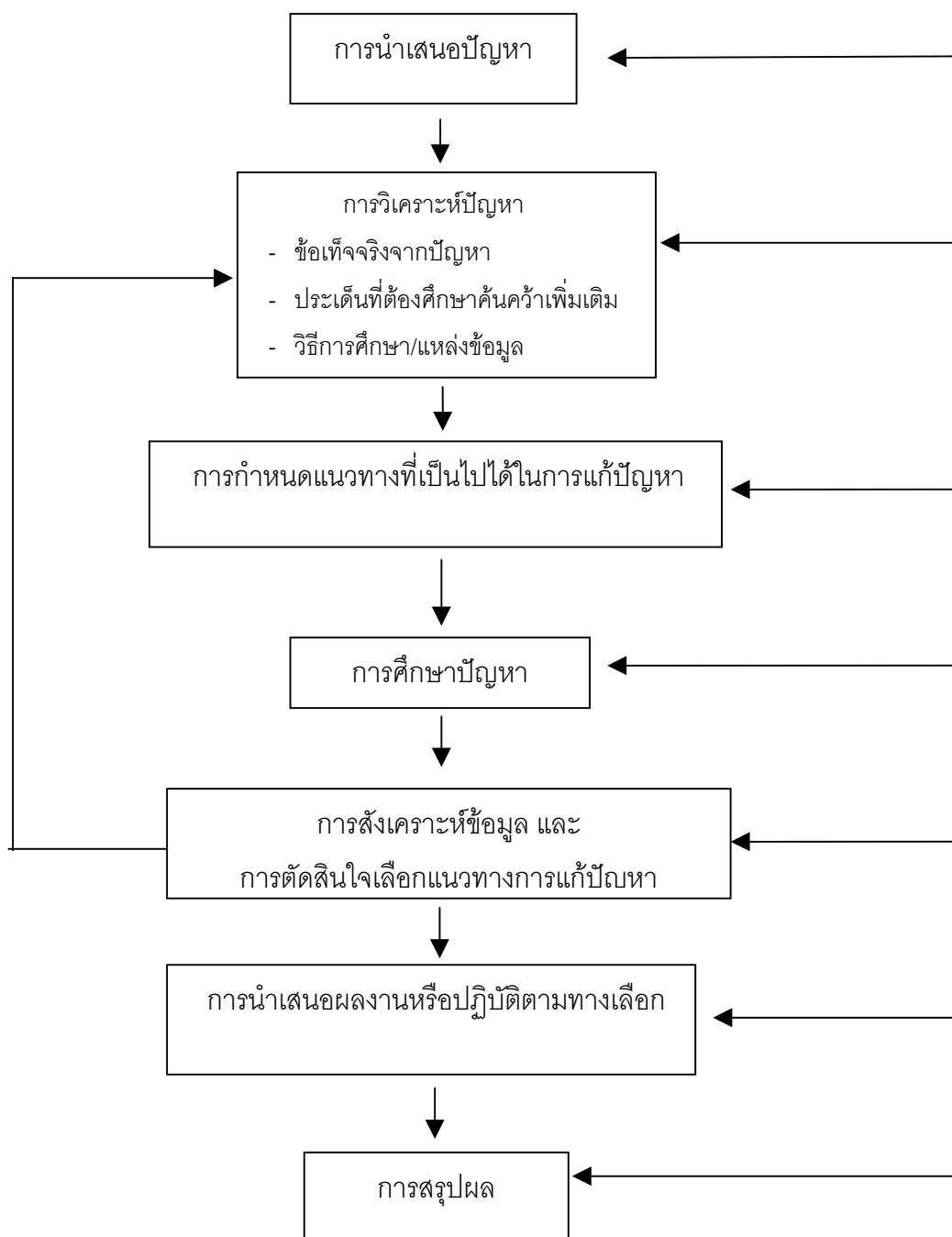
ข้อมูลเพิ่มเติมตามประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม จากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ แล้วนำความรู้ที่ได้มาเสนอต่อกลุ่ม เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือความรู้เพียงพอสำหรับปัญหา ซึ่งในขั้นนี้ผู้เรียนจะเป็นอิสระในการกำหนดแต่ละหัวข้อเอง ผู้สอนจะเป็นเพียงผู้สังเกตและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น นอกจากนี้ยังสามารถเป็นแหล่งการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย

ขั้นที่ 5 การสังเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา ผู้เรียนนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าต่อกลุ่ม ผู้เรียนจะร่วมกันพิจารณาผลการศึกษา คัดวิเคราะห์ข้อมูล พร้อมทั้งตัดสินใจเลือกข้อมูลและแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ถ้าหากว่าข้อมูลยังไม่เพียงพอทั้งกลุ่มจะต้องดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมอีกครั้งก่อนที่จะทำการแก้ปัญหาต่อไป

ขั้นที่ 6 การนำเสนอผลงานหรือปฏิบัติตามทางเลือก ในขั้นนี้จะประกอบด้วยการเสนอผลงานหรือการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนการดำเนินงานของกลุ่มทั้งหมด ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5 ในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นๆ ด้วย ในขั้นนี้ผู้สอนและผู้เรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูล หรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้ามาอีกครั้ง

ขั้นที่ 7 การสรุปผล ในขั้นนี้จะประกอบด้วยการอภิปรายและสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ นักเรียนจะทำแบบฝึกหัดในใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ จากนั้นให้นักเรียนจะร่วมกันอภิปรายและแสดงวิธีการหาคำตอบ ในขั้นตอนนี้จะสรุปผลการประเมินผลตนเองโดยผู้เรียน และการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยผู้สอน

จากขั้นตอนดังกล่าวสามารถแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละขั้นตอนดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.9 การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ในชั้นเรียนที่ใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีการประเมินผลเพื่อพัฒนาหรือแก้ ปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน และผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและ ของกลุ่มด้วย ซึ่งแตกต่างจากการเรียนรู้แบบเดิมๆ ที่ทำการประเมินเพียงเพื่อวัดความสามารถและ แบ่งระดับความสามารถของผู้เรียน และผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินแต่เพียงผู้เดียว ผู้เรียนเป็นเพียง ผู้ถูกประเมินเท่านั้น การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผู้เสนอวิธีในการประเมินไว้ดังนี้

เดลลีส (Delisle. 1997: 37-47) ได้กล่าวว่าการประเมินผลจะต้องบูรณาการตั้งแต่ขั้น ตอนการสร้างปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ ความสามารถและผลงานที่ผู้เรียนแสดงออกเข้าด้วยกัน โดย ในแต่ละการประเมินผลผู้เรียนจะมีส่วนร่วมด้วย และการประเมินผลจะดำเนินไปตลอดเวลาของการ เรียนรู้ คือตั้งแต่สร้างปัญหาจนถึงรายงานการแก้ปัญหาที่นั้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การประเมินผลผู้เรียน การประเมินผลความสามารถผู้เรียน จะเริ่มตั้งแต่วันแรก ของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จนกระทั่งวันสุดท้ายที่ได้เสนอผลงานออกมา ผู้สอนจะใช้ขั้นตอน การเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการติดตามความสามารถผู้เรียน ซึ่งพิจารณาทั้งในด้านความรู้ ทักษะและ การทำงานกลุ่ม ตัวอย่างรูปแบบและคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนซึ่งเดลลีสสร้าง ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังตาราง 4

ตาราง 4 รูปแบบและตัวอย่างคำถามที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนทำโดยผู้สอน

การประเมินผลผู้เรียนของผู้สอน	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ • ปฏิบัติอะไรที่ผู้เรียนแสดงออกมาให้เห็น • ผู้เรียนตอบสนองต่อเงื่อนไขหรือสิ่งที่จัดให้ได้อย่างไร	

ตาราง 4 (ต่อ)

การประเมินผลผู้เรียนของผู้สอน	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การเชื่อมโยงปัญหา - ผู้เรียนสนองตอบต่อปัญหาหรือไม่และสนองตอบต่อปัญหาอย่างไร - ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์หรือไม่อย่างไร - ผู้เรียนได้เชื่อมโยงแหล่งข้อมูลและประสบการณ์เดิมกับปัญหาหรือไม่ อย่างไร - ผู้เรียนได้จัดรวบรวมแนวคิดต่อปัญหาเข้าด้วยกันหรือไม่อย่างไร การกำหนดกรอบปัญหา - ผู้เรียนมีการจัดองค์ประกอบอย่างไร ผู้เรียนอาสาสมัครเป็นผู้บันทึก ผู้รายงานหน้าชั้นหรือไม่ หรือว่าแค่ฟังเพื่อนในกลุ่ม การศึกษาปัญหา - ผู้เรียนมีการเสนอแนวคิดและวิเคราะห์หรือไม่อย่างไร - ผู้เรียนได้พิจารณาข้อเท็จจริงจากปัญหาหรือไม่อย่างไร - ผู้เรียนได้สร้างจุดประสงค์การเรียนรู้จากแนวคิดและข้อเท็จจริงหรือไม่ - ผู้เรียนได้กำหนดแหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายหรือไม่อย่างไร การรวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา - ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้มาเข้ากับปัญหาหรือไม่อย่างไร - ผู้เรียนได้ทำการตรวจสอบแนวคิดหรือสมมุติฐานที่สร้างขึ้นหรือไม่ อย่างไร - ผู้เรียนได้ประมวลสิ่งที่เรียนรู้มาหรือไม่อย่างไร	

ตาราง 4 (ต่อ)

การประเมินผลผู้เรียนของผู้สอน	
ขั้นตอนการเรียนรู้	การประเมินผล
การสร้างผลงาน หรือปฏิบัติผลงานตามทางเลือก - ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมหรือไม่ - ผู้เรียนใช้ข้อมูลในการตอบปัญหาเหมาะสมหรือไม่ - ผู้เรียนได้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่อย่างไร	
การประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา ผู้เรียนมีการประเมินผลในกลุ่มและประเมินผลตนเองหรือไม่อย่างไร	

การประเมินผลตามรูปแบบในตาราง 4 ผู้ประเมินสามารถใช้ในลักษณะบรรยาย นอกจากนี้ผู้สอนอาจจะใช้การประเมินผลแบบให้คะแนนเป็นระบบอัตราส่วนเป็นแนวในการประเมินผลก็ได้ ดังตาราง 5

ตาราง 5 รูปแบบที่ใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผู้เรียนแบบระบบอัตราส่วนทำโดยผู้สอน

การประเมินผล	คะแนน		
	ดีมาก 3 คะแนน	ดี 2 คะแนน	พอใช้ 1 คะแนน
การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้			
การเชื่อมโยงกับปัญหา			
การกำหนดกรอบปัญหา			

ตาราง 5 (ต่อ)

การประเมินผล	คะแนน		
	ดีมาก 3 คะแนน	ดี 2 คะแนน	พอใช้ 1 คะแนน
การศึกษาปัญหา - การสร้างแนวคิดและสมมุติฐาน - การพิจารณาทบทวนข้อเท็จจริงและข้อมูลในปัญหา - การกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม - การพัฒนาแผนการเรียนรู้ การรวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหา - การประเมินทรัพยากร/ข้อมูลที่ค้นคว้าได้ - การตรวจสอบแนวคิดและสมมุติฐาน - การเชื่อมโยงข้อมูลกับปัญหา การสร้างผลงาน หรือการปฏิบัติตามทางเลือก - การใช้ข้อมูลร่วมกับการผลิตผลงาน - การมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการผลิตผลงาน - อื่น ๆ การประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา			

2.การประเมินผลตนเองของผู้เรียน การประเมินผลผู้เรียนนั้นนอกจากจะเป็นหน้าที่ของผู้สอนแล้ว ผู้เรียนยังต้องมีบทบาทในการประเมินตนเองด้วย โดยมีเป้าหมายเพื่อประเมินความสามารถของตนที่มีต่อการทำงานในกลุ่มเพื่อทราบบทบาทของตนที่มีต่อกลุ่ม โดยมีรูปแบบดังตาราง 6 ต่อไปนี้

ตาราง 6 รูปแบบการประเมินผลตนเองของผู้เรียน

กิจกรรมที่ประเมินผล	ดีมาก	ดี	พอใช้
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ฉันเสนอแนวคิดและข้อเท็จจริงต่อปัญหาในกลุ่ม			
ฉันช่วยพิจารณาและสร้างสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมกับกลุ่ม			
ฉันใช้แหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายในการศึกษาค้นคว้า			
ฉันช่วยคิดเพื่อแก้ปัญหาในกลุ่ม			
ฉันเสนอข้อมูล ความรู้ใหม่ๆต่อกลุ่ม			
ฉันช่วยกลุ่มในการทำงาน			

1.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

งานวิจัยต่างประเทศ

เอลเซฟเฟ (Elshafei, 1998: Online) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนแบบปกติในวิชาฟิสิกส์ 2 โดยได้ทำการวิจัยถึงทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในรัฐแอตแลนตา จำนวน 15 ห้องเรียน 342 คน แบ่งเป็นห้องเรียนแบบปกติ 8 ห้อง และเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ห้อง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการรวมกลุ่มกันแก้ปัญหาและสามารถคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

แม็คคาร์ธี (McCarthy, 2001: Online) ได้ทำการทดลองสอน ด้วยวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดเรื่องทศนิยม โดย

ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 2 กลุ่มเล็กๆ ในเวลา 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 45 นาที โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจความรู้ที่มีอยู่ก่อนแล้วในตัวของผู้เรียน และมีการวิเคราะห์ว่าการเรียนรู้ใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร จากหลักฐานการบันทึกวิดีโอได้ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ตลอดเวลาที่ได้พยายามหาวิธีแก้ปัญหา โดยนักเรียนใช้ภาษาพูดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความรู้เกี่ยวกับทศนิยมที่ตัวนักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว และความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับทศนิยมอย่างถูกต้อง

งานวิจัยในประเทศ

อาภรณ์ แสงรัศมี (2543: 77–83) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเองหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่คะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก มีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนในระดับมาก

ยุรวุฒิ คัล้ายมงคล (2545: 87-89) ได้ทำการพัฒนาระบบการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่สองเป็นการวิจัยกึ่งทดลองเพื่อทดสอบกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัยในขั้นแรกสรุปได้ว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอน คือ 1)การเตรียมปัญหา 2)การสร้างเชื่อมโยงสู่ปัญหา 3)การสร้างกรอบการศึกษา 4)ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย 5)ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหา

6)การสร้างผลงาน 7)ประเมินผลการเรียนรู้ และผลการวิจัยในชั้นที่สอพบวาคะแนนเฉลี่ยสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ในส่วนทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนหลังเรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ราตรี เกตบุตรตา(2546: 96-98) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 35 คน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

รังสรรค์ ทองสุขนอก (2547: 82-86) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน ที่ได้จากการอาสาสมัคร ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนการสอน

2.1 ความหมายของชุดการเรียนการสอน

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 25) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนการสอนว่าเป็นสื่อการเรียนที่อาศัยระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลายๆ อย่างมาสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการสอนเหล่านี้เรียกว่าสื่อประสม (Multi Media) ซึ่งสามารถนำไปใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

สุมานิน รุ่งเรืองธรรม (2526: 112) ได้ให้ความหมายของชุดการเรียนการสอนว่าเป็นระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลายๆ อย่างมาสัมพันธ์กันและมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน หรือการนำระบบสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยวิชา มาช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2 องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้การสอน

คาร์ดาเรลลี (Cadarelli. 1973: 150) ได้กำหนดโครงสร้างของชุดการเรียนรู้การสอนว่า
ต้องประกอบด้วย

1. หัวข้อ
2. หัวข้อย่อย
3. จุดมุ่งหมาย หรือเหตุผล
4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. การสอบก่อนเรียน
6. กิจกรรมและการประเมินตนเอง
7. การทดสอบย่อย
8. การทดสอบขั้นสุดท้าย

กิดานันท์ มลิทอง (2531: 181) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดการเรียนรู้การสอน ดังนี้

1. คู่มือสำหรับผู้สอนและผู้เรียนในการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน
2. คำสั่ง เพื่อกำหนดแนวทางในการเรียน
3. เนื้อหาสาระบทเรียน จะจัดอยู่ในรูปของสื่อต่างๆ เช่น แผ่นโปร่งใส วีดิทัศน์ หนังสือ

บทเรียน ฯลฯ

4. กิจกรรมการเรียน เป็นการให้ผู้เรียนทำรายงาน ทำกิจกรรมที่กำหนดหรือค้นคว้า
ต่อจากที่เรียนไปแล้วเพื่อให้ได้ความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

5. การประเมินผลแบบทดสอบที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระบทเรียนนั้น

จากความหมายของชุดการเรียนรู้การสอนดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางใน
การสร้างชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ซึ่งประกอบด้วยบทเรียนสำหรับนัก
เรียนไว้ศึกษาค้นคว้า คู่มือสำหรับผู้สอนและเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับครู โดยมีราย
ละเอียดดังนี้

1 บทเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวยและทรงกลม
ที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้นโดยใช้แนวทางตามหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี ประกอบด้วย

- 1.1 สาระการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องพื้นที่ผิว แบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

หน่วยการเรียนรู้ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม

1.2 ใบกิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.2.1 รายชื่อสมาชิก

1.2.2 สถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้

1.2.3 ปัญหาที่เกิดจากการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐาน

1.2.4 กรอบแนวคิด ประกอบด้วย

- ข้อเท็จจริงจากปัญหา
- ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม
- วิธีการศึกษา / แหล่งข้อมูล

1.2.5 แนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

1.2.6 สรุปผลการศึกษาปัญหา

1.3 ใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ เป็นโจทย์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิว ตามแนวทางโจทย์หรือปัญหาในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2 คู่มือครู ประกอบด้วย

2.1 คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนการสอน

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

2.2.1 สาระสำคัญ

2.2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.3 สาระการเรียนรู้

2.2.4 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

2.2.5 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.2.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.3 เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับครู ประกอบด้วย

2.3.1 สาระการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิว

2.3.2 คำตอบของปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้

2.3.3 คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้

2.3.4 คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้

2.3.5 คำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว

2.3 ขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้การสอน

กรมสามัญศึกษา (2543: 28–29) เสนอขั้นตอน การสร้างชุดการเรียนรู้การสอนตามลำดับ ดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาและประสบการณ์ โดยอาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการก็ได้
2. กำหนดหน่วยการสอน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วย โดยประมาณหน่วยหนึ่งควรถ่ายทอดความรู้ภายในเวลา 1–2 ชั่วโมง
3. กำหนดหัวเรื่องโดยกำหนดหน่วยการสอนย่อยและหัวเรื่องว่าจะให้ประสบการณ์อะไรแก่ผู้เรียนบ้าง
4. กำหนดสาระสำคัญและหลักการให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง โดยสรุปรวมแนวคิดสาระและเกณฑ์สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางหาเนื้อหา มาสอนให้สอดคล้องกัน
5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง โดยกำหนดจุดประสงค์ทั่วไปก่อน แล้วจึงเขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง
6. กำหนดกิจกรรม ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะ เป็นแนวทางการเลือกและการผลิตสื่อการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ต้องเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนปฏิบัติทุกอย่าง
7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินให้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้การทดสอบอิงเกณฑ์เพื่อดูว่าหลังผ่านกิจกรรมแล้วผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่
8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์ เมื่อผลิตสื่อการสอนแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่
9. หาประสิทธิภาพของชุดการสอนการเรียนรู้การสอน เพื่อเป็นการประกันว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นถือหลักที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผล ดังนั้นเกณฑ์จึงต้องคำนึงถึงกระบวนการและผลลัพธ์ โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ นิยมตั้งไว้เป็น 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นความจำ 80/80 สำหรับวิชาทักษะ และ 75/75 สำหรับเจตคติเป็นต้น
10. ปรับปรุง ใช้ชุดการเรียนรู้การสอนแล้วนำไปใช้ ซึ่งจะต้องตรวจสอบและปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา

จากขั้นตอนการสร้างชุดการเรียนรู้การสอน ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการสร้างชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยดำเนินการสอดคล้องกับที่กรมสามัญศึกษาได้กำหนดไว้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการเรียนรู้การสอน

งานวิจัยต่างประเทศ

วิวาส (Vivas. 1985: 603-A) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบพัฒนาและประเมินค่าชุดการเรียนรู้การสอนเกี่ยวกับกระบวนการคิด ของนักเรียนเกรด 1 ในประเทศเวเนซุเอล่า โดยใช้ชุดการเรียนรู้ซึ่งจะวัดทักษะ 5 ด้าน คือ ด้านกระบวนการคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ด้านชีววิทยาและด้านการปรับตัวทางสังคม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 1 จากโรงเรียนเรนิสควันเนียร์ เขตรัฐมิลินด้า ประเทศเวเนซุเอล่า จำนวน 214 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 ห้องเรียน จำนวน 114 คน ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอน กลุ่มควบคุม 3 ห้องเรียนจำนวน 100 คน ได้รับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนมีความสามารถเพิ่มขึ้นด้านกระบวนการคิด ด้านความพร้อมในการเรียน ด้านความคิดสร้างสรรค์ด้านชีววิทยาและด้านการปรับตัวทางสังคม หลังจากได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ

งานวิจัยในประเทศ

สุกัญญา ยีกา (2545: 42-43) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนเรื่องเรขาคณิตการแปลงสำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน เนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาที่อยู่นอกเหนือจากหลักสูตรปกติ ผลการศึกษาพบว่าร้อยละของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเป็น 71.09 และจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงเป็น 70.17 และค่า E_1/E_2 เป็น 71.09/70.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ นอกจากนั้นยังพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01

เอนก จันทรวงูญ (2545: 51) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับใช้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างจำนวน 33 คน ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างภายหลังใช้ชุดการเรียนรู้การสอนสูงกว่าก่อนใช้ชุดการเรียนรู้การสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประธาน ศิลปะ (2547: 49) ได้สร้างชุดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรโดยใช้สื่อเป็นรูปธรรม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 48 คน ผลการศึกษาพบว่าชุดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้สื่อรูปธรรมมีประสิทธิภาพ 89.03/89.24 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 70/70 อีกทั้งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากชุดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้สื่อรูปธรรม สอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีเจตคติหลังเรียนดีวก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีสุทิววิทยา อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 184 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนศรีสุทิววิทยา อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา ที่ได้จากการอาสาสมัคร จำนวน 16 คน แบ่งเป็นกลุ่มแบบทดสอบความสามารถ กลุ่มละ 4 คน โดยพิจารณาจากระดับผลการเรียนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างนี้ไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวยและทรงกลมมาก่อน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ใช้เวลาหลังคาบเรียนปกติ จำนวน 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยใช้เวลาสอนวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวน 1 ชั่วโมง และใช้วิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว รวมทั้งการทดสอบย่อยท้ายหน่วยการเรียนรู้รวมเป็น 21 ชั่วโมง ส่วนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้เวลา 2 ชั่วโมง รวมระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ทดลอง 24 ชั่วโมง

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1. ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย

1.1 บทเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวยและทรงกลม ที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้นโดยใช้แนวทางตามหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย

1.1.1 สาระการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องพื้นที่ผิว แบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม

1.1.2 ใบกิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.1.2.1 รายชื่อสมาชิก

1.1.2.2 สถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้

1.1.2.3 ปัญหาที่เกิดจากการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานใน

การเรียนรู้

1.1.2.4 กรอบแนวคิด ประกอบด้วย

- ข้อเท็จจริงจากปัญหา

- ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม

- วิธีการศึกษา / แหล่งข้อมูล

1.1.2.5 แนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

1.1.2.6 สรุปผลการศึกษาปัญหา

1.1.3 ใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ เป็นโจทย์หรือปัญหาที่เกี่ยวกับพื้นที่ผิว ตามแนวทางโจทย์หรือปัญหาในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 คู่มือครู ประกอบด้วย

1.2.1 คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนการสอน

1.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.2.2.1 สารสำคัญ

1.2.2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.2.2.3 สารการเรียนรู้

1.2.2.4 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1.2.2.5 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.2.2.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.2.3 เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับครู ประกอบด้วย

1.2.3.1 สารการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิว

1.2.3.2 คำตอบของปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้

1.2.3.3 คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้

1.2.3.4 คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้

1.2.3.5 คำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว

2.เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย

2.1 แบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว

2.3 แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้

2.4 แบบประเมินตนเองของผู้เรียน

2.5 แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว

ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว เครื่องมือวัด และประเมินผล มีรายละเอียดในการสร้างดังนี้

1.ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

1.1 การเตรียมงานทางด้านวิชาการ ผู้วิจัยได้ศึกษาหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้

1.1.1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กรมวิชาการ. 2544)

1.1.2. ศึกษาเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิว จากหนังสือและเอกสารต่อไปนี้

1.1.2.1.คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ.

2544)

- 1.1.2.2.หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เล่ม1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สสวท. 2548)
- 1.1.2.3.คู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (สสวท. 2548)
- 1.1.2.4 Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics Addenda Series, Grades k-6: Geometry and Spatial Sense (Gronde, John Del.,et al. 1995)
- 1.1.2.5 Mathematics for Self-Study: Geometry for the Practical Man (Thompson, J. E. 1946)
- 1.1.2.6 Elementary Geometry from an Advanced Standpoint (Moise, Edwin E. 1974)
- 1.1.2.7 Geometry (Travers, Kenneth J., Dalton, LeRoy C. & Layton, Katherine P.1987)
- 1.1.2.8 Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics (Cruikshank, Douglas E & Sheffield, Linda Jensen.1992)
- 1.1.2.9 Math in My World (Clements, Douglas H. 1999)
- 1.1.3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการเรียนการสอน
- 1.1.4. ศึกษาหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จากหนังสือและเอกสารต่อไปนี้
 - 1.1.4.1 แนวคิดใหม่ในแพทยศาสตร์ศึกษา (เฉลิม วรวิทย์. 2531)
 - 1.1.4.2 การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา (พวงรัตน์ บุญญารักษ์และMajumdar,Basanti. 2544)
 - 1.1.4.3 การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (มณฑรา ธรรมบุศย์. 2545)
 - 1.1.4.4 Problem-Based Learning in Medicine and Beyond (Barrows, H.S. 1996)
 - 1.1.4.5 Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education (Barrows, H. S. and Tamblyn,R. M. 1980)
 - 1.1.4.6 How to Use Problem-Based Learning in the Classroom (Delisle, Robert. 1997)
 - 1.1.4.7 Introduction to PBL (Illinois Mathematics and Science Academy. 2001: Online)

1.2 สร้างชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 สร้างบทเรียนของชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดำเนินการดังนี้

1.2.1.1 กำหนดกรอบสาระการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงของบทเรียนเรื่องพื้นที่ผิวดังนี้

1. พื้นที่ผิวของพีระมิด จำนวน 7 ชั่วโมง ดังนี้

ชั่วโมงที่ 1-5 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

ชั่วโมงที่ 6 สรุปความคิดรวบยอดเรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด และสรุปผลการประเมินตนเองของผู้เรียน และการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มโดยผู้สอน

ชั่วโมงที่ 7 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

2. พื้นที่ผิวของกรวย จำนวน 7 ชั่วโมง ดังนี้

ชั่วโมงที่ 1-5 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิวของกรวย

ชั่วโมงที่ 6 สรุปความคิดรวบยอดเรื่องพื้นที่ผิวของกรวย และสรุปผลการประเมินตนเองของผู้เรียน และการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มโดยผู้สอน

ชั่วโมงที่ 7 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

3. พื้นที่ผิวของทรงกลม จำนวน 7 ชั่วโมง ดังนี้

ชั่วโมงที่ 1-5 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม

ชั่วโมงที่ 6 สรุปความคิดรวบยอดเรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม และสรุปผลการประเมินตนเองของผู้เรียน และการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มโดยผู้สอน

ชั่วโมงที่ 7 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

1.2.1.2 ศึกษาและกำหนดวัตถุประสงค์และแนวคิดในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544

1.2.1.3 สร้างสถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนในการสร้างสถานการณ์ปัญหาดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้จะกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ และกำหนดแนวความคิดในการเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งวัตถุประสงค์เป็นการกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้านใดบ้าง (ด้านความรู้ ด้านเจตคติ ด้านทักษะกระบวนการ) และความคิดรวบยอด หรือหลักเกณฑ์พื้นฐานที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดและสร้างสถานการณ์ปัญหา เป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับความคิดรวบยอดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ที่คาดหวังไว้ว่าผู้เรียนควรจะเรียนรู้

ขั้นที่ 3 สร้างคำถามและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความคิดเพื่อนำไปสู่ความคิดรวบยอดที่ต้องการแล้วสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังตาราง

ตาราง 7 รูปแบบความสัมพันธ์ของปัญหาและคำถามที่ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่ความคิดรวบยอดที่ต้องการ

ปัญหา	คำถาม	ความคิดรวบยอด
สถานการณ์ปัญหา(1)		
สถานการณ์ปัญหา (2)		

ขั้นที่ 4 กำหนดแหล่งการเรียนรู้จากปัญหา เป็นการกำหนดแหล่งข้อมูลไว้สำหรับให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าและเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

ขั้นที่ 5 กำหนดแผนการวัดผลการเรียนรู้ โดยพิจารณาทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการและเจตคติ การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้จะพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่ผู้เรียนหามา กับสถานการณ์ปัญหาที่ให้ไป และดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในด้านทักษะกระบวนการเรียนรู้และเจตคติ จะพิจารณาจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการสังเกตในลักษณะต่างๆ เช่น การประเมินตนเอง การสังเกตโดยกลุ่มเพื่อน และการสังเกตโดยผู้สอน

1.2.1.4 เขียนบทเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวยและทรงกลม ที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้นโดยใช้แนวทางตามหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย

1.2.1.4.1 หน่วยการเรียนรู้จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ได้แก่

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม

หน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยนี้ใช้เป็นเอกสารประกอบการค้นคว้าของนักเรียน ซึ่งจัดวางไว้ที่แหล่งการเรียนรู้ที่เตรียมไว้

1.2.1.4.2 ใบกิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.2.1.4.2.1 รายชื่อสมาชิก

1.2.1.4.2.2 สถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้

1.2.1.4.2.3 ปัญหาที่เกิดจากการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐาน

1.2.1.4.2.4 กรอบแนวคิด ประกอบด้วย

- ข้อเท็จจริงจากปัญหา

- ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม

- วิธีการศึกษา / แหล่งข้อมูล

1.2.1.4.2.5 แนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

1.2.1.4.2.6 สรุปผลการศึกษาปัญหา

1.2.1.4.3. ใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ เป็นโจทย์หรือ ปัญหาที่เกี่ยวกับพื้นที่ผิว ตามแนวทางโจทย์หรือปัญหาในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2.2. สร้างคู่มือครูของชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดำเนินการดังนี้

1.2.2.1 สร้างคู่มือการใช้ชุดการเรียนการสอน ประกอบด้วย

1.2.2.1.1 วัตถุประสงค์ของชุดการเรียนการสอน

1.2.2.1.2 แผนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.2.1.3 การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.2.1.4 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.2.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว สำหรับชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย

1.2.2.2.1 สาระสำคัญ

1.2.2.2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.2.2.2.3 สาระการเรียนรู้

1.2.2.2.4 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1.2.2.2.5 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.2.2.2.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.2.2.3 สร้างเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับครู ประกอบด้วย

1.2.2.3.1 คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน

1.2.2.3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.2.2.3.2.1 สาระสำคัญ

1.2.2.3.2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.2.2.3.2.3 สาระการเรียนรู้

1.2.2.3.2.4 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1.2.2.3.2.5 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.2.2.3.2.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.2.2.3.3 เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับครู ประกอบด้วย

1.2.2.3.3.1 สาระการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิว

1.2.2.3.3.2 คำตอบของปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วย

การเรียนรู้

1.2.2.3.3.3 คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้

1.2.2.3.3.4 คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้

1.2.2.3.3.5 คำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่องพื้นที่ผิว

1.3 นำชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้น

เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและคุณวุฒิวิชาชีพ 3 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสม

ในด้านความตรงตามจุดประสงค์ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา กิจกรรมและความเหมาะสมของภาษา ตรวจสอบความถูกต้อง ชี้แนะข้อบกพร่อง และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

1.4 นำชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อคิดเห็นของคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญในข้อที่ 1.3

1.5 นำชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแล้วในข้อ 1.4 เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญให้พิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย

1.6 นำชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแล้วตามข้อ 1.5 ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 8 คน (2 กลุ่ม) ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อดูความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาที่ใช้และเวลาในการทดลอง

1.7 นำชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ในข้อที่ 1.6 มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง แล้วนำชุดการเรียนการสอนที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย

2.1 แบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลการเรียนรู้ประจำแต่ละหน่วยทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนทดสอบหลังจากที่เสร็จสิ้นการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย หน่วยการเรียนรู้ละ 5 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง การสร้างแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ดำเนินการดังนี้

2.1.1 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2.1.2 สร้างแบบทดสอบย่อยประจำหน่วย หน่วยการเรียนรู้ละ 10 ข้อ ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญอีก 3 คน ได้พิจารณาตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2.1.3 กำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยหน่วยการเรียนรู้ โดยใช้แนวทางของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของกรมวิชาการ (2546ก. 121) ดังตารางที่ 8 ต่อไปนี้

ตาราง 8 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้

คะแนน / ความหมาย	การแสดงผลการหาคำตอบที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	● แสดงวิธีหาคำตอบที่แสดงถึงการเลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสม แสดงวิธีหาคำตอบได้ชัดเจน เขียนแสดงคำตอบได้ครบถ้วน สมบูรณ์ และคำตอบถูกต้อง
3 : ดี	● แสดงวิธีหาคำตอบที่แสดงถึงการเลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสม แสดงวิธีหาคำตอบยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง เขียนแสดงคำตอบได้ ถูกต้อง ครบถ้วน
2 : พอใช้	● แสดงวิธีหาคำตอบที่แสดงถึงการเลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสม แสดงวิธีหาคำตอบชัดเจนอยู่ในแนวทางที่ถูกต้องและได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่เขียนแสดงคำตอบให้ครอบคลุมคำถาม หรือแสดงคำตอบไม่ตรงกับคำถาม หรือ ● แสดงวิธีหาคำตอบที่แสดงถึงการเลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสม แสดงวิธีหาคำตอบยังไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ แต่ได้คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน หรือ ● แสดงวิธีหาคำตอบที่แสดงถึงการเลือกความรู้มาใช้อย่างเหมาะสมแต่การแสดงผลวิธีหาคำตอบยังไม่ชัดเจนสมบูรณ์ และเขียนแสดงคำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบคำตอบ
1: ควรแก้ไข	● เลือกความรู้มาใช้ในการแสดงผลวิธีหาคำตอบยังไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ● เลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสมแต่พยายามหาคำตอบด้วยวิธีที่ไม่เหมาะสมเพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ และไม่คิดหาวิธีอื่น
0: ต้องปรับปรุง	● เลือกความรู้มาใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ หรือคัดลอกข้อมูลจากโจทย์แต่ไม่แสดงถึงความเข้าใจ หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับโจทย์

2.1.4 นำแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ที่ผ่านการตรวจพิจารณาจากข้อ 2.1.2 แล้วคัดเลือกข้อสอบจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ที่มีค่า IOC เฉลี่ยตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

2.1.5 นำแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ จากข้อ 2.1.4 ไปหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 8 คน (2 กลุ่ม) กลุ่มเดียวกับที่ใช้ทดลองชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว แล้วคัดเลือกแบบทดสอบทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ที่มีค่าความยากง่าย 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป หน่วยการเรียนรู้ละ 5 ข้อ พร้อมทั้งหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 0.89 0.96 และ 0.86 ตามลำดับ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว โดยให้ผู้เรียนทดสอบหลังจากผ่านการเรียนรู้ครบทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้แล้ว มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ดำเนินการดังนี้

2.2.1 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว จำนวน 20 ข้อ ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัณฑิตและผู้เชี่ยวชาญอีก 3 คน เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2.2.3 กำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว โดยใช้แนวทางของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนเช่นเดียวกับการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ แสดงดังตาราง 8 หน้า 51

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ที่ผ่านการตรวจพิจารณาจากข้อ 2.2.2 แล้ว คัดเลือกแบบทดสอบข้อที่มีค่า IOC เฉลี่ยตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

2.2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ข้อ 2.2.4 ไปหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 8 คน (2 กลุ่ม) กลุ่มเดียวกับที่ใช้ทดลองชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป ให้ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว จำนวน 12 ข้อ พร้อมกับหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา

(α –Coefficient) ของครอนบัก ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว เท่ากับ 0.94

2.3 แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม เป็นแบบประเมินผลที่ใช้ประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายกลุ่ม ซึ่งมีกระบวนการสร้างดังนี้

2.3.1 ศึกษาการสร้างแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนจากเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.2 สร้างแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม ตามแนวทางการประเมินผลของ เดลลีส (Delisle. 1997: 43) และสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนโดยปรับจากเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของ รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 58-62) มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอปัญหา

- 3 คะแนน : แสดงความคิดเห็นต่อปัญหามากอย่างหลากหลาย และมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา อธิบายปัญหาได้อย่างชัดเจน ทุกคนในกลุ่มเข้าใจปัญหาตรงกัน ระบุปัญหาย่อยได้เป็นข้อ ๆ ชัดเจนและครอบคลุม
- 2 คะแนน : แสดงความคิดเห็นต่อปัญหามากขึ้นและมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา อธิบายปัญหาได้อย่างชัดเจนแต่มีบางคนในกลุ่มยังไม่ค่อยเข้าใจ
- 1 คะแนน : แสดงความคิดเห็นต่อปัญหาน้อยและไม่ค่อยสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา พยายามที่จะอธิบายปัญหาแต่ไม่ชัดเจน ระบุปัญหาย่อยไม่ค่อยชัดเจน
- 0 คะแนน : ไม่แสดงความคิดเห็นต่อปัญหาและไม่สามารถระบุปัญหาย่อยได้

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

- 3 คะแนน : สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมได้เพียงพอกับการให้ได้ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา กำหนดวิธีการศึกษาค้นคว้าและกำหนดแหล่งข้อมูลได้ชัดเจนสามารถมองเห็นแนวทางของการดำเนินการ เพื่อค้นคว้าได้
 อย่างดี สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 2 คะแนน : สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมได้เพียงพอกับการให้ได้ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา กำหนดวิธีการศึกษาค้นคว้าและกำหนดแหล่งข้อมูลไม่ค่อยชัดเจนแต่สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน

- 1 คะแนน : สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมแต่ไม่เพียงพอกับความจำเป็นที่จะได้ข้อมูลเพื่อมาแก้ปัญหา กำหนดวิธีการศึกษาค้นคว้าและกำหนดแหล่งข้อมูลไม่ชัดเจนแต่สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 0 คะแนน : ไม่สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม วิธีการศึกษาค้นคว้าและแหล่งข้อมูลได้ อีกทั้งสมาชิกในกลุ่มไม่ร่วมมือกันทำงาน

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

- 3 คะแนน : สามารถกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาได้ดี มีความสัมพันธ์กับปัญหาแต่ละปัญหา แต่ละข้อเป็นแนวทางของคำตอบของปัญหาย่อยที่ดี สมาชิกกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 2 คะแนน : สามารถกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กับปัญหาย่อยที่สร้างไว้เป็นแนวทางของคำตอบของปัญหาที่ดี แต่มีบางข้อไม่เป็นแนวทางคำตอบของปัญหา สมาชิกกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 1 คะแนน : สามารถกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา แต่ไม่ค่อยมีความสัมพันธ์กับปัญหาย่อย ทุกข้อเป็นแนวทางของคำตอบของปัญหาได้ ไม่ค่อยดี แต่สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 0 คะแนน : ไม่สามารถกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา และสมาชิกในกลุ่มไม่แสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน

ขั้นตอนที่ 4 การศึกษาปัญหา

- 3 คะแนน : สามารถแสดงถึงการดำเนินการศึกษา ค้นคว้าตามแผนที่กำหนดไว้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และทำการศึกษอย่างต่อเนื่อง มีการกำหนดเสนอสิ่งที่ตนเองศึกษามาให้กลุ่มรับทราบเป็นระยะๆ และแสดงถึงการแบ่งงานอย่างเป็นระบบ รวมทั้งการสื่อสารและมีความร่วมมือกันในการทำงาน และแสดงถึงความกระตือรือร้น ที่จะศึกษด้วยตนเอง
- 2 คะแนน : สามารถแสดงถึงการดำเนินการศึกษา ค้นคว้าตามแผนที่กำหนดไว้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และทำการศึกษอย่างต่อเนื่อง แต่ไม่นำเสนอสิ่งที่ตนเองศึกษามาให้กลุ่มทราบเป็นระยะๆ แต่อย่างไรก็ตามยังแสดงถึงการแบ่งงานกัน

อย่างเป็นระบบ รวมทั้งการสื่อสารและมีความร่วมมือกันในการทำงาน และแสดงถึงความกระตือรือร้น ที่จะศึกษาด้วยตนเอง

- 1 คะแนน : สามารถแสดงถึงการดำเนินการศึกษา ค้นคว้าตามแผนที่กำหนดไว้จากแหล่งข้อมูลที่ไม่หลากหลาย และทำการศึกษาอย่างไม่ต่อเนื่อง ไม่เชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้กับกลุ่ม แต่แสดงถึงการแบ่งงานกันอย่างเป็นระบบ
- 0 คะแนน : ไม่สามารถดำเนินการศึกษาค้นคว้าได้และสมาชิกไม่ร่วมมือกันในการทำงานกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 5 การสังเคราะห์ข้อมูล และตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหา

- 3 คะแนน : ผู้เรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาสังเคราะห์ และเชื่อมโยงสู่ปัญหา สามารถนำข้อมูลที่เหมาะสมมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล ได้คำตอบของปัญหาที่ดี ผู้เรียนในกลุ่มแสดงทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสารและมีความร่วมมือกันในการทำงาน
- 2 คะแนน : ผู้เรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาสังเคราะห์ และเชื่อมโยงสู่ปัญหา สามารถนำข้อมูลที่เหมาะสมมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล แต่ได้คำตอบของปัญหาที่ไม่ดี ผู้เรียนในกลุ่มมีความเข้าใจในข้อมูลที่ได้ศึกษามา สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงการใช้ทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสาร และมีความร่วมมือกันในการทำงาน
- 1 คะแนน : ผู้เรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาสังเคราะห์ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงสู่ปัญหาได้ ไม่สามารถนำข้อมูลที่เหมาะสมมาใช้แก้ปัญหาได้ ผู้เรียนในกลุ่มมีความเข้าใจในข้อมูลที่ได้ศึกษามาบ้าง สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงการใช้ทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสาร และมีความร่วมมือกันในการทำงาน
- 0 คะแนน : ผู้เรียนไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาสังเคราะห์ และไม่สามารถเชื่อมโยงสู่ปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลงานหรือปฏิบัติตามทางเลือก

- 3 คะแนน : ผู้เรียนในกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลการศึกษาได้อย่างเข้าใจ สามารถแสดงถึงการดำเนินการเรียนรู้ของกลุ่มได้อย่างชัดเจน อธิบายความรู้หรือข้อมูลที่ค้นคว้าได้อย่างเข้าใจ ความรู้ที่หามาได้มากและลึกซึ้ง มีความพร้อมในการรายงาน
- 2 คะแนน : ผู้เรียนในกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลการศึกษาได้อย่างเข้าใจ สามารถแสดงถึงการดำเนินการเรียนรู้ของกลุ่มได้อย่างชัดเจน อธิบายความรู้หรือข้อมูลที่ค้นคว้าได้อย่างเข้าใจ แต่ความรู้ที่หามาได้ทั้งหมดยังไม่มาก มีความพร้อมในการรายงาน
- 1 คะแนน : ผู้เรียนในกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลการศึกษา แต่ไม่สามารถแสดงถึงการดำเนินการเรียนรู้ของกลุ่มได้อย่างชัดเจน อธิบายข้อมูลที่ศึกษามาไม่ค่อยเข้าใจ เตรียมความพร้อมในการรายงานน้อย
- 0 คะแนน : ไม่นำเสนอ

ขั้นตอนที่ 7 การสรุปผล

- 3 คะแนน : ผู้เรียนทำการประเมินผลตนเอง สรุปผลการเรียนรู้ แสดงประเด็นที่ตนเองสนใจศึกษาต่ออย่างหลากหลาย
- 2 คะแนน : ผู้เรียนทำการประเมินผลตนเอง สรุปผลการเรียนรู้ แสดงประเด็นที่ตนเองสนใจศึกษาต่อเล็กน้อย
- 1 คะแนน : ผู้เรียนทำการประเมินผลตนเอง สรุปผลการเรียนรู้ แต่ไม่แสดงประเด็นที่ตนเองสนใจศึกษาต่อ
- 0 คะแนน : ผู้เรียนทำการประเมินผลตนเองแต่ไม่สามารถสรุปผลการเรียนรู้

2.3.3 หลังจากนั้นนำแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนให้คณะกรรมการควบคุมปริมาณนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและปรับปรุง แล้วนำมาปรับปรุงอีกครั้งให้พร้อมที่จะนำไปใช้ในการวิจัย ซึ่งแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม มีรายละเอียดดัง ตาราง 9 ต่อไปนี้

ตาราง 9 แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม

ขั้นตอนการเรียนรู้	คะแนน
1. ขั้นการนำเสนอปัญหา 2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา 3. ขั้นการกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา 4. ขั้นการศึกษาปัญหา 5. ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหา 6. ขั้นการนำเสนอผลงานหรือปฏิบัติตามทางเลือก 7. ขั้นการสรุปผล	

2.4 แบบประเมินผลตนเองของผู้เรียน เป็นแบบประเมินผลที่ใช้ประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน มีกระบวนการสร้างดังนี้

2.4.1 ศึกษาการสร้างแบบประเมินผลตนเองของผู้เรียนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนจากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.2 สร้างแบบประเมินผลตนเองของผู้เรียน ตามแนวทางการประเมินตนเองของผู้เรียนของ เดลลีส (Delisle, 1997: 45) และสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนน เป็นเกณฑ์ 4 ระดับ ดังนี้

ถ้าเลือกตอบ

ดีมาก	ให้ 3 คะแนน
ดี	ให้ 2 คะแนน
พอใช้	ให้ 1 คะแนน
ปรับปรุง	ให้ 0 คะแนน

2.4.3 นำแบบประเมินผลตนเองของผู้เรียนและเกณฑ์การตรวจให้คะแนนให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้ที่เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำมาปรับปรุงอีกครั้ง ซึ่งแบบประเมินตนเองของผู้เรียน มีรายละเอียดดังตาราง 10 ต่อไปนี้

ตารางที่ 10 แสดงแบบประเมินผลตนเองของผู้เรียน

กิจกรรมที่ประเมินผล	ระดับการประเมิน			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1. ฉันเสนอแนวคิดและข้อเท็จจริงต่อปัญหาในกลุ่ม				
2. ฉันช่วยพิจารณาและสร้างสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมกับกลุ่ม				
3. ฉันใช้แหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายในการศึกษาค้นคว้า				
4. ฉันช่วยคิดเพื่อแก้ปัญหาในกลุ่ม				
5. ฉันเสนอข้อมูล ความรู้ใหม่ๆ ต่อกลุ่ม				
6. ฉันช่วยกลุ่มในการทำงาน				
7. ฉันมีความกระตือรือร้น สนใจการเรียนรู้จากแหล่งต่างๆ				
8. ฉันศึกษาค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม				

2.5 แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว เป็นแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานภายหลังได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้ว ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert's Scale) แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย เพศ อายุและผลการเรียน

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 20 ข้อ แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว มีขั้นตอนดำเนินการสร้างดังนี้

2.5.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

2.5.2 กำหนดวัตถุประสงค์ของการวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว

2.5.3 สร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ ผู้สอน กระบวนการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล และประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 20 ข้อ โดยดัดแปลงจากแบบวัดความพึงพอใจ

ต่อการเรียนการสอนของ อาจารย์ แสงรัศมี (2546: 106-109) และประเมินผลความพึงพอใจโดยใช้ เกณฑ์การประเมินของ ประคอง กรรณสูตร (2538: 7) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย

1.00 – 1.49	หมายถึง	ความพึงพอใจน้อยที่สุด
1.50 – 2.49	หมายถึง	ความพึงพอใจน้อย
2.50 – 3.49	หมายถึง	ความพึงพอใจปานกลาง
3.50 – 4.49	หมายถึง	ความพึงพอใจมาก
4.50 – 5.00	หมายถึง	ความพึงพอใจมากที่สุด

2.5.4 นำแบบวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญา นิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญอีก 3 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในด้านความเที่ยงตรงตามจุดประสงค์ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้และความเหมาะสมของภาษา ตรวจสอบความถูกต้อง ที่ แน่ชัดข้อบกพร่องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.5.5 นำแบบวัดความพึงพอใจ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ของคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญในข้อ 2.5.4

2.5.6 นำแบบวัดความพึงพอใจที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วในข้อ 2.5.5 เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เรียบร้อย

2.5.7 นำแบบวัดความพึงพอใจที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วในข้อ 2.5.6 ไปทดสอบกับ นักเรียน 8 คน (2 กลุ่ม) กลุ่มเดียวกับที่ใช้ทดลองชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อหา ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจ โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอน บัค ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.99

2.5.8 นำแบบวัดความพึงพอใจในข้อ 2.5.7 ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ก่อนปฏิบัติกิจกรรมการใช้ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ผู้วิจัย ได้แนะนำวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยครอบคลุม ความเป็นมา ความหมาย ลักษณะที่สำคัญ ขั้นตอนในการเรียนรู้ และบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

2. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาสอนหลังคาบเรียนปกติ ซึ่งหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย ใช้

เวลา 7 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 21 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละชั่วโมงของการดำเนินกิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จะดำเนินการตามตาราง 11

ตาราง 11 แสดงลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมความพร้อมของนักเรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน - หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 ผู้สอนจะแจ้งผลการทดสอบย่อยของหน่วยการเรียนรู้ที่ผ่านมา พร้อมทั้งแนะข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบ แล้วเตรียมความพร้อมของนักเรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้	ชั่วโมงที่ 1 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ 1-3 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอปัญหา ขั้นนี้ผู้สอนจะเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอนและปัญหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนที่จะเจอปัญหา เมื่อผู้สอนเสนอปัญหาแล้วสมาชิกในกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาและกำหนดข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในปัญหา หากในกลุ่มมีผู้ที่มีประสบการณ์สัมพันธ์กับปัญหานั้นให้นำเสนอต่อกลุ่ม

ตาราง 11 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้
ขั้นตอนการเรียนรู้ (ต่อ)	ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา 1. กำหนดข้อเท็จจริงจากปัญหา นักเรียนต้องช่วยกันกำหนดข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ซึ่งเป็นความรู้ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหาหรือข้อเท็จจริง โดยการร่วมอภิปรายเกี่ยวกับปัญหานั้น 2. กำหนดประเด็นที่ต้องศึกษา ค้นคว้า เป็นการกำหนดว่าจะต้องค้นคว้าหาอะไรเพื่อที่สามารถนำสิ่งนั้นมาตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้ตั้งไว้ เป็นการวางแผนเป้าหมายของการเรียนรู้ 3. กำหนดวิธีการเรียนรู้หรือแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับปัญหา ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา นักเรียนนำข้อมูลความรู้ที่รวบรวมได้จากขั้นที่ 2 มากำหนดวิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ ก่อนการลงมือปฏิบัติหรือลงมือทำ ชั่วโมงที่ 2 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ 4 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ขั้นตอนที่ 4 การศึกษาปัญหา เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะเป็นรายกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจ สามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้ พร้อมทั้งมีการบันทึกการศึกษาค้นคว่านั้น

ตาราง 11 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้
ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)	ชั่วโมงที่ 3 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ 4 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ต่อจากคาบเรียนที่ 2 ชั่วโมงที่ 4 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ 5 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ขั้นตอนที่ 5 การสังเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามาว่าเพียงพอกับการแก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าเพียงพอก็สามารถนำไปตรวจสอบแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาและลงมือแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องศึกษาค้นคว้า เพิ่มเติม พร้อมทั้งร่วมกันทบทวนข้อมูลความรู้ที่ได้ศึกษามาอีกครั้ง โดยอาจจะกำหนดข้อมูลจากโจทย์ วิธีการศึกษาค้นคว้า และแหล่งข้อมูลใหม่ ชั่วโมงที่ 5 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ 6 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้ ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลงานหรือปฏิบัติตามทางเลือก ขั้นนี้เป็นการเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนการดำเนินงานของกลุ่มทั้งหมด ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1- 5 ในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นด้วย ในขั้นนี้ผู้สอนและผู้เรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้ามาอีกครั้ง

ตาราง 11 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้
ขั้นสรุป	ชั่วโมงที่ 6 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ 7 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้ ขั้นตอนที่ 7 การสรุปผล ผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ ใช้เวลา 30 นาที จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงวิธีการหาคำตอบ หากมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ ผู้สอนจะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นนั้นๆ อีกครั้ง จนได้คำตอบที่ถูกต้อง ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะสรุปผลการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม และขณะเดียวกันผู้เรียนจะสรุปผลการประเมินผลตนเองด้วย
การทดสอบย่อย ประจำหน่วยการเรียนรู้	ชั่วโมงที่ 7 นักเรียนทำการทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ละ 5 ข้อ เวลา 1 ชั่วโมง
หมายเหตุ	แต่ละชั่วโมงของแต่ละหน่วยเรียนนั้น นักเรียนจะร่วมกันสรุปความก้าวหน้าของการดำเนินการเรียนรู้ รวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการเรียนรู้

3. ในขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะทำการวัดและประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม โดยการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งส่วนใหญ่จะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน ยกเว้น ชั่วโมงที่ 2-3 ขั้นตอนที่ 4 การศึกษาปัญหา ที่นักเรียนต้องร่วมกันศึกษา ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อนำมาแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้จัดมุมความรู้ซึ่งจะประกอบด้วย บทเรียนเรื่องพื้นที่ผิวซึ่งผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้น หนังสือ คู่มือต่างๆ และวีดิทัศน์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้และสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้สำหรับการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนที่ห้องสมุดของโรงเรียน ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับการเรียนรู้และเพื่อประสิทธิภาพของการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม ในขณะเดียวกันก็ให้นักเรียนประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองควบคู่ไปกับกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย ในชั่วโมงที่ 7 ผู้สอนจะให้นักเรียนทำการทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ละ 5 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง พร้อมทั้งตรวจให้คะแนนและแจ้งผลการทดสอบในชั่วโมงต่อไป เมื่อสอนจบทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้นักเรียนทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว จำนวน 12 ข้อ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งตรวจให้คะแนน ภายหลังการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนตอบแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว

4. เมื่อดำเนินการทดสอบครบตามที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยได้รวบรวมคะแนนที่ได้จากการทดสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จากเครื่องมือวัดผลและประเมินผล ทั้ง 5 ฉบับ คือ คะแนนจากการทำแบบประเมินผลตนเองของนักเรียนประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คะแนนจากการทำแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คะแนนจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว และคะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนที่ได้จากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียนประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ แบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ทดสอบสมมติฐานว่าจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไปของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยใช้การทดสอบทวินาม (Binomial Test)

3. วิเคราะห์แบบทดสอบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเมินผลความพึงพอใจโดยใช้เกณฑ์การประเมินของ ประคอง กรรณสูตร (2538: 7) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย

1.00 – 1.49	หมายถึง	ความพึงพอใจน้อยที่สุด
1.50 – 2.49	หมายถึง	ความพึงพอใจน้อย
2.50 – 3.49	หมายถึง	ความพึงพอใจปานกลาง
3.50 – 4.49	หมายถึง	ความพึงพอใจมาก
4.50 – 5.00	หมายถึง	ความพึงพอใจมากที่สุด

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

4.1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ สถิติหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

4.3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การทดสอบทวินาม (Binomial Test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากการเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว ซึ่งได้จากคะแนนของแบบประเมินผลตนเองของนักเรียนประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ แบบประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ แบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว

2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียน ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ พื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม

3. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่พื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม

4. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่พื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม

5. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว

6. ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้ผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม

7. การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว มีคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

8. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์คือ ผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยคะแนนจาก 4 ส่วน คือ คะแนนจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียนประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ คะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว นอกจากนี้ได้วิเคราะห์คะแนนที่ได้จากแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของการเรียนรู้เรื่อง พื้นที่ผิว

ผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว หมายถึงคะแนนรวมของนักเรียนจาก 4 ส่วน ซึ่งคิดเป็นคะแนนเต็ม 100 % หรือ 100 คะแนน โดยแบ่งคะแนนแต่ละส่วนดังนี้

1. คะแนนจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียนประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คิดเป็น 10 % ของคะแนนเต็มหรือ 10 คะแนน
2. คะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คิดเป็น 30 % ของคะแนนเต็มหรือ 30 คะแนน
3. คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้คิดเป็น 30% ของคะแนนเต็มหรือ 30 คะแนน
4. คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว คิดเป็น 30 % ของคะแนนเต็มหรือ 30 คะแนน

ผลการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว ปรากฏดังตารางที่ 12

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิว

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	16	100	71.18	3.83

จากตาราง 12 แสดงให้เห็นว่าผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิวของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 71.18 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 3.83

จากหัวข้อที่ 1 ผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิวของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยคะแนนจาก 4 ส่วน ซึ่งคิดเป็นคะแนนเต็ม 100 % หรือ 100 คะแนน เมื่อวิเคราะห์คะแนนทั้ง 4 ส่วน จะปรากฏรายละเอียดอยู่ในหัวข้อที่ 2-5 ตั้งแต่ตาราง 13 - 25

2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียนประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่พื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ปรากฏผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียนประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(s)
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	16	10	8.48	84.80	0.30

จากตาราง 13 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 8.48 คิดเป็นร้อยละ 84.80 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 0.30

คะแนนของนักเรียนที่ได้มาจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียนประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ คิดเป็นคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนที่ปรับมาจากคะแนนรวมของแบบทดสอบย่อยทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้รวม 9.99 คะแนน (แต่ละหน่วยการศึกษามีคะแนนเต็มเป็น 3.33 คะแนน) เมื่อวิเคราะห์คะแนนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จะปรากฏผลดังตาราง 14-16

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	16	3.33	2.80	84.08	0.14

จากตาราง 14 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบประเมินผลตนเองประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิดของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 2.80 คิดเป็นร้อยละ 84.08 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 0.14

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียนประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	16	3.33	2.77	83.18	0.20

จากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบประเมินผลตนเองประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 2.77 คิดเป็นร้อยละ 83.18 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 0.20

ตาราง 16 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผล
ตนเองของนักเรียนประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)
นักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 3	16	3.33	2.91	87.39	0.10

จากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบประเมินผลตนเองประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3
เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 2.91 คิดเป็น
ร้อยละ 87.39 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 0.10

3. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ พื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ปรากฏผลดัง

ตาราง 17

ตาราง 17 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(s)
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	16	30	17.02	56.73	1.27

จากตาราง 17 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 17.02 คิดเป็นร้อยละ 56.73 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 1.27

คะแนนของนักเรียนที่ได้มาจากแบบประเมินผลการดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ คิดเป็นคะแนนเต็ม 30 คะแนน เมื่อวิเคราะห์คะแนนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จะปรากฏผลดังตาราง 18-20

ตาราง 18 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลการ
ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของ
พีระมิด

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)
นักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 3	16	10	4.29	42.90	0.92

จากตาราง 18 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิดของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 4.29 คิดเป็นร้อยละ 42.90 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 0.92

ตาราง 19 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลการ
ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิว
ของกรวย

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)
นักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 3	16	10	6.19	61.90	0.60

จากตาราง 19 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 6.19 คิดเป็นร้อยละ 61.90 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 0.60

ตาราง 20 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	16	10	6.55	65.50	0.21

จากตาราง 20 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 6.55 คิดเป็นร้อยละ 65.50 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 0.21

4. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ พื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ปรากฏผลดังตาราง 21

ตาราง 21 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	16	30	24.31	81.03	1.47

จากตาราง 21 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 24.31 คิดเป็นร้อยละ 81.03 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 1.47

คะแนนของนักเรียนที่ได้มาจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ คิดเป็นคะแนนเต็ม 30 คะแนน เมื่อวิเคราะห์คะแนนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จะปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 22 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อย
ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)
นักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 3	16	10	7.47	74.70	0.92

จากตาราง 22 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง
พื้นที่ผิวของพีระมิดของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 7.47 คิดเป็น
ร้อยละ 74.70 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 0.92

ตาราง 23 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อย
ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)
นักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 3	16	10	8.53	85.30	0.35

จากตาราง 23 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง
พื้นที่ผิวกรวย ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 8.53 คิดเป็นร้อยละ 85.30
ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 0.35

ตาราง 24 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อย
ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)
นักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 3	16	10	8.31	83.10	0.93

จากตาราง 24 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง
พื้นที่ผิวของทรงกลมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 8.31 คิดเป็นร้อยละ
83.10 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 0.93

5. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบ
ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ปรากฏผลดังตาราง 25

ตาราง 25 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิด เป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน(s)
นักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 3	16	30	21.37	71.23	2.62

จากตาราง 25 แสดงให้เห็นว่าคะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนเป็น 21.37 คิดเป็นร้อยละ 71.23 ของคะแนนเต็ม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 2.62

6. ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้ผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว ตั้งแต่ร้อยละ 60 คะแนน ขึ้นไปของคะแนนเต็ม ปραภผลดังตาราง 26

ตาราง 26 ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้ผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว ตั้งแต่ร้อยละ 60 คะแนน ขึ้นไปของคะแนนเต็ม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม(คน)	ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	16	16	100

จากตาราง 26 แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

7. การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว มีคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ปรากฏผลดังตารางที่ 27

ตาราง 27 การทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว มีคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม (คน)	ค่าสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม	p-value
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	16	16	1	.00

จากตาราง 27 แสดงให้เห็นว่าจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว มีคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 (p-value < .01)

8.ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบวัด
ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ปรากฏผลดังตาราง 28

ตาราง 28 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนจากแบบวัดความ
พึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ข้อที่	ข้อความ	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยง เบนมาตร ฐาน(s)	ระดับ ความ พึงพอใจ
1	นักเรียนพึงพอใจที่ครูไม่ใช้วิธีสอนแบบบรรยายเนื้อหาให้แก่ นักเรียน	3.88	0.60	มาก
2	นักเรียนพึงพอใจที่ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาคำ ตอบด้วยตนเอง	4.00	0.79	มาก
3	นักเรียนพึงพอใจที่ครูแนะนำและจัดเตรียมเอกสาร ตำราสื่อ การเรียนรู้อื่นๆ ให้แก่นักเรียน	4.56	0.71	มากที่สุด
4	นักเรียนพึงพอใจบทบาทของครูในกิจกรรมการเรียนการสอน	4.38	0.60	มาก
5	นักเรียนชอบวิธีการเรียนที่เริ่มด้วยสถานการณ์ปัญหา ก่อน การเรียนรู้เนื้อหา	4.06	0.56	มาก
6	นักเรียนพึงพอใจกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้	3.81	0.63	มาก
7	นักเรียนชอบการวิเคราะห์ปัญหา และแสวงหาความรู้มาแก้ ปัญหา	4.25	0.75	มาก
8	นักเรียนพึงพอใจที่ได้กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนและวาง แผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.38	0.48	มาก
9	นักเรียนชอบการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และทำความเข้าใจ เนื้อหาด้วยตนเอง	4.50	0.62	มากที่สุด

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยง เบนมาตร ฐาน(s)	ระดับ ความ พึงพอใจ
10	นักเรียนชอบความมีอิสระในการเรียนรู้ และร่วมมือกับกลุ่ม ในการทำงานเพื่อแก้ปัญหา	4.75	0.44	มากที่สุด
11	นักเรียนชอบการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน ๆ	3.81	0.73	มาก
12	นักเรียนพึงพอใจต่อการรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง	4.38	0.60	มาก
13	นักเรียนชอบบรรยากาศในการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา เป็นฐาน	4.06	0.56	มาก
14	นักเรียนชอบการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงด้วยการปฏิบัติ งาน เรียนรู้ด้วยตนเองและกลุ่มเพื่อน	4.44	0.6.1	มาก
15	นักเรียนพึงพอใจวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองการ ประเมินผลโดยเพื่อนและครู	4.44	0.61	มาก
16	นักเรียนชอบการมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ของ ตนเองและเพื่อน	4.19	0.53	มาก
17	นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ลึกซึ้งมากขึ้น	4.13	0.33	มาก
18	นักเรียนพึงพอใจที่จะเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในโอกาส ต่อไป	3.38	0.60	มาก
19	นักเรียนพึงพอใจการเรียนรู้ด้วยตนเองและการทำงานเป็น กลุ่ม	4.50	0.62	มากที่สุด
20	นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในระดับใด	4.31	0.58	มาก
	รวมทั้งฉบับ	4.21	0.57	มาก

จากตาราง 28 พบว่าจากคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทั้งหมด 20 ข้อ มีคำถามจำนวน 4 ข้อที่นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมากที่สุดซึ่งได้แก่ ข้อที่1) นักเรียนพึงพอใจที่ครูไม่ใช้วิธีสอนแบบบรรยายเนื้อหาให้นักเรียน ข้อที่9) นักเรียนชอบการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และทำความเข้าใจเนื้อหาด้วยตนเอง ข้อที่10) นักเรียนชอบความมีอิสระในการเรียนรู้ และร่วมมือกับกลุ่มในการทำงานเพื่อแก้ปัญหา และ ข้อที่19) นักเรียนพึงพอใจการเรียนรู้ด้วยตนเองและการทำงานเป็นกลุ่ม ส่วนคำถามที่เหลืออีก 16 ข้อ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก โดยภาพรวมจากคำถามทั้งหมด 20 ข้อ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สังเขปความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สมมติฐานในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไปของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนศรีสุทิววิทยา อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา ที่ได้จากการอาสาสมัคร จำนวน 16 คน แบ่งเป็นกลุ่มแบบคณะความสามารถ กลุ่มละ 4 คน โดยพิจารณาจากระดับผลการเรียนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างนี้ไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวยและทรงกลมมาก่อน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังต่อไปนี้

2.1 บทเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวยและทรงกลม ที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้นโดยใช้แนวทางตามหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย

- 2.1.1 สาระการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องพื้นที่ผิว แบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม
- 2.1.2 ใบกิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย
- 2.1.2.1 รายชื่อสมาชิก
- 2.1.2.2 สถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้
- 2.1.2.3 ปัญหาที่เกิดจากการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้
- 2.1.2.4 กรอบแนวคิด ประกอบด้วย
- ข้อเท็จจริงจากปัญหา
 - ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม
 - วิธีการศึกษา / แหล่งข้อมูล
- 2.1.2.5 แนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา
- 2.1.2.6 สรุปผลการศึกษาปัญหา
- 2.1.3 ใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ เป็นโจทย์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิว ตามแนวทางโจทย์หรือปัญหาในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 2.2 คู่มือครู ประกอบด้วย
- 2.2.1 คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนการสอน
- 2.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย
- 2.2.2.1 สาระสำคัญ
- 2.2.2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 2.2.2.3 สาระการเรียนรู้
- 2.2.2.4 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้
- 2.2.2.5 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 2.2.2.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.2.3 เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับครู ประกอบด้วย

- 2.2.3.1 สารการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิว
- 2.2.3.2 คำตอบของปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้
- 2.2.3.3 คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้
- 2.2.3.4 คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้
- 2.2.3.5 คำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว

2.3. เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย

- 2.3.1 แบบประเมินผลตนเองของผู้เรียน
- 2.3.2 แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้
- 2.3.3 แบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้
- 2.3.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว
- 2.3.5 แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว

3.วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ก่อนปฏิบัติกิจกรรมการใช้ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ผู้วิจัยได้แนะนำวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยครอบคลุมความเป็นมา ความหมาย ลักษณะที่สำคัญ ขั้นตอนในการเรียนรู้ และบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3.2 ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาสอนหลังคาบเรียนปกติ ซึ่งหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย ใช้เวลา 7 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 21 ชั่วโมง แต่ละชั่วโมงของการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะดำเนินการตามตาราง 11 หน้า 60-63

3.3 ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะทำการวัดและประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มโดยบันทึกลงในแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังตาราง 9 หน้า 57 และมีเกณฑ์การให้คะแนนดังรายละเอียดในหน้า 53 -56 ในขณะที่เดียวกันนักเรียนจะทำการประเมินผลตนเองลงในแบบประเมินผลตนเองของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังตาราง 10 หน้า 58 และหลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ละ 5 ข้อ ใช้เวลาทำ 1 ชั่วโมง พร้อมทั้งตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นดังตาราง 8 หน้า 51

3.4 หลังจากจบการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพื้นที่ผิวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 12 ข้อ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง และให้นักเรียนทำแบบวัดความพึงพอใจ จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที

3.5. เมื่อดำเนินการทดลองเสร็จสิ้นครบตามที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยได้รวบรวมคะแนนทั้ง 4 ส่วน จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ คะแนนจากการทำแบบประเมินผลตนเองของนักเรียน ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คะแนนจากการทำแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คะแนนจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว มาหาค่าสถิติพื้นฐาน และทดสอบสมมติฐานของการวิจัย ที่ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไปของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ส่วนคะแนนที่ได้จากแบบวัดความพึงพอใจผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมทั้งแปลผลระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไปของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 ดังนั้นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับความพึงพอใจมาก

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนเรื่องพื้นที่ผิว ด้วยชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และมีระดับความพึงพอใจมากนั้น อาจเนื่องมาจาก

1. นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอาสาสมัครซึ่งมีความสนใจใฝ่เรียนคณิตศาสตร์ แม้ว่าจะเคยเรียนเรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลมแล้วในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน แต่ไม่มีเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิว ดังนั้นนักเรียนกลุ่มนี้จึงเห็นประโยชน์และต้องการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมให้ครบถ้วนสมบูรณ์เพื่อประโยชน์ต่อการศึกษาในระดับที่สูงขึ้นต่อไป อีกทั้งนักเรียนกลุ่มนี้ยังมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับค่อนข้างสูง ซึ่งดูได้จากผลการเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ได้เกรดเฉลี่ยตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไปทุกคน ทำให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างนี้มีความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวและกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นอกจากนี้นักเรียนยังให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี ถึงแม้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ไม่มีผลต่อระดับผลการเรียนปกติ แต่นักเรียนก็มีความตั้งใจและมุ่งมั่นค้นคว้าหาความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งมีความกระตือรือร้นในทุกๆ ขั้นตอนการเรียนรู้ ดังนั้นนักเรียนจึงสามารถเรียนรู้และเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับหลักการพื้นฐานของการศึกษาแบบมนุษยนิยม (อารี พันธมณี. 2544: 182; มนสภรณ์ วิฑูรเมธา. 2544: 59) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ใดๆ ถ้าผู้เรียนมีความรู้สึกรักอยากเรียน เต็มใจและพร้อมที่จะเรียนแล้ว จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและเข้าใจ

2. การจัดรูปแบบบทเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ซึ่งใช้เป็นส่วนหนึ่งของแหล่งการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้น มีความเหมาะสม น่าสนใจและสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เนื่องจาก

2.1 สาระการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องพื้นที่ผิวของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยสาระสำคัญและตัวอย่างโจทย์ที่ครอบคลุมสาระสำคัญและใกล้เคียงกับชีวิตประจำวัน ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้และนำไปสู่การค้นพบคำตอบของปัญหานั้น

2.2 ใบกิจกรรมประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้สองปัญหา โดยแต่ละปัญหามีความแตกต่างกันในด้านข้อมูลที่กำหนดให้ แต่มีแนวคิดในการแก้ปัญหาลักษณะคล้ายคลึงกันและมีความยากง่ายใกล้เคียงกัน การจัดให้มีปัญหาในลักษณะดังกล่าวช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ อยากรู้ อยากเห็นถึงประเด็นที่เหมือนและแตกต่างกันของทั้งสองปัญหา อันนำไปสู่การค้นคว้า การอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ การเรียนรู้เพื่อหาคำตอบของปัญหาและได้เห็นตัวอย่างปัญหาที่หลากหลายมากขึ้น ทำให้นักเรียนเห็นจุดหมายของการเรียนรู้ในแต่ละเรื่องได้ชัดเจนขึ้น

2.3 ใบงานประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยโจทย์หรือปัญหาที่ครอบคลุมสาระสำคัญของแต่ละสาระการเรียนรู้ ซึ่งเมื่อนักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองหลังจากนั้นได้ร่วมกับเพื่อนอภิปรายและหาคำตอบของแบบฝึกหัด ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน

ทั้งชั้นเรียน ในขณะที่ร่วมกันอภิปรายนักเรียนได้แสดงความคิดเห็น มีการผลัดเปลี่ยนกันออกไปแสดงวิธีการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน นักเรียนได้ซักถามและตอบโต้กันอย่างเป็นกันเอง ทำให้นักเรียนสนุกสนาน สร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดี นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวางและเกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น นอกจากนี้นักเรียนได้ทราบถึงการเรียนรู้และข้อบกพร่องของตนเอง พร้อมทั้งสามารถแก้ไขข้อบกพร่องของตนโดยไม่ขัดเขิน

ด้วยการจัดรูปแบบบทเรียนดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนเกิดความน่าสนใจที่จะเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการพื้นฐานของการศึกษาระบบมนุษยนิยมที่ทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ (มนสภรณ์ วิฑูรเมธา, 2544: 59) ที่กล่าวว่าผู้เรียนจะเรียนรู้ก็ต่อเมื่อบทเรียนที่ผู้เรียนสนใจและต้องการจะเรียนรู้

3. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ช่วยเสริมสร้างกระบวนการคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นให้กับนักเรียน ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ได้ดัดแปลงจากขั้นตอนการเรียนรู้ของเดลลิส (Delisle, 1997: 26-36) มี 7 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการนำเสนอปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการศึกษาปัญหา

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการนำเสนอผลงานหรือปฏิบัติตามทางเลือก

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสรุปผล

(รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดูได้จากขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในบทที่ 2 หน้า 27-28)

จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนจะพบว่า ในขั้นตอนที่ 1 ทำให้นักเรียนมีความตื่นตัว ให้ความสนใจ มีความอยากรู้อยากเห็นและพยายามทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจะได้ฝึกการคิดเชื่อมโยงปัญหาเข้ากับชีวิตประจำวันหรือประสบการณ์เดิม ขั้นตอนที่ 2 และ 3 ทำให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ปัญหาและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ได้ฝึกการให้เหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ปัญหาที่ได้พบ พร้อมทั้งได้ฝึกทักษะการวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเองที่สามารถนำไปใช้ได้กับการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 4 นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้และทำความเข้าใจกับเนื้อหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นการฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่นในกลุ่มและฝึกการทำงานเป็นทีม ได้ฝึกการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและการสื่อสารกับบุคคลอื่นด้วย ขั้นตอนที่ 5 นักเรียนเกิดทักษะ การคิดสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และจากการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่ศึกษามา และตัดสินใจได้ว่าเพียงพอที่จะแก้ปัญหานั้นหรือไม่ อย่างไร ทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ที่หามาได้กับวิธีการหาคำ

ตอบของปัญหา ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านการแก้ปัญหาอีกทางหนึ่ง ขั้นตอนที่ 6 นักเรียนเกิดทักษะการนำเสนอผลงานและผลการเรียนรู้จากการออกมารายงานผลงานของกลุ่ม พร้อมทั้งฝึกการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่มีแนวคิดไม่ตรงกันได้ ขั้นตอนที่ 7 ผลจากการร่วมกันอภิปรายและฟังรายงานของแต่ละกลุ่มทำให้นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาและเกิดความคิดรวบยอดพร้อมทั้ง นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาจากการฝึกทำแบบฝึกหัดในใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบของปัญหา ทำให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันกับผู้อื่น อีกทั้งขั้นตอนนี้ ผู้สอนจะสรุปผลการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มให้นักเรียนทราบ และนักเรียนได้สรุปผลการประเมินผลตนเองด้วย ทำให้นักเรียนทราบถึงการเรียนรู้ของตนเองและประเด็นที่ต้องปรับปรุงแก้ไขในการเรียนรู้ต่อไป

ขั้นตอนการเรียนรู้นี้ นักเรียนต้องเป็นผู้ที่ชี้นำตนเองในการเรียนรู้ คือจะเป็นผู้ที่กำหนดแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่วางไว้ และประเมินผลสิ่งที่ได้ศึกษาค้นคว้ามา นอกจากนี้ยังได้อาศัยกระบวนการกลุ่มเป็นตัวขับเคลื่อนการเรียนรู้ด้วย ดังนั้นนักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ รัสสรค์ ทองสุขนอก (2547: 84-85) ที่พบว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจเมื่อเรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ มาร์ตอน และซัลโจ (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544: 52; อ้างอิงจาก Marton; & Saljo. 1976: 115-127) ที่พบว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาความรู้และจดจำได้นานยิ่งขึ้น

4. ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดทักษะต่างๆได้ เพราะปัญหามีความยุ่งยากซับซ้อนและท้าทาย ซึ่งจะกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ อยากรู้ อยากเห็นและแสวงหาความรู้เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา อีกทั้งปัญหาต้องใช้ขั้นตอนหลายขั้นตอนในการหาคำตอบและมีแนวทางในการหาคำตอบที่ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะและความสามารถด้านการแก้ปัญหา ดังนั้นนักเรียนจึงเรียนรู้ได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ภาตวี เกตบุตรดา (2547: 96-98) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานยังทำให้นักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงความรู้และข้อมูลต่างๆเข้าด้วยกันเพื่อการแก้ปัญหาด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ยศววัฒน์ คล้ายมงคล (2545: 87-89) ที่พบว่าคะแนนเฉลี่ยสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ในส่วนทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนหลังเรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจากการประยุกต์แนวคิดการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

5. การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองในกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ทำให้ทราบถึงการเรียนรู้และปัญหาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้อง

กับผลการศึกษาของ รังสรรค์ ทองสุขนอก (2547: 85) ที่พบว่านักเรียนเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง นักเรียนได้ทราบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเองตลอดเวลา ทราบถึงปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นขณะเรียนรู้ และแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ทันเวลาด้วยตนเอง นอกจากนี้การเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองนักเรียนยังสามารถเรียนรู้ได้จากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย ไม่จำกัดเรื่องสถานที่และเวลา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของพวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ และ มาจิมดาร์ (2544: 77-90) ที่กล่าวว่า การดำเนินการเรียนรู้ของนักเรียนนั้นนอกจากจะให้เวลาและสถานที่ซึ่งครูจัดเตรียมไว้แล้วนักเรียนยังสามารถเลือกเวลาและสถานที่ในการเรียนรู้ได้เอง ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา

6. การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กในกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะด้านต่างๆ นักเรียนจึงเรียนรู้ได้ดี การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็กนี้จะมีสมาชิกกลุ่มๆละ 4 คน ทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคย กล้าที่จะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างสร้างสรรค์ ทำให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปด้วยดี ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น พัฒนาทักษะการสื่อสารและการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น อีกทั้งได้อภิปรายและร่วมกันหาข้อสรุปที่ดีที่สุดสำหรับกลุ่มตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ รังสรรค์ ทองสุขนอก (2547: 85) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้นักเรียนพัฒนาลักษณะนิสัยการเรียนรู้ด้วยตนเอง พัฒนาทักษะการแสดงออกและการยอมรับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น และทำให้เรียนรู้ได้ดี

7. ผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงตลอดระยะเวลาการทดลองทั้งในด้านความรู้และความสามารถที่นักเรียนแสดงออก ตามแนวทางการประเมินผลในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของ เดลลีส์ (delisle. 1997: 37-47) นั้น ทำให้นักเรียนทราบความก้าวหน้าและประเมินผลตนเองเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ประเมินผลการเรียนของนักเรียนจาก 4 ส่วนซึ่งคิดเป็นคะแนนเต็ม 100% หรือ 100 คะแนน โดยแบ่งเป็น คะแนนจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียนประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ รวมเป็น 10% ของคะแนนเต็มหรือ 10 คะแนน คะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ รวมเป็น 30%ของคะแนนเต็มหรือ 30 คะแนน คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้รวมเป็น 30% ของคะแนนเต็มหรือ 30 คะแนน และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิวรวมเป็น 30% ของคะแนนเต็มหรือ 30 คะแนน ซึ่งการประเมินผลจากการทดสอบย่อยและการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มของแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียน สามารถประเมินผลตนเองทั้งในด้านความรู้และความสามารถของตนเองอย่างแท้จริง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง

ตนเอง นอกจากนี้ยังทำให้ครูสามารถแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ของนักเรียนได้ทันเวลาและยังสร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียนด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของสุนันท์

แสงงามมงคล (2541: 33) ที่พบว่า การทดสอบย่อยในแต่ละคาบทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะพยายามทำความเข้าใจเนื้อหา นั้นมากยิ่งขึ้น

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการสอนเรื่องพื้นที่ผิว โดยใช้ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อศึกษา ผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ข้อสังเกตบางประการดังนี้

1. ปัญหาการใช้ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยพบว่าระยะแรกนักเรียนยังดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้ไม่ดีนัก แต่เวลาต่อมาเมื่อนักเรียนมีความคุ้นเคยและเข้าใจในขั้นตอนการเรียนรู้มากขึ้น นักเรียนก็สามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดีขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้เพราะนักเรียนยังไม่คุ้นเคยและยังไม่ค่อยเข้าใจในขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และที่สำคัญนักเรียนยังมีความเคยชินกับการเป็นผู้รับความรู้จากครูโดยตรง โดยครูจะเป็นผู้กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นส่วนใหญ่ ส่วนนักเรียนจะเป็นผู้ทำตามที่ครูบอกหรือได้รับมอบหมาย และความรู้ต่างๆนักเรียนจะได้รับก่อนการเผชิญกับปัญหา ซึ่งตรงข้ามกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่นักเรียนจะต้องทำหน้าที่ในการวางแผนการเรียนรู้และศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนจะได้รับความรู้หลังจากการดำเนินการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตามเมื่อประเมินจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ยังพบปัญหาอยู่บ้าง เช่น การระบุปัญหาย่อยซึ่งพบว่านักเรียนยังระบุปัญหาได้ไม่เหมาะสม และขั้นตอนการกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาพบว่านักเรียนยังไม่สามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับปัญหาย่อยที่ระบุไว้ได้หรือนักเรียนกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาได้แต่ยังไม่สมเหตุสมผล อีกทั้งยังไม่ใช้แนวทางในการแก้ปัญหา

2. ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้จะมีลักษณะยุ่งยาก ซับซ้อน ดังนั้นครูต้องเตรียมคำถามนำเพื่อใช้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเห็นแนวทางในการเรียนรู้ได้ แต่ต้องใช้อย่างระมัดระวัง จะใช้ก็ต่อเมื่อพบว่านักเรียนและกลุ่มได้พยายามด้วยตนเองแล้ว แต่ยังติดขัดหรือไม่เข้าใจและครูพิจารณาแล้วว่าควรจะแนะแนวทางโดยใช้คำถามนำ ซึ่งการใช้คำถามนำควรใช้เท่าที่จำเป็นและไม่เป็นการปิดกั้นความคิดของนักเรียน มิฉะนั้นนักเรียนจะคอยให้ครูถามนำก่อนเสมอ ทำให้นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้เท่าที่ควร

3. ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ปัญหาหน่วยการเรียนรู้สองปัญหา โดยแต่ละปัญหาจะมีความแตกต่างกันในด้านข้อมูลที่กำหนดให้ แต่มีแนวคิดในการแก้ปัญหาล้ายคลึงกัน และมีความยากง่ายใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบนี้ทำให้นักเรียนได้เห็นตัวอย่าง

ปัญหาที่หลากหลายมากขึ้น จากการที่แต่ละกลุ่มพยายามหาทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีการแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างกลุ่ม เกิดการร่วมกันอภิปรายถึงประเด็นที่แตกต่างและเหมือนกันของปัญหา มีการระดมความรู้ความคิดในการหาแนวทาง แล้วนำความรู้และแนวคิดนั้นกลับมาปรึกษาหารือเพื่อการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองอีกครั้ง ซึ่งในช่วงการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด ผู้วิจัยพบว่า มีนักเรียนบางคนไม่พยายามที่จะคิดหรือหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง แต่มีการพยายามที่จะลอกเลียนแบบการคิดของกลุ่มอื่นที่มีสถานการณ์ปัญหาเดียวกัน ดังนั้นในช่วงการทดลองจริงผู้วิจัยได้ทำการป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าวนี้ โดยการเน้นและชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการศึกษาค้นคว้าและการฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเองให้กับทั้งชั้นเรียนก่อนที่จะทำการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งพบว่าทุกกลุ่มได้พยายามศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และมีการอภิปรายร่วมกันกับกลุ่มอื่นในลักษณะเพื่อการระดมความรู้ความคิดในการแก้ปัญหา นำความรู้ที่ได้จากการอภิปรายกับกลุ่มอื่นมาอภิปรายในกลุ่มของตนเองเพื่อร่วมกันหาแนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองอีกครั้ง

4. เวลาที่ใช้ในการเรียนรู้จะต้องมีความเหมาะสมกับเนื้อหาและความยากง่าย ซับซ้อนของสถานการณ์ปัญหา โดยเฉพาะในขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าปัญหาซึ่งขั้นตอนนี้นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าหาความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา และขั้นตอนการสังเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาซึ่งขั้นตอนนี้ทั้งกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาจากความรู้และข้อมูลที่ได้ศึกษามา

5. นักเรียนที่ประสบผลสำเร็จในกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานคือนักเรียนที่มีความสนใจในการเรียน มีความเอาใจใส่ และมีความตื่นตัวในการแสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา ผู้วิจัยพบว่าอุปสรรคการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในช่วงแรกของการทดลองคือนักเรียนมีการคิดที่น้อยมากและไม่พยายามจะคิด นักเรียนยังเคยชินกับการเรียนรู้แบบเดิมๆที่รอรับความรู้และความช่วยเหลือจากครู นักเรียนจะเน้นการหาคำตอบของปัญหามากกว่าความรู้ที่จะได้รับ วิธีการแก้ปัญหานี้ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยการใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง และในการสรุปความรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ครูต้องให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปผลการแก้ปัญหา โดยมีครูคอยเพิ่มเติมในประเด็นที่ยังไม่ครอบคลุมหรือยังไม่เป็นไปตามแนวทางการเรียนรู้ เพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนได้คิดแล้วช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในการเรียนรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง

6. ลักษณะของกลุ่มที่จะประสบความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ผู้วิจัยพบว่า เป็นกลุ่มที่มีผู้นำที่มีความสามารถในการจัดการกลุ่มและรู้จักใช้กระบวนการกลุ่มได้อย่างดี ทั้งกลุ่มมีความคุ้นเคยกัน มีบรรยากาศการทำงานกลุ่มที่ดี สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน สมาชิกพยายามรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและร่วมหาแนวทางแก้ปัญหาร่วมกัน กลุ่มมีการประชุมเพื่อร่วมกันปรึกษาหารือกันอยู่ตลอดเวลาทั้งในและนอกเวลาเรียนอย่างต่อเนื่อง

7. ครูจะต้องเตรียมทรัพยากรทางการเรียนรู้ หรือแหล่งการเรียนรู้ให้มากที่สุด และควรมีความหมาย เชื่อมต่อการค้นคว้า การแสวงหาความรู้ของนักเรียน โดยครูวิเคราะห์จากปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ว่านักเรียนจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรการเรียนรู้อะไรบ้าง นอกจากนี้ครูต้องกำหนดบทบาทของตนเองให้ชัดเจน ระวังคำแนะนำของตนเองว่าต้องไม่เป็นการชี้แนะแนวทางมากเกินไปจนเป็นการสกัดกั้นการคิดของนักเรียน และเคยชินกับการถามครูหรือขอคำแนะนำจากครูตลอดเวลา

8. การประเมินผลการเรียนรู้นั้นครูและนักเรียนจะต้องทำอย่างต่อเนื่อง และเมื่อพบปัญหาที่ขัดขวางการเรียนรู้ของนักเรียน ครูจะต้องทำการแก้ไขปัญหานั้นทันที โดยถ้าหากปัญหานั้นเกิดขึ้นเฉพาะรายบุคคล ครูก็สามารถให้สมาชิกคนอื่นในกลุ่มช่วยแนะนำหรือแนะแนวทาง โดยมีครูเป็นผู้สังเกตการณ์ แต่ถ้าปัญหาที่พบนั้นเป็นของกลุ่ม ครูจะต้องให้คำแนะนำทันที เพื่อให้ นักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไปได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ยึดหลักว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด ซึ่งชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีพื้นฐานความคิดดังกล่าวเช่นเดียวกัน ดังนั้นชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจึงสามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ได้

1.2 ในการนำชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้หรือเป็นตัวอย่างในการจัดการเรียนรู้ ครูจะต้องศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากคำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนรู้การสอนก่อน เพื่อให้เข้าใจหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และต้องศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจเพื่อจะได้นำหลักการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนจริง นอกจากนี้ครูจะต้องให้ความสำคัญในเรื่องต่อไปนี้ด้วย

1.2.1 ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ปัญหาถือว่าเป็นองค์ประกอบหลัก ครูจะต้องให้ความสำคัญในการสร้างปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้ให้มาก กล่าวคือครูต้องสร้างปัญหาให้มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด หรือมีความยุ่งยากซับซ้อนเพียงพอที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ให้นักเรียนคิดได้อย่างหลากหลาย ครอบคลุมเนื้อหาให้ได้มากที่สุด นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสนใจและความรู้พื้นฐานของผู้เรียนด้วย ครูจะต้องเตรียมคำถามไว้กระตุ้นความคิดของนักเรียนสำหรับปัญหาแต่ละปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ด้วย

1.2.2 ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ครูอาจจะใช้ปัญหาที่มีลักษณะแตกต่างกันในด้านเนื้อหา เงื่อนไขและข้อกำหนด แต่มีแนวทางในการหาคำตอบที่คล้ายคลึงกันและความยากง่ายของปัญหาใกล้เคียงกัน เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย การที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะนี้ ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญกับการสร้างปัญหาที่ใช้เป็นฐานในลักษณะนี้เป็นอย่างยิ่ง ทุกปัญหาที่ใช้เป็นฐานจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ ความสามารถเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาครบอย่างถ้วน ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ที่ต้องการ และต้องส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหายิ่งขึ้นเมื่อนักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย

1.2.3 การจัดเวลาสำหรับการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะต้องจัดให้นักเรียนมีเวลาที่จะศึกษาค้นคว้า สังเคราะห์ข้อมูลความรู้ต่างๆ เพื่อการแก้ปัญหาอย่างเพียงพอ เหมาะสมกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้และความยากง่ายของสถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานด้วย

1.2.4 การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจะต้องประเมินผลทางด้านความรู้และความสามารถควบคู่กันไป เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลต้องไม่ใช่เพียงแค่แบบทดสอบอย่างเดียว ควรใช้การดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้มาเป็นเครื่องมือในการประเมินผลด้วย อีกทั้งควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ตนเองและทำการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้อื่นด้วย

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรนำชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองอีกครั้งกับกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อหาข้อสรุปที่แน่นอนยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ ทั้งในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

2.3 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

2.4 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับชั้นเรียนปกติ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. (2531). *เทคโนโลยีร่วมสมัย*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติ พัฒนาตระกูลสุข. (2545, พฤศจิกายน-ธันวาคม – 2546, มกราคม). การเรียนการสอน
คณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาของประเทศไทยล้มเหลวจริงหรือ. *วารสารคณิตศาสตร์*.
46(530-532): 54-58.
- กรมวิชาการ. (2544ก). *คู่มือจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การ
รับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- _____. (2544ข). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว. 2548.
- กรมสามัญศึกษา. (2543). *การวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: กรมสามัญศึกษา.
- จิราภรณ์ สุนทรา. (2541). *การสอนแบบปฏิบัติการในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*.
วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (คณิตศาสตร์). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
ถ่ายเอกสาร.
- เฉลิม วราวิทย์. (2531, มกราคม-มีนาคม). แนวคิดใหม่ในแพทยศาสตร์ศึกษา. *วารสารครุศาสตร์*:
16(3): ก-ฐ.
- ณัฐ จันแย้ม. (2529). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องปริมาตรและพื้นที่ผิว โดยใช้
บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนไชยฉิมพลี-
วิทยาคม กรุงเทพฯ ปีการศึกษา 2529*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม (ศึกษาศาสตร์-การสอน).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ทศนา แชมมณี. (2545). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*.
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภา หลิมรัตน์. (2540, กันยายน-ธันวาคม). PBL คืออะไร. *วารสารส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียน
การสอน*. 6(1): 12-14.
- นิรมล ศตวุฒิ. (2547, กันยายน-ธันวาคม). การจัดการเรียนรู้ที่เริ่มจากผู้เรียน (Self-Directed
Learning). *วารสารข้าราชการครู*. 1(7): 86-88.
- ประคอง กรวรรณสูตร. (2538). *สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์-
มหาวิทยาลัย.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ประสาน ศิลปะ. (2547). การสร้างชุดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้สื่อรูปธรรม. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ และ Majumdar, Basanti. (2544). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- มนสภรณ์ วิฑูรเมธา. (2544, มกราคม-มิถุนายน). การเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem Based Learning / PBL). วารสารรังสิตสารสนเทศ. 7(1): 57-68
- มัทธรา ธรรมบุศย์. (2545, กุมภาพันธ์). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning). วารสารวิชาการ. 5(2): 11-17.
- ยุรวุฒิ คล้ายมงคล. (2545). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- รังสรรค์ ทองสุขนอก. (2547). ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Problem-Based Learning) เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ราตรี เกตบุตตา. (2546). ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- รุ่งรัตน์ นาคคณาพร. (2544). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- วนิดา พรชัย. (2548). ผลการจัดการเรียนการสอนแบบซีปปา(CIPPA MODEL)เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมกล้าแสดงออกของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). การพัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2548ก). คู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2548ข). หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- สมศักดิ์ ภัคดี. (2536). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ระหว่างการเรียนแบบศูนย์การเรียนกับการเรียนแบบปกติ โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สุกัญญา ยี่กา. (2545). การสร้างชุดการเรียนการสอนเรื่องเรขาคณิตการแปลง สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนันท์ แสงงามมงคล. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องลอการิทึม โดยใช้ชุดการเรียนการสอนและกิจกรรมเรียนรู้ร่วมกันของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุมานิน รุ่งเรืองธรรม. (2526). กลวิธีการสอน. กรุงเทพฯ: รุ่งเรืองธรรม

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สุนีย์ คล้ายนิล. (2546ก, กรกฎาคม-สิงหาคม). คณิตศาสตร์ไทยไม่เข้มแข็ง: เพราะอะไร. วารสาร การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 31(125): 18-24.
- _____. (2546ข, กันยายน-ตุลาคม). คณิตศาสตร์ไทยไม่เข้มแข็ง: เพราะอะไร(ตอน 2). วารสาร การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 31(126): 3 – 12.
- _____. (2547, กรกฎาคม-สิงหาคม). คณิตศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้. วารสารการศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 32(131): 12-22.
- สังเวียน ปินะกาลัง. (2540). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ผิว และปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยรูปแบบการสอนแบบร่วมมือกัน เรียนรู้กับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟิค.
- เอนก จันทระจูญ. (2545). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการเรียนการสอน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อาภรณ์ แสงรัศมี. (2543). ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจต่อการเรียน การสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อารี พันธุ์มณี. (2546). จิตวิทยาสร้างสรรค์การเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ไยใหม่.
- Barell, John. (1998). *PBL an Inquiry Approach*. Illinois: Skylight Training and Publishing Inc.
- Barrows, Howard S. (1996). Problem-Based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview. In L. Wilkerson and W.H. Gijseleers (eds.), *Bringing Problem-Based Learning to Higher Educatio : Theory and Practice*, pp. 3 -12. San Francisco: Jossey – Bass.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Barrows, Howard S. and Tamblyn, Robyn M. (1980). *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. New York: Springer.
- Cadarelli, Sally M. (1973). *Individualized Instruction Programmed and Material*. New York: Englewood Cliffs.
- Clements, Douglas H., et al. (1999). *Math in My World*. New York: McGraw-Hill.
- Cruikshank, Douglas E. & Sheffield, Linda Jensen. (1992). *Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics*. 2nd ed. New York: Macmillan.
- Delisle, Robert. (1997). *How to use Problem-Based Learning in the Classroom*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Edens, Kellah M. (2000). Preparing Problem Solvers for the 21st Century through Problem-Based Learning. *College Teaching* 48(2): 55-60.
- Elshafei, Donna L. (1998). A Comparison of Problem-Based and Traditional Learning in Algebra II. *Dissertation Abstracts Online*. Retrieved June, 12 2003, from <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>.
- Gallagher, Shelagh A. (1997). Problem-Based Learning: Where did it come from, What does it do, and Where is it going?. *Journal for the Education of the Gifted*. 20(4): 332-62.
- Gijseleers, Wim H. (1996). Connecting Problem-Based Practices with Educational Theory. In Wilkerson, L and Gijseleers, Wim H (eds.), *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education. Theory and Practice*, pp. 13-21. San Francisco: Jossey-Bass.
- Grande, John Del, et al. (1995). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics Addenda Series, Grade k-6: Geometry and Spatial Sense*. 3rd ed. Reston, Virginia: NCTM Inc.
- Hmelo, C.E. and Evensen, D.H. (2000). Introduction Problem-Based Learning: Gaining Insights on Learning Interactions Through Multiple Methods of Inquiry. In D.H. Evensen and C.E. Hmelo (eds.), *Problem-Based Learning A Research Perspective on Learning Interactions*, pp. 1-16. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Illinois Mathematics and Science Academy. (2006). *Introduction to PBL*. Retrieved May, 22 2006, from <http://www.imsa.edu/team/cpbl/whatis/whatis/slide3.html>
- McCarthy, D.S. (2001). A teaching experiment using problem-based learning at the elementary level to develop decimal concepts. *Dissertation Abstracts Online*. Retrieved, June, 12 2003, from <http://thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp>
- Moise, Edwin E. (1974). *Elementary Geometry from an Advanced Standpoint*. 2nd ed. New York: Addison-Wesley.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2003). *Problem Solving for Tomorrow's World: First Measures of Cross-Curricular Competencies from PISA 2003*. OECD. France: Publications: 11-46.
- Tan, Oon-Seng. (2000). *Problem-Based Learning Innovation: Using Problem to Power Learning in the 21st Century*. Singapore: Thomson Learning.
- Thompson, J.E. (1946). *Mathematics for Self-Study. Geometry for the Practical Man*. Princeton, New Jersey: D.Van Nostrand.
- Torp, Linda & Sage, Sara. (1998). *Problem as Possibilities: Problem-based Learning for K-12*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Travers, kenneth J., Dalton, LeRoy C. & Layton, Katherine P. (1987). *Geometry*. River Forest, Illinois: Laidlaw Brothers.
- Vivas, David A. (1985, September). The Design and Evaluation of a Course in "Thinking Operation" for First Graders in Venezuela. *Dissertation Abstracts International*. 46(03): 603-A.
- White, Harold B. (1996). *Dan Tries Problem-Based Learning: A Case Study*, Retrieved, June, 12 2003, from <http://www.udel.edu./pbl/dancase3.html>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พื้นที่ผิวของกรวย และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม
- ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่องพื้นที่ผิว

ตาราง 29 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.42	0.83
2	0.75	0.50
3	0.58	0.83
4	0.67	0.67
5	0.75	0.50

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด คำนวณ
โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.89

ตาราง 30 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.58	0.83
2	0.42	0.83
3	0.42	0.83
4	0.58	0.83
5	0.58	0.83

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย คำนวณโดยใช้
วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.96

ตาราง 31 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.58	0.83
2	0.58	0.83
3	0.58	0.83
4	0.58	0.50
5	0.58	0.83

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม คำนวณ
โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.86

ตาราง 32 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.50	0.67
2	0.63	0.75
3	0.63	0.75
4	0.50	0.67
5	0.38	0.75
6	0.58	0.50
7	0.38	0.75
8	0.50	0.50
9	0.38	0.75
10	0.50	0.67
11	0.63	0.75
12	0.38	0.75

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องพื้นที่ผิว คำนวณโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.94

ภาคผนวก ข

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

- คะแนนจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียน ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ พื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม
- คะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ พื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม
- คะแนนจากแบบทดสอบย่อย ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ พื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม
- คะแนนผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิวของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 33 คะแนนของนักเรียนจากแบบประเมินผลตนเอง ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม

นักเรียน คนที่	แบบประเมินผลตนเอง ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (คะแนนเต็มหน่วยการเรียนรู้ละ 3.33 คะแนน)			คะแนนเต็ม 9.99 คะแนน	ปรับคะแนน เต็ม 9.99 คะแนนเป็น คะแนนเต็ม 10 คะแนน
	หน่วยการ เรียนที่ 1	หน่วยการ เรียนที่ 2	หน่วยการ เรียนที่ 3		
1	2.64	2.64	3.05	8.33	8.33
2	2.64	2.91	2.78	8.33	8.33
3	2.78	2.64	2.91	8.33	8.33
4	2.64	2.50	2.78	7.91	7.92
5	2.91	2.78	2.91	8.60	8.61
6	2.78	2.91	3.05	8.74	8.75
7	3.05	2.22	2.91	8.19	8.19
8	2.64	2.91	2.91	8.46	8.47
9	2.78	2.91	2.91	8.60	8.61
10	3.05	2.78	2.91	8.74	8.75
11	2.64	2.64	2.78	8.05	8.06
12	2.91	2.78	2.78	8.46	8.47
13	2.78	2.91	3.05	8.74	8.75
14	2.78	2.91	3.05	8.74	8.75
15	3.05	3.05	2.91	9.02	9.03
16	2.78	2.78	2.78	8.33	8.33

ตาราง 34 คะแนนของนักเรียนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 รายกลุ่ม ประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของ
 พีระมิด หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของ
 ทรงกลม

นักเรียน คนที่	แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (คะแนนเต็มหน่วยการเรียนรู้ละ 10 คะแนน)			คะแนน เต็ม 30 คะแนน
	หน่วยการ เรียนรู้ที่ 1	หน่วยการ เรียนรู้ที่ 2	หน่วยการ เรียนรู้ที่ 3	
1	2.86	6.19	6.19	15.24
2	2.86	6.19	6.19	15.24
3	2.86	6.19	6.19	15.24
4	2.86	6.19	6.19	15.24
5	5.24	6.67	6.67	18.57
6	5.24	6.67	6.67	18.57
7	5.24	6.67	6.67	18.57
8	5.24	6.67	6.67	18.57
9	4.76	5.24	6.67	16.67
10	4.76	5.24	6.67	16.67
11	4.76	5.24	6.67	16.67
12	4.76	5.24	6.67	16.67
13	4.29	6.67	6.67	17.62
14	4.29	6.67	6.67	17.62
15	4.29	6.67	6.67	17.62
16	4.29	6.67	6.67	17.62

ตาราง 35 คะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบย่อย ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้
คือหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย และ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม

นักเรียน คนที่	แบบประเมินทดสอบย่อย ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (คะแนนเต็มหน่วยการเรียนรู้ละ 10 คะแนน)			คะแนน เต็ม 30 คะแนน
	หน่วยการ เรียนที่ 1	หน่วยการ เรียนที่ 2	หน่วยการ เรียนที่ 3	
1	6.00	8.50	7.50	22.00
2	7.00	8.50	8.00	23.50
3	7.50	9.00	8.00	24.50
4	6.50	8.50	8.50	23.50
5	8.00	9.00	9.50	26.50
6	8.00	8.50	8.50	25.00
7	8.00	8.50	7.00	23.50
8	6.50	9.00	9.50	25.00
9	9.00	8.50	8.00	25.50
10	6.50	8.00	6.50	21.00
11	8.50	8.50	8.00	25.00
12	7.50	8.50	7.50	23.50
13	7.50	8.00	8.50	24.00
14	9.00	8.00	9.00	26.00
15	7.50	9.00	9.50	26.00
16	6.50	8.50	9.50	24.50

ตาราง 36 คะแนนของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พื้นที่ผิว

นักเรียน คนที่	คะแนน เต็ม 30 คะแนน
1	24.38
2	22.50
3	20.00
4	16.88
5	24.38
6	24.38
7	20.00
8	23.13
9	18.13
10	24.38
11	18.75
12	22.50
13	18.13
14	23.75
15	21.25
16	19.38

ตาราง 37 คะแนนผลการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิวของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

นักเรียน คนที่	ผลการเรียนรู้				คะแนน รวม 100 คะแนน
	คะแนนจากแบบ ประเมินผลตนเอง ของนักเรียนประจำ หน่วย การเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วย การเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)	คะแนนจากแบบ ประเมินผลกิจ กรรมการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็น ฐาน ประจำหน่วย การเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	คะแนนจาก แบบทดสอบ ย่อยประจำ หน่วยการเรียนรู้ ทั้ง 3 หน่วย การเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	คะแนนจาก แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	
1	8.33	15.24	22.00	24.38	69.94
2	8.33	15.24	23.50	22.50	69.57
3	8.33	15.24	24.50	20.00	68.07
4	7.92	15.24	23.50	16.88	63.53
5	8.61	18.57	26.50	24.38	78.06
6	8.75	18.57	25.00	24.38	76.70
7	8.19	18.57	23.50	20.00	70.26
8	8.47	18.57	25.00	23.13	75.17
9	8.61	16.67	25.50	18.13	68.90
10	8.75	16.67	21.00	24.38	70.79
11	8.06	16.67	25.00	18.75	68.48
12	8.47	16.67	23.50	22.50	71.14
13	8.75	17.62	24.00	18.13	68.49
14	8.75	17.62	26.00	23.75	76.12
15	9.03	17.62	26.00	21.25	73.90
16	8.33	17.62	24.50	19.38	69.82

ภาคผนวก ค

ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้น เนื้อหาส่วนหนึ่งผู้วิจัยได้นำมาจากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้รับความรู้ทางด้านสาระการเรียนรู้ครบตามหลักสูตรเช่นเดียวกับนักเรียนคนอื่นๆ ที่เรียนเรื่องนี้ในหนังสือสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับตัวอย่างต่าง ๆ นั้นผู้วิจัยได้จัดลำดับความง่ายยากให้สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้เพิ่มเติมส่วนสรุปเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ของแต่ละหน่วยไว้ท้ายหน่วยการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ที่สมบูรณ์และถูกต้อง

ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิว ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

ประกอบด้วย

1. บทเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ ใบกิจกรรมและใบงานเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวยและทรงกลม

1.1 สาระการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องพื้นที่ผิว แบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม

1.2 ใบกิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1.2.1 รายชื่อสมาชิก

1.2.2 สถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้

1.2.3 ปัญหาที่เกิดจากการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้

1.2.4 กรอบแนวคิด ประกอบด้วย

- ข้อเท็จจริงจากปัญหา

- ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม

- วิธีการศึกษา / แหล่งข้อมูล

1.2.5 แนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

1.2.6 สรุปผลการศึกษาปัญหา

1.3 ใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้

2 คู่มือครู ประกอบด้วย

2.1 คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

2.2.1 สาระสำคัญ

2.2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.3 สาระการเรียนรู้

2.2.4 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

2.2.5 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.2.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.3 เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับครู ประกอบด้วย

2.3.1 สารการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิว

2.3.2 คำตอบของปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้

2.3.3 คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้

2.3.4 คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้

2.3.5 คำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว

หมายเหตุ ในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอเพียงบทเรียนและคู่มือครูเรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด เพื่อเป็นตัวอย่าง ส่วนปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ในใบกิจกรรมประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้และเฉลยคำตอบนั้น ผู้วิจัยได้เสนอไว้ครบทุกหน่วยการเรียนรู้ หากมีผู้ใดสนใจสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิวส่วนที่เหลืออีก 2 หน่วยการเรียนรู้ สามารถติดต่อกับผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาพร ศรีบุรินทร์ หรือผู้วิจัยโดยตรง

บทเรียนเรื่องพื้นที่ผิว

- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด
- ใบกิจกรรมประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้
- ใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

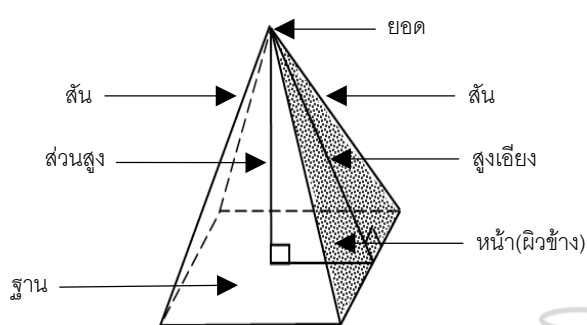


หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

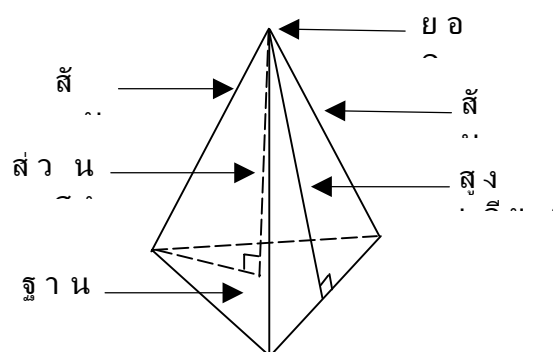


พีระมิด เป็นทรงสามมิติที่มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใดๆ มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐานและหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกัน การเรียกชื่อพีระมิดจะเรียกตามลักษณะของฐาน พีระมิดที่มีสันยาวเท่ากันทุกเส้นเรียกว่าพีระมิดตรง พีระมิดแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือพีระมิดตรง และพีระมิดเอียง ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะพีระมิดตรง

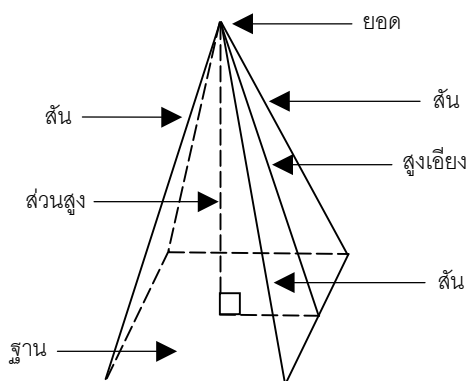
การเรียกชื่อ พีระมิด เรียกตามลักษณะของฐาน เช่นฐานเป็นรูปสามเหลี่ยม เรียกว่าพีระมิดสามเหลี่ยม เป็นต้น และเรียกส่วนประกอบต่างๆ ของพีระมิด ดังรูป



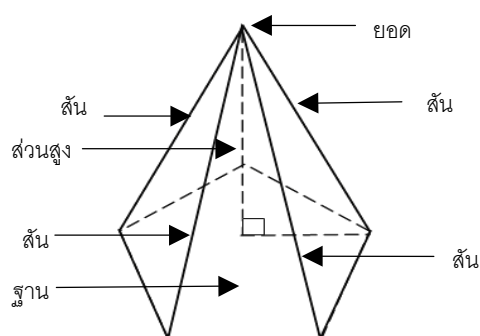
พีระมิดตรง



พีระมิดสามเหลี่ยม



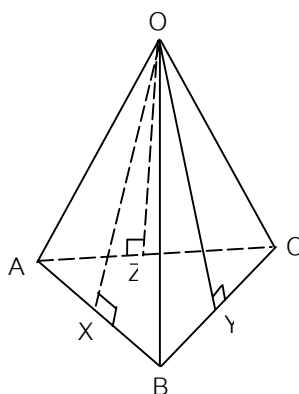
พีระมิดสี่เหลี่ยม



พีระมิดห้าเหลี่ยม

ส่วนสูงเอียง

ให้นักเรียนพิจารณาพีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่าดังรูป

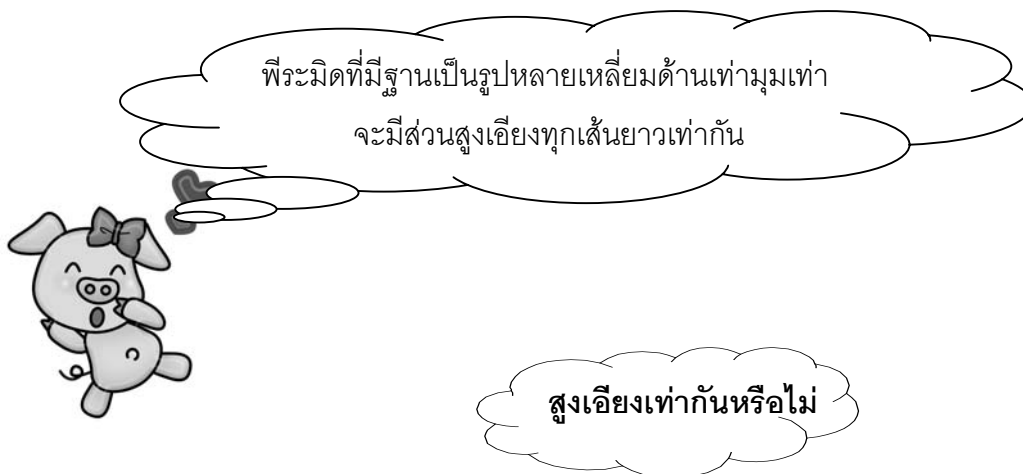


กำหนดให้ $\overline{OA}$, $\overline{OB}$ และ $\overline{OC}$ เป็นเส้นของพีระมิด

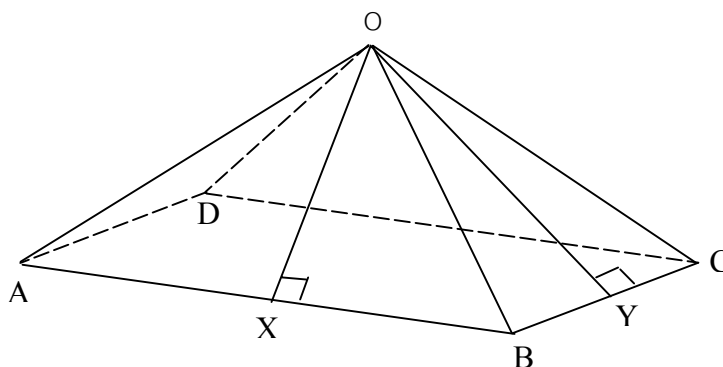
รูป $\triangle OAB$, $\triangle OBC$ และ $\triangle OAC$ เป็นหน้าของพีระมิด

$\overline{OX}$, $\overline{OY}$ และ $\overline{OZ}$ เป็นส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปตามลำดับ

1. $OA=OB=OC$ เพราะเป็นความยาวของเส้นพีระมิดตรง
2. $AB=BC=CA$ เพราะเป็นความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า
3. รูป $\triangle OAB$, รูป $\triangle OBC$ และรูป $\triangle OAC$ เท่ากันทุกประการ เพราะรูปสามเหลี่ยมแต่ละคู่มีความยาวของด้านเท่ากันสามคู่ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์แบบ ด.ด.ด.
4. หน้าทุกหน้าของพีระมิดมีพื้นที่เท่ากัน เพราะรูปสามเหลี่ยมที่เป็นหน้าทั้งสามหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ
5. $OX=OY=OZ$ เพราะเป็นความสูงของรูปสามเหลี่ยมที่มีพื้นที่เท่ากันและมีฐานยาวเท่ากัน
6. ส่วนสูงเอียงของพีระมิดที่มีฐานเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า แต่ละเส้นจะยาวเท่ากัน
7. พีระมิดที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า จะมีสูงเอียงทุกเส้นยาวเท่ากัน



นักเรียนพิจารณาส่วนสูงเอียงของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังรูป ต่อไปนี้



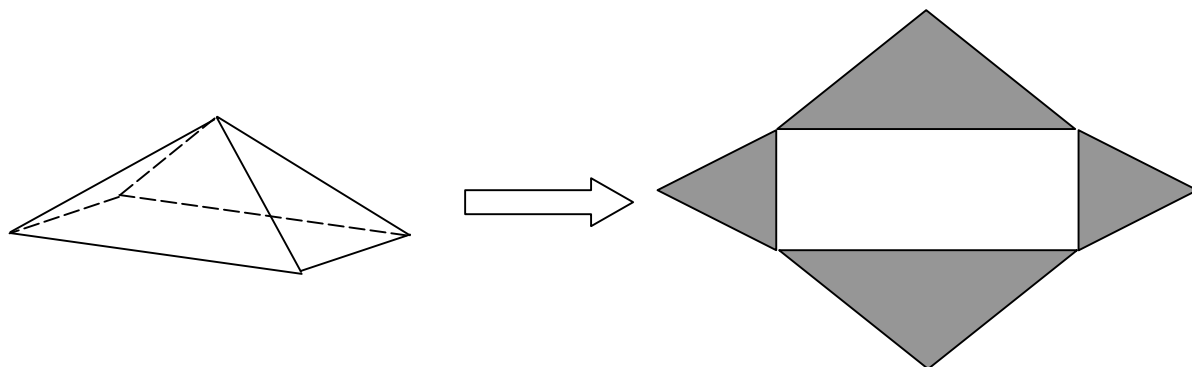
กำหนดให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามี $\overline{AB}$ ยาวกว่า $\overline{BC}$, $\overline{OX}$ และ $\overline{OY}$ ตั้งฉากกับ $\overline{AB}$ และ $\overline{BC}$ ที่จุด X และจุด Y ตามลำดับ

1. $OA=OB=OC=OD$ เพราะเป็นความยาวของเส้นของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า
2. $AX=BX$ และ $BY=CY$ เท่ากัน เพราะ $\overline{OX}$ และ $\overline{OY}$ เป็นส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งจะแบ่งครึ่งฐาน
3. $\overline{BX}$ ยาวกว่า $\overline{BY}$ เพราะ $\overline{AB}$ ยาวกว่า $\overline{BC}$
4. $OX^2 + BX^2 = OY^2 + BY^2$ เพราะ ต่างก็เท่ากับ OB^2 โดยทฤษฎีบทพีทาโกรัส
5. $\overline{OX}$ สั้นกว่า $\overline{OY}$ เพราะ $\overline{BX}$ ยาวกว่า $\overline{BY}$
6. ส่วนสูงเอียงของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาวไม่เท่ากัน เพราะ $\overline{OX}$ สั้นกว่า $\overline{OY}$



นักเรียนพิจารณาปัญหาต่อไปนี้

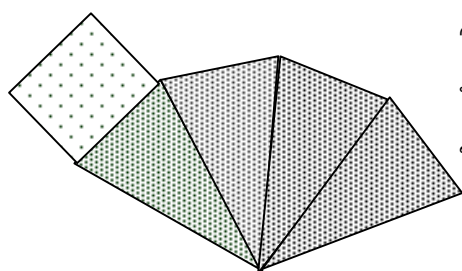
ปราโมทย์รับจ้างทาสีหลังคาด้านนอกของศาลาพักผ่อน ถ้าปราโมทย์จะประมาณพื้นที่ที่ต้องทาสีทั้งหมด เขาจะต้องคำนวณหาสิ่งใดบ้าง เมื่อกำหนดหลังคา มีลักษณะดังรูป



จากรูปจะเห็นว่าหลังคามีลักษณะเป็นพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมมุมฉาก เมื่อพิจารณาส່วนหลังคาที่ต้องทาสีจะเป็นส่วนที่แรเงาดังรูป

พื้นที่ของส่วนที่แรเงาทั้งหมดคือ **พื้นที่ผิวข้าง** ของพีระมิด และถ้านำพื้นที่ของส่วนใต้หลังคาซึ่งเป็นฐานของพีระมิดมารวมด้วยจะเรียกพื้นที่ทั้งหมดว่า **พื้นที่ผิว** ของพีระมิด

ตัวอย่าง



จากรูป พื้นที่ส่วนที่แรเงาสีเข้มทั้งหมด คือ พื้นที่ผิวข้างของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส พื้นที่ส่วนที่แรเงาสีจาง คือ พื้นที่ฐานของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส

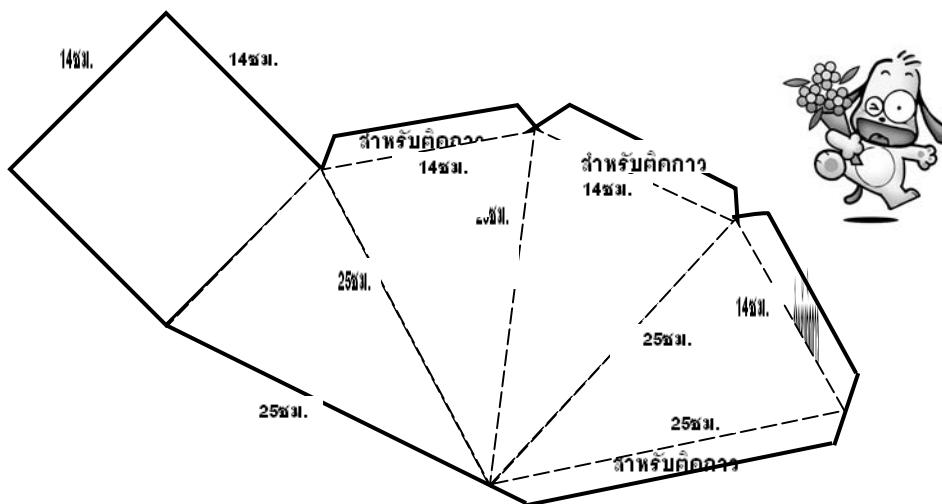
พื้นที่ของส่วนที่แรเงาที่บวกกับพื้นที่ของส่วนที่แรเงาสีจาง เท่ากับ พื้นที่ผิวของพีระมิด
หรือ พื้นที่ผิวข้างของพีระมิดรวมกับพื้นที่ฐานของพีระมิด เท่ากับ พื้นที่ผิวของพีระมิด

พื้นที่ผิวของพีระมิดเท่ากับผลบวกของพื้นที่ผิวข้างของพีระมิดกับพื้นที่ฐานของพีระมิด

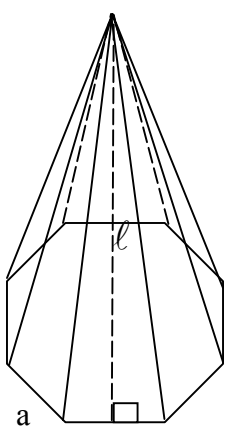


พื้นที่ผิวเป็นเท่าใด

จากรูปที่กำหนดให้ข้างล่างนี้ถ้าพับตามแนวเส้นประให้ได้พีระมิด แล้วจะพบว่า



1. พีระมิดที่ได้มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
2. พื้นที่ฐานของพีระมิดเท่ากับ 196 ตารางเซนติเมตร
3. นักเรียนสามารถคำนวณหาความสูงของรูปสามเหลี่ยมที่เป็นหน้าด้านข้างของพีระมิดได้ โดยนำความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาใช้ในการคำนวณ และคำนวณได้ 24 เซนติเมตร
4. ความสูงของรูปสามเหลี่ยมที่หาได้เป็นความยาวของส่วนสูงเฉียง
5. พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด 672 ตารางเซนติเมตร
6. พีระมิดนี้มีพื้นที่ผิว 868 ตารางเซนติเมตร



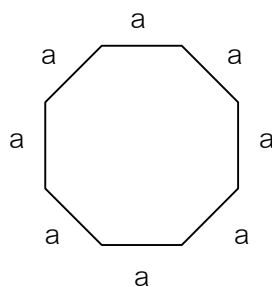
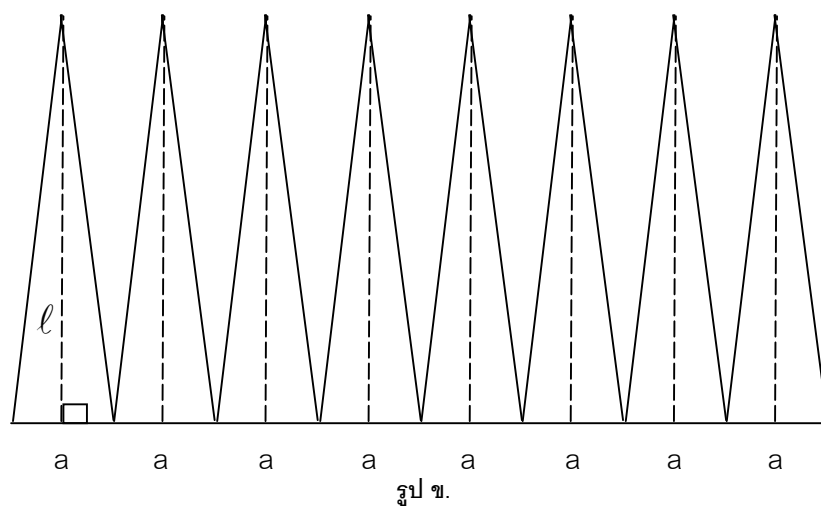
รูป ก.

พื้นที่ผิวข้างหาได้อย่างไร



ให้นักเรียนพิจารณาการหาพื้นที่ผิวข้างของพีระมิด ที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า มีส่วนสูงเฉียงยาวเท่ากันทุกเส้น ดังรูป ก กำหนด เป็นพีระมิดฐานแปดเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า มีฐานยาวด้านละ a หน่วย และส่วนสูงเฉียง ยาว l

จากพีระมิดที่กำหนดให้ จะเห็นว่าพื้นที่ผิวของพีระมิดมี 2 ส่วน คือ พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมทั้งหมดดังรูป ข. เป็นพื้นที่ผิวข้าง และพื้นที่ของรูปแปดเหลี่ยมดังรูป ค เป็นพื้นที่ฐาน



1. รูปสามเหลี่ยมในรูป ข มี 8 รูป แต่ละรูปมีพื้นที่ $\frac{1}{2} al$ ตารางหน่วย
2. พื้นที่ผิวข้างของพีระมิดรูป ก เป็น $8 \times \frac{1}{2} al = \frac{1}{2} \times 8a \times l$ ตารางหน่วย
3. ถ้าให้ p แทนความยาวรอบรูปของฐานของแปดเหลี่ยมด้านเท่ารูป ค นั่นคือ $p=8a$
4. พื้นที่ผิวข้างของพีระมิดรูป ก เป็น $\frac{1}{2} pl$ ตารางหน่วย

พื้นที่ผิวข้างของพีระมิดที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า

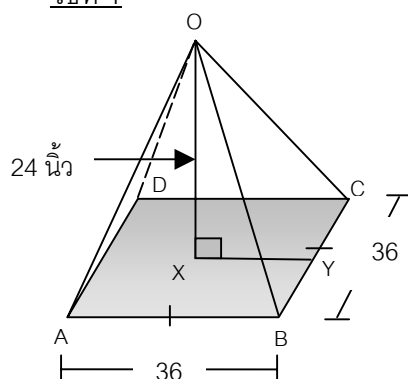
มุมเท่า เท่ากับ $\frac{1}{2} \times$ ความยาวรอบรูปของฐาน $\times$ สูงเอียง



ตัวอย่าง 1 จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของพีระมิด ซึ่งสูง 24 นิ้ว และฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 36 นิ้ว

วิธีทำ

วิธีที่ 1



การหาพื้นที่ผิวข้าง

พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด 1 ด้าน

$$= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูงเอียง}$$

$$= \frac{1}{2} \times 36 \times 30$$

$$= 540 \text{ ตารางนิ้ว}$$

พื้นที่ผิวข้างทุกด้าน = 540×4

$$= 2,160 \text{ ตารางนิ้ว}$$

พื้นที่ฐานของพีระมิด = 36×36

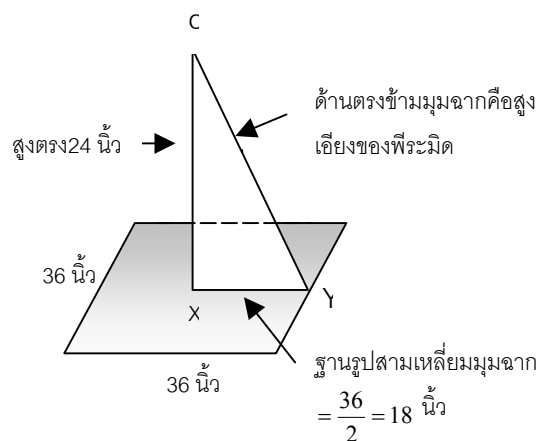
$$= 1,296 \text{ ตารางนิ้ว}$$

$\therefore$ พื้นที่ผิวทั้งหมด = $2,160 + 1,296$

$$\text{ตอบ} = 3,456 \text{ ตารางนิ้ว}$$

การหา

ความสูง



ความสูงเอียงของพีระมิด หาได้ดังนี้

$$(OY)^2 = (OX)^2 + (XY)^2$$

$$= 24^2 + 18^2$$

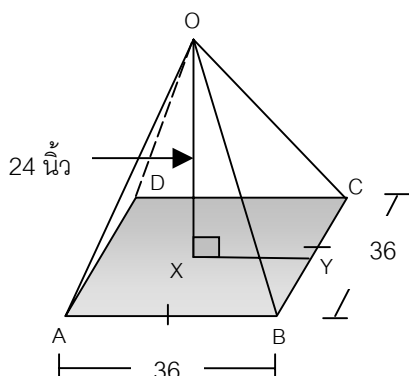
$$(OY)^2 = 900$$

$$(OY) = 30$$

ตอบ สูงเอียงของพีระมิด = 30 นิ้ว



วิธีที่ 2



กำหนดให้  ABCD เป็นฐานของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยม

จัตุรัส ฐานมีด้านยาวด้านละ 14 เซนติเมตร

O เป็นจุดยอดของพีระมิด

$\overline{OY}$ เป็นส่วนสูงเอียง

ดังรูป จาก $\triangle OXY$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

มี $OX = 24$ เซนติเมตร และ $XY = \frac{14}{2} = 7$

เซนติเมตร โดยทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จะได้ $OY^2 = OX^2 + XY^2$

$$= 24^2 + 7^2$$

$$= 625$$

ดังนั้น $OY = 25$ เซนติเมตร

เนื่องจาก พื้นที่ผิวข้างของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส

$$= \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบรูปของฐาน} \times \text{สูงเอียง}$$

$$\text{พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด} = \frac{1}{2} \times (4 \times 14) \times 25$$

$$= 700 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

$$\text{พื้นที่ฐานของพีระมิด} = 14 \times 14$$

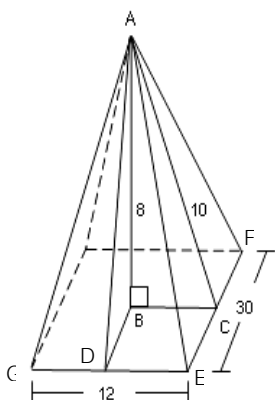
$$= 196 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

ดังนั้น พื้นที่ผิวของพีระมิดเท่ากับ $700 + 196 = 896$ ตารางเซนติเมตร

ตอบ พื้นที่ผิวของพีระมิดเท่ากับ 896 ตารางเซนติเมตร



ตัวอย่าง 2 พีระมิดฐานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งมีฐาน กว้าง 12 นิ้ว ยาว 30 นิ้ว สูง 8 นิ้ว จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิดนี้



วิธีทำ หาพื้นที่ผิวข้าง

เนื่องจากพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า จะมีความสูงเอียงด้านกว้าง และ ความสูงเอียงด้านยาวไม่เท่ากัน จึงต้องหาความสูงเอียงด้านยาว และ ด้านกว้างก่อน

หาความสูงเอียงด้านยาว

$$(AC)^2 = (AB)^2 + (BC)^2$$

$$= 8^2 + \left(\frac{12}{2}\right)^2$$

$$= 8^2 + 6^2$$

$$= 64 + 36$$

$$= 100$$

$$(AC) = 10$$

∴ ความสูงเอียงของด้านยาว = 10 นิ้ว

ดังนั้นพื้นที่ผิวข้างของด้าน ยาว $2 \times [\text{พื้นที่รูปสามเหลี่ยม ADE}]$

$$= 2 \times \left[\frac{1}{2} \times 30 \times 10 \right]$$

$$= 300 \text{ ตารางนิ้ว}$$

หาความสูงเอียงของด้านกว้าง ดังนี้

$$(AD)^2 = (AB)^2 + (BD)^2$$

$$= 8^2 + \left(\frac{30}{2}\right)^2$$

$$= 8^2 + 15^2$$

$$= 64 + 225$$

$$= 289$$

$$(AD) = 17$$

∴ ความสูงเอียงของด้านกว้าง = 17 นิ้ว

ดังนั้นพื้นที่ผิวข้างของด้านกว้าง $= 2 \times [\text{พื้นที่รูปสามเหลี่ยม AGE}]$

$$= 2 \times \left[\frac{1}{2} \times 12 \times 17 \right]$$

$$= 12 \times 17$$

$$= 12 \times 17$$

$$= 204 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

∴ พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด = $300 + 204$

$$= 504 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

∴ พื้นฐานของพีระมิด = 12×30

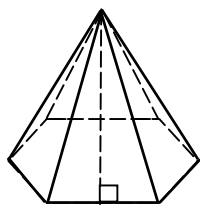
$$= 360 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$



$$\begin{aligned}
 \therefore \text{พื้นที่ผิวข้างทั้งหมดของพีระมิด} &= \text{พื้นที่ผิวข้าง} + \text{พื้นที่ฐาน} \\
 &= 504 + 360 \\
 &= 864 \text{ ตารางเซนติเมตร}
 \end{aligned}$$

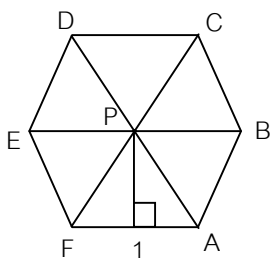
ตอบ พื้นที่ผิวทั้งหมดของพีระมิด = 864 ตารางเซนติเมตร

ตัวอย่าง 3 พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่มีฐานยาวด้านละ 10 เซนติเมตร ส่วนสูงเอียงยาว 12 เซนติเมตร เมื่อกำหนดให้ $\sqrt{3} \approx 1.732$ จงหา



1. พื้นที่ฐานของพีระมิด
2. พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด
3. พื้นที่ผิวของพีระมิด

วิธีทำ



1) กำหนดให้ รูปหกเหลี่ยม ABCDEF เป็นฐานของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่แต่ละด้านยาว 10 เซนติเมตร ดังรูป
หาส่วนสูงของสามเหลี่ยมแต่ละรูปดังนี้

$\therefore$ จากรูป $\triangle PAF$ จะได้ $PA = 10$ เซนติเมตร

$$GA = \frac{10}{2} = 5 \text{ เซนติเมตร}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore PG^2 &= PA^2 - GA^2 \\
 &= 10^2 - 5^2
 \end{aligned}$$

$$PG^2 = 75$$

$$PG = \sqrt{75} = 5\sqrt{3}$$

$\therefore$ พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม APE

$$= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

$$= \frac{1}{2} \times 5 \times 5\sqrt{3}$$

$$= 25\sqrt{3}$$

ดังนั้น พื้นที่ของ $\triangle APE = 25\sqrt{3}$ ตารางเซนติเมตร

ดังนั้น พื้นที่ฐานของพีระมิด

$$= 6 \times 25\sqrt{3} \approx 6 \times 25 \times 1.732 \approx 259.8 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$



2) พื้นที่ผิวข้างของพีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

$$= \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบรูปของฐาน} \times \text{สูงเอียง}$$

$$\therefore \text{พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด} = \frac{1}{2} \times (6 \times 10) \times 12$$

$$= 360 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

3) พื้นที่ผิวของพีระมิด = พื้นที่ผิวข้าง + พื้นที่ฐาน

$$\text{จะได้ พื้นที่ผิวของพีระมิด} \approx 360 + 259.8$$

$$= 619.8 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$



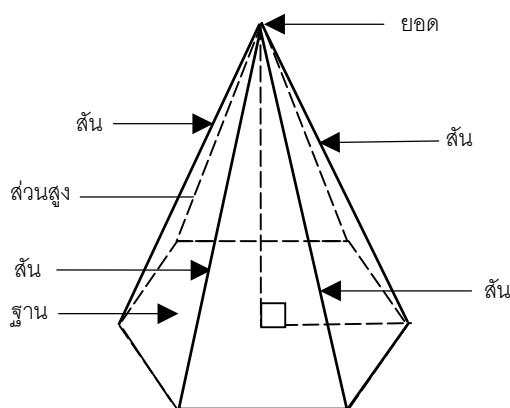
ตอบ

{ พื้นที่ฐานของพีระมิดประมาณ 256.8 ตารางเซนติเมตร
พื้นที่ผิวข้างของพีระมิดเป็น 360 ตารางเซนติเมตร
พื้นที่ผิวของพีระมิดประมาณ 619.8 ตารางเซนติเมตร

สรุปสาระการเรียนรู้

พีระมิดตรง

การเรียกชื่อพีระมิด เรียกตามลักษณะของฐาน เช่น พีระมิดหกเหลี่ยม จะมีฐานเป็นรูปหกเหลี่ยม และเรียกส่วนประกอบต่างๆ ของพีระมิดดังรูป



พีระมิดหกเหลี่ยม



พื้นที่ผิวของพีระมิด

$$\text{พื้นที่ผิวข้าง 1 ด้าน} = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูงเอียง}$$

$$\text{พื้นที่ผิวทั้งหมด} = \text{พื้นที่ฐาน} + \text{พื้นที่ผิวข้างทุกด้าน}$$

ในกรณีที่ เป็นพีระมิดตรงและมีฐานเป็นรูปเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

$$\text{พื้นที่ผิวข้างทุกด้าน} = \frac{1}{2} \times \text{ความยาวเส้นรอบฐาน} \times \text{สูงเอียง}$$

ใบกิจกรรมที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง พื้นที่ผิวของพีระมิด

ชื่อ.....

สมาชิกกลุ่มของกลุ่มที่

1.....

2.....

3.....

4.....

สถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้

1. เรื่อง โล่รางวัล (1)

โรงเรียนศรีสุทิววิทยาได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพจัดงานวันภาษาไทย พร้อมทั้งได้รับมอบหมายให้เตรียมโล่รางวัล ซึ่งแบ่งออกเป็นโล่รางวัลชนะเลิศจำนวน 52 รางวัล และโล่รางวัลชนะเลิศรวมสำหรับโรงเรียนที่ได้รับรางวัลชนะเลิศมากที่สุดอีก 1 รางวัล ลักษณะของโล่รางวัลชนะเลิศเป็นรูปจำลองศิลาจารึก โดยส่วนตัวศิลาจารึกมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 3 นิ้ว มีส่วนสูงเป็น 4.2 นิ้ว และส่วนปลายยอดของศิลาจารึกเป็นปลายแหลม สำหรับโล่รางวัลชนะเลิศรวมส่วนตัวโล่เป็นปริซึมฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ยาวด้านละ 3 นิ้ว มีส่วนสูง 6.2 นิ้วและส่วนปลายยอดเป็นปลายแหลม นอกจากนั้นโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกมีปริมาตรทั้งหมด 40.2 ลูกบาศก์นิ้ว และพื้นที่ผิวปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวมเป็น 2.029 เท่าของพื้นที่ผิวปลายยอดของโล่ชนะเลิศรูปศิลาจารึก ในครั้งนี้ผู้ออกแบบได้จัดเตรียมแผ่นพลาสติกใสขนาด 3 x 50 ตารางนิ้ว จำนวน 29 แผ่น ไว้สำหรับทำโล่รางวัลทั้งหมด ยกเว้นฐานของโล่รางวัลชนะเลิศรวมที่เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าให้นักเรียนไม่ต้องตัดเองเพราะได้จัดเตรียมฐานสำเร็จรูปให้แล้ว นอกจากนั้นยังกล่าวว่าจำนวนแผ่นพลาสติกที่จัดเตรียมให้นี้เพียงพอสำหรับการทำโล่รางวัลทั้งหมด นักเรียนคิดว่าผู้ออกแบบกล่าวถูกต้องหรือไม่ มาลองช่วยกันตรวจสอบและทดลองทำโล่รางวัลชนะเลิศด้วยกระดาษกลุ่มละ 1 อัน

2. เรื่องโล่รางวัล (2)

โรงเรียนศรีสุทวิทยาได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพจัดงานวันภาษาไทย พร้อมทั้งได้รับมอบหมายให้เตรียมโล่รางวัล ซึ่งแบ่งออกเป็นโล่รางวัลชนะเลิศจำนวน 52 รางวัล และโล่รางวัลชนะเลิศรวมสำหรับโรงเรียนที่ได้รับรางวัลชนะเลิศมากที่สุดอีก 1 รางวัล ลักษณะของโล่รางวัลชนะเลิศเป็นรูปจำลองศิลาจารึก โดยส่วนตัวศิลาจารึกมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 2.4 นิ้ว มีส่วนสูงเป็น 3.6 นิ้ว และส่วนปลายยอดของศิลาจารึกเป็นปลายแหลม สำหรับโล่รางวัลชนะเลิศรวม ส่วนตัวโล่เป็นปริซึมฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ยาวด้านละ 2.4 นิ้ว มีส่วนสูง 4.2 นิ้ว และส่วนปลายยอดเป็นปลายแหลม นอกจากนั้นโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกมีปริมาตรทั้งหมด 21.696 ลูกบาศก์นิ้ว และพื้นที่ผิวปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกเป็น 0.34667 เท่าของพื้นที่ผิวปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวม ในครั้งนี้ผู้ออกแบบได้จัดเตรียมแผ่นพลาสติกใสขนาด 2.4×50 ตารางนิ้ว จำนวน 24 แผ่น ไว้สำหรับทำโล่รางวัลทั้งหมด ยกเว้นฐานของโล่รางวัลชนะเลิศรวมที่เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ที่นักเรียนไม่ต้องตัดเองเพราะได้จัดเตรียมฐานสำเร็จรูปให้แล้ว นอกจากนั้นยังกล่าว ว่าจำนวนแผ่นพลาสติกที่จัดเตรียมให้นี้เพียงพอสำหรับการทำโล่รางวัลทั้งหมด นักเรียนคิดว่าผู้ออกแบบกล่าวถูกต้องหรือไม่ มาลองช่วยกันตรวจสอบและทดลองทำโล่รางวัลชนะเลิศด้วยกระดาษกลุ่มละ 1 อัน

ปัญหาที่เกิดจากการศึกษาสถานการณ์ปัญหา

[illegible]

กรอบแนวคิด

[illegible]

แนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

ใบกิจกรรมที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง พื้นที่ผิวของกรวย

ชื่อ.....

สมาชิกกลุ่มของกลุ่มที่

1.....

2.....

3.....

4.....

สถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้

1. เรื่องเสาสามต้น (1)

ประตูทางเข้าสวนสนุกแห่งหนึ่ง มีเสาอยู่ 3 ต้น ซึ่งแต่ละต้นจะมีส่วนของตัวเสาเป็นเสากลางตรง มีส่วนปลายเป็นยอดแหลม โดยเสาอันกลางมีส่วนตัวเสาสูง 4 เมตร ส่วนสูงทั้งหมดของต้นเสาเป็น $\frac{7}{4}$ เท่าของส่วนตัวเสา และความยาวรอบตัวเสาเป็น $7\frac{6}{7}$ เมตร ส่วนเสาที่อยู่ข้างๆทั้ง 2 ต้น มีขนาดเท่ากันและมีความสูงจากพื้นดินถึงยอดแหลมรวมกันสองต้นเป็น $11\frac{1}{5}$ เมตร เสาแต่ละต้นมีความยาวรอบตัวเสาเป็น $6\frac{2}{7}$ เมตร และความสูงของส่วนตัวเสากลางทั้งสองต้นรวมกันเป็น $2\frac{2}{15}$ เท่าของความสูงของส่วนปลายยอดของเสากลาง นอกจากนี้เสาข้างทั้งสองต้นมีพื้นที่ทั้งหมดรวมกันเป็น 36.456 ตารางเมตร ทางสวนสนุกมีนโยบายจะทาสีใหม่โดยส่วนตัวเสาจะทาสีชมพูและส่วนปลายยอดเสาจะทาสีส้ม ค่าแรงในการทาสีส่วนตัวเสาคิดตารางเมตรละ 275 บาท แต่ส่วนปลายยอดจะแพงกว่าตารางเมตรละ 50 บาท แต่เมื่อจ่ายค่าแรงเรียบร้อยแล้ว ผู้ออกแบบเสาทั้ง 3 ต้นนี้บอกว่าได้แจ้งข้อมูลเกี่ยวกับรัศมีของเสากลางน้อยกว่ารัศมีจริงไป 0.45 เมตร ดังนั้นทางฝ่ายช่างทาสีจึงต้องการค่าแรงส่วนที่ขาดหายไป อยากทราบว่าทางสวนสนุกจะต้องจ่ายเงินค่าแรงเพิ่มเติมเท่าใดและรวมทั้งสิ้นแล้วต้องจ่ายเงินเป็นจำนวนเท่าใด

2. เรื่องเล่าสามต้น (2)

ประตูทางเข้าสวนสนุกแห่งหนึ่ง มีเสาอยู่ 3 ต้น ซึ่งแต่ละต้นจะมีส่วนของตัวเสาเป็นเสากลางมตรง มีส่วนปลายเป็นยอดแหลม โดยเสาอันกลางมีส่วนตัวเสาสูง $4\frac{1}{2}$ เมตร ส่วนตัวเสาสูงเป็น $\frac{9}{7}$ เท่าของปลายยอด ความยาวรอบตัวเสาเป็น $7\frac{6}{7}$ เมตร ส่วนเสาที่อยู่ข้างๆทั้ง 2 ต้น มีขนาดเท่ากันและมีความสูงจากพื้นดินถึงยอดแหลมรวมกันสองต้นเป็น $13\frac{1}{5}$ เมตร เสาแต่ละต้นมีความยาวรอบตัวเสาเป็น $6\frac{2}{7}$ เมตร และความสูงของส่วนตัวเสากลางทั้งสองต้นรวมกันเป็น $2\frac{4}{35}$ เท่าของความสูงของส่วนปลายยอดของเสากลาง นอกจากนี้เสาข้างทั้งสองต้นมีพื้นที่ทั้งหมดรวมกันเป็น 42.54 ตารางเมตร ทางสวนสนุกมีนโยบายจะทาสีใหม่โดยส่วนตัวเสาจะทาสีชมพูและส่วนปลายยอดเสาจะทาสีส้ม ค่าแรงในการทาสีส่วนตัวเสาคิดตารางเมตรละ 265 บาท แต่ส่วนปลายยอดจะแพงกว่าตารางเมตรละ 55 บาท แต่เมื่อจ่ายค่าแรงเรียบร้อยแล้ว ผู้ออกแบบเสาทั้ง 3 ต้นนี้บอกว่าได้แจ้งข้อมูลเกี่ยวกับรัศมีของเสากลางน้อยกว่ารัศมีจริงไป 0.53 เมตร ดังนั้นทางฝ่ายช่างทาสีจึงต้องการค่าแรงส่วนที่ขาดหายไป อยากทราบว่าทางสวนสนุกจะต้องจ่ายเงินค่าแรงเพิ่มเติมเท่าใดและรวมทั้งสิ้นแล้วต้องจ่ายเงินเป็นจำนวนเท่าใด

ปัญหาที่เกิดจากการศึกษาสถานการณ์ปัญหา

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school handwriting practice paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

แนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

[illegible]

ใบกิจกรรมที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกลม

ชื่อ.....

สมาชิกกลุ่มของกลุ่มที่

1.....

2.....

3.....

4.....

สถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้ :

1.เรื่องลูกบอลสามสี(1)

แดงมีลูกบอลอยู่ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็กจำนวน 21 ลูก ขนาดกลางจำนวน 9 ลูกและ ขนาดใหญ่จำนวน 4 ลูก ลูกบอลแต่ละลูกจะมีแถบสี แดง เหลืองและน้ำเงิน สลับกัน รวมทั้งหมด 9 แถบ แต่ละแถบของลูกบอลแต่ละขนาดจะมีพื้นที่เท่ากันและสองแถบของลูกบอลขนาดใหญ่มีพื้นที่เป็น 1,315.502 ตารางเมตร รัศมีของลูกบอลขนาดใหญ่เป็น 38.75 เท้าของลูกบอลขนาดเล็ก และรัศมีของ ลูกบอลขนาดกลางเป็น 0.419 เท้าของลูกบอลขนาดใหญ่ ถ้าแดงนำแถบสีเดียวกันเพียงหนึ่งสีของลูก บอลทุกลูกทุกขนาดมารวมกันจะมีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ผิวของลูกบอลที่มีรัศมีเท่ากับเท่าใด

2.เรื่องลูกบอลสามสี (2)

แดงมีลูกบอลอยู่ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็กจำนวน 19 ลูก ขนาดกลางจำนวน 8 ลูกและ ขนาดใหญ่จำนวน 5 ลูก ลูกบอลแต่ละลูกจะมีแถบสี แดง เหลืองและน้ำเงิน สลับกัน รวมทั้งหมด 9 แถบแต่ละแถบของลูกบอลแต่ละขนาดจะมีพื้นที่เท่ากันและห้าแถบของลูกบอลขนาดกลางมีพื้นที่เป็น 504.605 ตารางเมตร รัศมีของลูกบอลขนาดกลางต่อขนาดเล็กเป็น 17.347 และรัศมีของลูกบอลขนาด ใหญ่ต่อลูกบอลขนาดกลางเป็น 1.824 ถ้าแดงนำแถบสีเดียวกันเพียงหนึ่งสีของลูกบอลทุกลูกทุกขนาด มารวมกันจะมีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ผิวของลูกบอลที่มีรัศมีเท่ากับเท่าใด

ปัญหาที่เกิดจากการศึกษาสถานการณ์ปัญหา

This image shows a full page of a document template designed for handwriting practice or general note-taking. It consists of approximately 28 evenly spaced horizontal dotted lines across the entire width of the page. The background is plain white, and there are no margins, headers, footers, or other markings present.

กรอบแนวคิด

[illegible]

แนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

[illegible]

ใบงานที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่องพื้นๆที่ผิวของพีระมิด

1. จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมีฐานยาวด้านละ 12 เซนติเมตร ส่วนสูงเอียงยาว 12 เซนติเมตร

วิธีทำ.....

2. จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งมีด้านประกอบมุมฉากยาว 32 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตรและมีความสูง 12 เซนติเมตร

วิธีทำ.....

คู่มือครู

- คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนการสอน
- แผนการจัดการเรียนรู้
- เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับครู ประกอบด้วย
 - สาระการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิว
 - คำตอบของปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้
 - คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้
 - คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้
 - คำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว

คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนรู้การสอน

หลักการและเหตุผล

แนวการจัดการศึกษา ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ระบุว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยอิสระ จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการร่วมคิดร่วมแก้ปัญหา ปรัชญาหรือ อภิปรายและแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผลซึ่งกันละกัน จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ ทักษะ/กระบวนการคิด และมีประสบการณ์มากขึ้น ซึ่งแนวการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความสอดคล้องกับแนวการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) จะให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางหรือผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งที่จะใช้ปัญหาจริงหรือสถานการณ์จำลองเป็นตัวเริ่มต้น กระตุ้นการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดวิจารณ์ในขณะที่ผู้เรียนทำงานโดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง หลังจากผู้เรียนได้ใช้ความรู้พื้นฐานในการทำความเข้าใจและอธิบายแนวคิดต่อปัญหานั้นแล้ว สิ่งที่ยังหลงเหลืออยู่ในปัญหาซึ่งผู้เรียนไม่เข้าใจ จะเป็นประเด็นที่ต้องเรียนรู้ต่อไปเพื่อให้ได้ความรู้มาอธิบายและแก้ปัญหา โดยผู้เรียนจะพัฒนาแผนการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพื่อการเรียนรู้ในส่วนย่อยๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่เข้าใจในปัญหาในการสืบค้น ผู้เรียนจะได้รับมอบหมายเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มให้ดำเนินการสืบค้น อีกทั้งยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และถ้าผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนช่วยให้จำเนื้อหา ความรู้นั้น ได้ง่ายและนานขึ้น ผู้เรียนสามารถเห็นความสัมพันธ์ความต่อเนื่อง ความเกี่ยวข้องระหว่างวิชาต่างๆ

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างชุดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ใช้ขั้นตอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 7 ขั้นตอน คือ ขั้นการนำเสนอปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา การศึกษาปัญหา การสังเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหา การนำเสนอผลงานหรือปฏิบัติตามทางเลือก และการสรุปผล โดยในแต่ละขั้นตอนจะมีการประเมินผลการเรียนรู้ตลอดเวลา ผู้วิจัยเชื่อว่าชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่สร้างขึ้นจะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และความสามารถทางการเรียนของ

นักเรียนเรื่องพื้นที่ผิว และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของชุดการเรียนรู้การสอน

เพื่อเป็นเครื่องมือในการศึกษาผลการเรียนรู้เรื่องพื้นที่ผิว สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

องค์ประกอบของชุดการเรียนรู้การสอน

ชุดการเรียนรู้การสอนโดยให้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย 1.บทเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวยและทรงกลม ที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้นโดยใช้แนวทางตามหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย

- 1.1 เป็นสาระการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องพื้นที่ผิว แบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม
- 1.2 ใบกิจกรรมประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย
 - 1.2.1 รายชื่อสมาชิก
 - 1.2.2 สถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐานการเรียนรู้
 - 1.2.3 ปัญหาที่เกิดจากการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นฐาน
 - 1.2.4 กรอบแนวคิด ประกอบด้วย
 - ข้อเท็จจริงจากปัญหา
 - ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม
 - วิธีการศึกษา / แหล่งข้อมูล
 - 1.2.5 แนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา
 - 1.2.6 สรุปผลการศึกษาปัญหา

1.3 ใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ เป็นโจทย์หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิว ตามแนวทางโจทย์หรือปัญหาในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. คู่มือครู ประกอบด้วย

2.1 คำชี้แจงการใช้ชุดการเรียนการสอน

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

2.2.1 สาระสำคัญ

2.2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.3 สาระการเรียนรู้

2.2.4 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

2.2.5 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2.2.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.3 เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับครู ประกอบด้วย

2.3.1 สาระการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิว

2.3.2 คำตอบของปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้

2.3.3 คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้

2.3.4 คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้

2.3.5 คำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว

แผนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

การดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ที่สร้างขึ้นนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ก่อนปฏิบัติกิจกรรมการใช้ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ผู้วิจัยได้แนะนำการวิธีเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแก่นักเรียน โดยครอบคลุม ความเป็นมา ความหมาย ลักษณะสำคัญ ขั้นตอนในการเรียนรู้พร้อมตัวอย่าง และบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

2. ดำเนินการสอนเรื่องพื้นที่ผิว โดยใช้ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ดังนี้

1) พื้นที่ผิวของพีระมิด จำนวน 7 ชั่วโมง ดังนี้

ชั่วโมงที่ 1-5 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

ชั่วโมงที่ 6 สรุปความคิดรวบยอดเรื่อง พื้นที่ผิวของพีระมิด และสรุปผลการประเมินผลตนเองของผู้เรียน และการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มโดยผู้สอน

ชั่วโมงที่ 7 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

2) พื้นที่ผิวของกรวย จำนวน 7 ชั่วโมง ดังนี้

ชั่วโมงที่ 1-5 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย

ชั่วโมงที่ 6 สรุปความคิดรวบยอดเรื่องพื้นที่ผิวของกรวย และสรุปผลการประเมินตนเองของผู้เรียน และการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มโดยผู้สอน

ชั่วโมงที่ 7 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

3) พื้นที่ผิวของทรงกลม จำนวน 7 ชั่วโมง ดังนี้

ชั่วโมงที่ 1-5 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกลม

ชั่วโมงที่ 6 สรุปความคิดรวบยอดเรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม และสรุปผลการประเมินผลตนเองของผู้เรียน และการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มโดยผู้สอน

ชั่วโมงที่ 7 ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

3. ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว

1. การเตรียมการสอน

1.1 ครูควรศึกษาและทำความเข้าใจแผนการเรียนรู้และเอกสารเพิ่มเติมสำหรับครูในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ ทำความเข้าใจกับเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จากบทเรียนเรื่องพื้นที่ผิวที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.2 ฝึกทำกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ก่อนที่จะให้นักเรียนทำเพื่อให้ครูมองเห็นภาพรวมของการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนว่าน่าจะมีปัญหาติดขัดในส่วนใด จะได้เตรียมคำถามไว้สำหรับกระตุ้นการคิดของนักเรียน หรือจะได้จัดเตรียมทรัพยากรการเรียนรู้เพิ่มเติมได้ตามความต้องการนักเรียน

1.3 ทำความเข้าใจการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และศึกษาบทบาทของครูในการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.4 จัดเตรียมทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่นักเรียนน่าจะต้องการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมให้พร้อมมากที่สุด นอกจากนี้ครูต้องจัดสภาพห้องเรียนให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก นอกจากนี้ครูต้องจัดสภาพห้องเรียนให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มเล็ก

2. การดำเนินการเรียนรู้

ในการดำเนินการเรียนรู้แต่ละคาบเรียนจะแบ่งขั้นการเรียนรู้ออกเป็น 3 ขั้น คือขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ และขั้นสรุป โดยในขั้นกิจกรรมการเรียนรู้จะดำเนินการตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งมี 7 ขั้นตอน คือ ขั้นการนำเสนอปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา การศึกษาปัญหา การสังเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหา การนำเสนอผลงานหรือปฏิบัติตามทางเลือก และการสรุปผล มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 38 แสดงลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมความพร้อมของนักเรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน - หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 ผู้สอนจะแจ้งผลการทดสอบย่อยของหน่วยการเรียนรู้ที่ผ่านมา พร้อมทั้งแนะข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบ แล้วเตรียมความพร้อมของนักเรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตาราง 38 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้	ชั่วโมงที่ 1 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ 1-3 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอปัญหา ขั้นนี้ผู้สอนจะเสนอสถานการณ์ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะสอนและปัญหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนที่จะเจอปัญหา เมื่อผู้สอนเสนอปัญหาให้แล้วสมาชิกในกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาและกำหนดข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในปัญหา หากในกลุ่มมีผู้ที่มีประสบการณ์สัมพันธ์กับปัญหานั้นให้เสนอต่อกลุ่ม ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา ประกอบด้วย 1. กำหนดข้อเท็จจริงจากปัญหา นักเรียนต้องช่วยกันกำหนดข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ซึ่งเป็นความรู้ที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหาหรือข้อเท็จจริง โดยการร่วมอภิปรายเกี่ยวกับปัญหานั้น 2. กำหนดประเด็นที่ต้องศึกษา ค้นคว้า เป็นการกำหนดว่าจะต้องค้นคว้าหาอะไรเพื่อที่สามารถนำสิ่งนั้นมาตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้ตั้งไว้ เป็นการวางเป้าหมายของการเรียนรู้ 3. กำหนดวิธีการเรียนรู้ หรือแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับปัญหา

ตาราง 38 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)	ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา นักเรียนนำข้อมูลความรู้ที่รวบรวมได้จากขั้นที่ 2 มากำหนดวิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ ก่อนการลงมือปฏิบัติหรือลงมือทำ ชั่วโมงที่ 2 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ 4 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ขั้นตอนที่ 4 การศึกษาปัญหา เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้า แล้วสมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำเป็นรายกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้า สมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจ สามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้ พร้อมทั้งมีการบันทึกการศึกษาค้นคว่านั้น ชั่วโมงที่ 3 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ 4 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ต่อจากคาบเรียนที่ 2 ชั่วโมงที่ 4 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ 5 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตาราง 38 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน
ขั้นสรุป	ขั้นตอนที่ 5 การสังเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามาว่าเพียงพอกับการแก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าเพียงพอก็สามารถนำไปตรวจสอบแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาและลงมือแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม พร้อมทั้งร่วมกันทบทวนข้อมูลความรู้ที่ได้ศึกษามาอีกครั้ง โดยอาจจะกำหนดข้อมูลจากโจทย์ วิธีการศึกษาค้นคว้า และแหล่งข้อมูลใหม่
	ชั่วโมงที่ 5 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ 6 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้
	ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลงานหรือปฏิบัติตามทางเลือก ประกอบด้วยการเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนการดำเนินงานของกลุ่มทั้งหมด ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1- 5 ในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นด้วย ในขั้นนี้ผู้สอนและผู้เรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้ามาอีกครั้ง ชั่วโมงที่ 6 ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ 7 ของขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

ตาราง 38 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน
การทดสอบย่อย ประจำหน่วยการเรียนรู้	ขั้นตอนที่ 7 การสรุปผล ผู้สอนให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ ใช้เวลา 30 นาที จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงวิธีการหาคำตอบ หากมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ ผู้สอนจะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นนั้นๆ อีกครั้ง จนได้คำตอบที่ถูกต้อง ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะสรุปผลการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม และขณะเดียวกันผู้เรียนจะสรุปผลการประเมินผลตนเองด้วย ชั่วโมงที่ 7 นักเรียนทำการทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ละ 5 ข้อ เวลา 1 ชั่วโมง
หมายเหตุ	แต่ละชั่วโมงของแต่ละหน่วยเรียนนั้น นักเรียนจะร่วมกันสรุปความก้าวหน้าของการดำเนินการเรียนรู้ รวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการเรียนรู้

3. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย

3.1 เครื่องมือในการประเมินผล

3.1.1 แบบประเมินผลตนเองของนักเรียนประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้

3.1.2. แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้

3.1.3 แบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้

3.1.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว

นอกจากนี้ยังมีการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ไม่ได้นำมาคิดเป็นคะแนนผลการเรียนรู้ คือใบงานที่มีไว้สำหรับการสรุปสิ่งที่นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้ามา เป็นการประเมินความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ทำเอง

3.2 เกณฑ์การให้คะแนน

3.2.1 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว

ตาราง 39 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพื้นที่ผิว

คะแนน / ความหมาย	การแสดงผลการหาคำตอบที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	● แสดงวิธีหาคำตอบที่แสดงถึงการเลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสม แสดงวิธีหาคำตอบได้ชัดเจน เขียนแสดงคำตอบได้ครบถ้วน สมบูรณ์ และคำตอบถูกต้อง
3 : ดี	● แสดงวิธีหาคำตอบที่แสดงถึงการเลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสมแสดงวิธีหาคำตอบยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง เขียนแสดงคำตอบได้ ถูกต้อง ครบถ้วน
2 : พอใช้	● แสดงวิธีหาคำตอบที่แสดงถึงการเลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสม แสดงวิธีหาคำตอบชัดเจนอยู่ในแนวทางที่ถูกต้องและได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่เขียนแสดงคำตอบให้ครอบคลุมคำถาม หรือแสดงคำตอบไม่ตรงกับคำถาม หรือ ● แสดงวิธีหาคำตอบที่แสดงถึงการเลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสม แสดงวิธีหาคำตอบยังไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีหาคำตอบ แต่ได้คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน หรือ

ตาราง 39 (ต่อ)

คะแนน / ความหมาย	การแสดงผลการหาคำตอบที่ปรากฏให้เห็น
2 : พอใช้ (ต่อ)	● แสดงวิธีหาคำตอบที่แสดงถึงการเลือกความรู้มาใช้ได้อย่างเหมาะสมแต่การแสดงผลวิธีหาคำตอบยังไม่ชัดเจนสมบูรณ์ และเขียนแสดงคำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบคำตอบ
1 : ควรแก้ไข	● เลือกความรู้มาใช้ในการแสดงผลวิธีหาคำตอบยังไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือ ● เลือกความรู้มาใช้ได้เหมาะสมแต่พยายามหาคำตอบด้วยวิธีที่ไม่เหมาะสมเพียงแนวทางเดียวที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ และไม่คิดหาวิธีอื่น
0 : ต้องปรับปรุง	● เลือกความรู้มาใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงผลวิธีหาคำตอบ หรือคัดลอกข้อมูลจากโจทย์แต่ไม่แสดงถึงความเข้าใจ หรือไม่ตอบสนองสิ่งที่สัมพันธ์กับโจทย์

3.2.2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนของแบบการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม

การตรวจให้คะแนน

แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอปัญหา

- 3 คะแนน : แสดงความคิดเห็นต่อปัญหามากอย่างหลากหลาย และมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา อธิบายปัญหาได้อย่างชัดเจน ทุกคนในกลุ่มเข้าใจปัญหาตรงกัน ระบุปัญหาย่อยได้เป็นข้อ ๆ ชัดเจนและครอบคลุม
- 2 คะแนน : แสดงความคิดเห็นต่อปัญหามากขึ้นและมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา อธิบายปัญหาได้อย่างชัดเจนแต่มีบางคนในกลุ่มยังไม่ค่อยเข้าใจ
- 1 คะแนน : แสดงความคิดเห็นต่อปัญหาน้อยและไม่ค่อยสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา พยายามที่จะอธิบายปัญหาแต่ไม่ชัดเจน ระบุปัญหาย่อยไม่ค่อยชัดเจน
- 0 คะแนน : ไม่แสดงความคิดเห็นต่อปัญหาและไม่สามารถระบุปัญหาย่อยได้

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา

- 3 คะแนน : สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมได้เพียงพอกับการให้ได้ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา กำหนดวิธีการศึกษาค้นคว้า และกำหนดแหล่งข้อมูลได้ชัดเจนสามารถมองเห็นแนวทางของการดำเนินการ เพื่อค้นคว้าได้อย่างดี สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 2 คะแนน : สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมได้เพียงพอกับการให้ได้ข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา กำหนดวิธีการศึกษาค้นคว้า และกำหนดแหล่งข้อมูลไม่ค่อยชัดเจนแต่สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 1 คะแนน : สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมแต่ไม่เพียงพอกับความจำเป็นที่จะได้ข้อมูลเพื่อมาแก้ปัญหา กำหนดวิธีการศึกษาค้นคว้าและกำหนดแหล่งข้อมูลไม่ชัดเจนแต่สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 0 คะแนน : ไม่สามารถกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม วิธีการศึกษาค้นคว้าและแหล่งข้อมูลได้ อีกทั้งสมาชิกในกลุ่มไม่ร่วมมือกันทำงาน

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

- 3 คะแนน : สามารถกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาได้ดี มีความสัมพันธ์กับปัญหาแต่ละปัญหา แต่ละข้อเป็นแนวทางของคำตอบของปัญหาย่อยที่ดี สมาชิกกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกัน
- 2 คะแนน : สามารถกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา มีความสัมพันธ์กับปัญหาย่อยที่สร้างไว้เป็นแนวทางของคำตอบของปัญหาที่ดี แต่มีบางข้อไม่เป็นแนวทางคำตอบของปัญหา สมาชิกกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 1 คะแนน : สามารถกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา แต่ไม่ค่อยมีความสัมพันธ์กับปัญหาย่อย ทุกข้อเป็นแนวทางของคำตอบของปัญหาได้ไม่ค่อยดี แต่สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน
- 0 คะแนน : ไม่สามารถกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา และสมาชิกในกลุ่มไม่แสดงถึงความร่วมมือกันในการทำงาน

ขั้นตอนที่ 4 การศึกษาปัญหา

- 3 คะแนน : สามารถแสดงถึงการดำเนินการศึกษา ค้นคว้าตามแผนที่กำหนดไว้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และทำการศึกษอย่างต่อเนื่อง มีการกำหนดเสนอสิ่งที่ตนเองศึกษามาให้กลุ่มรับทราบเป็นระยะๆ และแสดงถึงการแบ่งงานอย่างเป็นระบบ รวมทั้งการสื่อสารและมีความร่วมมือกันในการทำงาน และแสดงถึงความกระตือรือร้น ที่จะศึกษด้วยตนเอง
- 2 คะแนน : สามารถแสดงถึงการดำเนินการศึกษา ค้นคว้าตามแผนที่กำหนดไว้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และทำการศึกษอย่างต่อเนื่อง แต่ไม่นำเสนอสิ่งที่ตนเองศึกษามาให้กลุ่มทราบเป็นระยะๆ แต่อย่างยิ่งแสดงถึงการแบ่งงานกันอย่างเป็นระบบ รวมทั้งการสื่อสารและมีความร่วมมือกันในการทำงาน และแสดงถึงความกระตือรือร้น ที่จะศึกษด้วยตนเอง
- 1 คะแนน : สามารถแสดงถึงการดำเนินการศึกษา ค้นคว้าตามแผนที่กำหนดไว้จากแหล่งข้อมูลที่ไม่หลากหลาย และทำการศึกษาอย่างไม่ต่อเนื่อง ไม่เชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้กับกลุ่ม แต่แสดงถึงการแบ่งงานกันอย่างเป็นระบบ
- 0 คะแนน : ไม่สามารถดำเนินการศึกษาค้นคว้าได้และสมาชิกไม่ร่วมมือกันในการทำงานกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 5 การสังเคราะห์ข้อมูล และตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหา

- 3 คะแนน : ผู้เรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาสังเคราะห์ และเชื่อมโยงสู่ปัญหา สามารถนำข้อมูลที่เหมาะสมมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีสมเหตุสมผล ได้คำตอบของปัญหาที่ดี ผู้เรียนในกลุ่มแสดงทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสารและมีความร่วมมือกันในการทำงาน
- 2 คะแนน : ผู้เรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาสังเคราะห์ และเชื่อมโยงสู่ปัญหา สามารถนำข้อมูลที่เหมาะสมมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล แต่ได้คำตอบของปัญหาที่ไม่ดี ผู้เรียนในกลุ่มมีความเข้าใจในข้อมูลที่ได้ศึกษามา สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงการใช้ทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสาร และมีความร่วมมือกันในการทำงาน
- 1 คะแนน : ผู้เรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาสังเคราะห์ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงสู่ปัญหาได้ ไม่สามารถนำข้อมูลที่เหมาะสมมาใช้แก้ปัญหาได้ ผู้เรียนในกลุ่มมีความเข้าใจในข้อมูลที่ได้ศึกษามาบ้าง สมาชิกในกลุ่มแสดงถึงการใช้ทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล การสื่อสาร และมีความร่วมมือกันในการทำงาน
- 0 คะแนน : ผู้เรียนไม่สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาสังเคราะห์ และไม่สามารถเชื่อมโยงสู่ปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอผลงานหรือปฏิบัติตามทางเลือก

- 3 คะแนน : ผู้เรียนในกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลการศึกษได้อย่างเข้าใจ สามารถแสดงถึงการดำเนินการเรียนรู้ของกลุ่มได้อย่างชัดเจน อธิบายความรู้หรือข้อมูลที่ค้นคว้าได้อย่างเข้าใจ ความรู้ที่หามาได้มากและลึกซึ้ง มีความพร้อมในการรายงาน
- 2 คะแนน : ผู้เรียนในกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลการศึกษได้อย่างเข้าใจ สามารถแสดงถึงการดำเนินการเรียนรู้ของกลุ่มได้อย่างชัดเจน อธิบายความรู้หรือข้อมูลที่ค้นคว้าได้อย่างเข้าใจ แต่ความรู้ที่หามาได้ทั้งหมดยังไม่มาก มีความพร้อมในการรายงาน
- 1 คะแนน : ผู้เรียนในกลุ่มส่งตัวแทนออกมารายงานผลการศึกษา แต่ไม่สามารถแสดงถึงการดำเนินการเรียนรู้ของกลุ่มได้อย่างชัดเจน อธิบายข้อมูลที่ศึกษามาไม่ค่อยเข้าใจ เตรียมความพร้อมในการรายงานน้อย

0 คะแนน : ไม่นำเสนอ

ขั้นตอนที่ 7 การสรุปผล

- 3 คะแนน : ผู้เรียนทำการประเมินผลตนเอง สรุปผลการเรียนรู้ แสดงประเด็นที่ตนเองสนใจศึกษาต่ออย่างหลากหลาย
- 2 คะแนน : ผู้เรียนทำการประเมินผลตนเอง สรุปผลการเรียนรู้ แสดงประเด็นที่ตนเองสนใจศึกษาต่อเล็กน้อย
- 1 คะแนน : ผู้เรียนทำการประเมินผลตนเอง สรุปผลการเรียนรู้ แต่ไม่แสดงประเด็นที่ตนเองสนใจศึกษาต่อ
- 0 คะแนน : ผู้เรียนทำการประเมินผลตนเองแต่ไม่สามารถสรุปผลการเรียนรู้

3.3 ผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว

3.3.1 คะแนนจากแบบประเมินผลตนเองของนักเรียน ประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คิดเป็น 10 % ของคะแนนเต็มหรือ 10 คะแนน

3.3.2 คะแนนจากแบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คิดเป็น 30 % ของคะแนนเต็มหรือ 30 คะแนน

3.3.3 คะแนนจากแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้คิดเป็น 30% ของคะแนนเต็มหรือ 30 คะแนน

3.3.4 คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว คิดเป็น 30 % ของคะแนนเต็มหรือ 30 คะแนน

บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีดังนี้

1. บทบาทของครู

1.1 เป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ ครูจะต้องพิจารณาเลือกเนื้อหาสาระความรู้ ทักษะที่ต้องการให้นักเรียนได้รับ รวมถึงคัดเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ และสร้างปัญหาที่ใช้เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งทั้งหมดนี้จะใช้ฐานข้อมูลการพิจารณาจากความสนใจ ประสบการณ์ ความรู้ ความสามารถของนักเรียน

1.2 ครูเป็นผู้แนะนำ เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ครูจะไม่สอนหรือชี้แนะโดยตรง แต่จะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ในขณะที่เรียนรู้ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดมากที่สุด ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนให้เกิดการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง

1.3 เป็นผู้ประเมินผลนักเรียนทั้งในด้านทักษะ ด้านความรู้และด้านพฤติกรรม การประเมินผลจะทำตั้งแต่การสร้างปัญหาจนเสร็จสิ้นการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2. บทบาทของนักเรียน

2.1 นักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการออกแบบการเรียนรู้ บอกถึงความสนใจ ความถนัด ประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ตนมีให้กับครูเพื่อรับทราบและแสดงความคิดเห็นในการคัดเลือกกิจกรรมการเรียนรู้และการสร้างปัญหา

2.2 นักเรียนจะต้องเป็นผู้ที่สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีปัญหาเป็นตัวกระตุ้น นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเองตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนจะต้องพัฒนาตนเองให้เป็นผู้เรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

2.3 นักเรียนจะต้องเป็นผู้ประเมินผลตนเองเพื่อทราบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเอง

ขั้นตอนในการสร้างปัญหาสำหรับใช้เป็นฐานในการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้จะกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ และกำหนดแนวความคิดในการเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้านใดบ้าง (ด้านความรู้ ด้านเจตคติ ด้านทักษะกระบวนการ) และความคิดรวบยอด หรือหลักเกณฑ์พื้นฐานที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดและสร้างสถานการณ์ปัญหา เป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับความคิดรวบยอดในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ที่คาดหวังไว้ว่าผู้เรียนควรจะเรียนรู้

ขั้นที่ 3 สร้างคำถามและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดไปสู่ความคิดรวบยอดที่ต้องการ แล้วสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมมีการเรียนรู้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 40 รูปแบบความสัมพันธ์ของปัญหาและคำถามที่ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่ความคิดรวบยอดที่ต้องการ

ปัญหา	คำถาม	ความคิดรวบยอด
สถานการณ์ปัญหา(1)		
สถานการณ์ปัญหา (2)		

ขั้นที่ 4 กำหนดแหล่งการเรียนรู้จากปัญหา เป็นการกำหนดแหล่งข้อมูลไว้สำหรับให้ผู้เรียนได้ศึกษา ค้นคว้าและเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

ขั้นที่ 5 กำหนดแผนการวัดผลการเรียนรู้ โดยพิจารณาทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และเจตคติ การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้จะพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่ผู้เรียนหามา กับสถานการณ์ปัญหาที่ให้ไป และดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ในด้านทักษะกระบวนการเรียนรู้และเจตคติ จะพิจารณาจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการสังเกตในลักษณะต่างๆ เช่น การประเมินตนเอง การสังเกตโดยกลุ่มเพื่อน และการสังเกตโดยผู้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวของพีระมิด
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จำนวน 7 คาบเรียน

1. สาระสำคัญ

พีระมิด เป็นทรงสามมิติที่มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใดๆ มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐานและหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกัน การเรียกชื่อพีระมิดจะเรียกตามลักษณะของฐาน พีระมิดที่มีสันยาวเท่ากันทุกเส้นเรียกว่าพีระมิดตรง พีระมิดแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือพีระมิดตรง และพีระมิดเอียง ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะพีระมิดตรง

พื้นที่ผิวของพีระมิด เท่ากับผลบวกของพื้นที่ฐานของพีระมิดกับพื้นที่ผิวข้างของพีระมิด

พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด เท่ากับผลบวกของพื้นที่ของหน้าทุกหน้าของพีระมิด

พื้นที่ผิวข้างของพีระมิดตรงที่มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า เท่ากับ $\frac{1}{2} \times$ ความยาวรอบรูปของฐาน $\times$ สูงเอียง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถหาพื้นที่ผิวของพีระมิดได้
2. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิดได้
3. นักเรียนสามารถตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

3. สาระการเรียนรู้

1. พื้นที่ผิวของพีระมิด
2. สถานการณ์ปัญหา :

2.1 เรื่อง โฉร่างวัล (1)

โรงเรียนศรีสุทิวทยาได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพจัดงานวันภาษาไทย พร้อมทั้งได้รับมอบหมายให้เตรียมโฉร่างวัล ซึ่งแบ่งออกเป็นโฉร่างวัลชนะเลิศจำนวน 52 รางวัล และโฉร่างวัลชนะเลิศรวมสำหรับโรงเรียนที่ได้รับรางวัลชนะเลิศมากที่สุดอีก 1 รางวัล ลักษณะของโฉร่างวัลชนะเลิศเป็นรูปจำลองศิลาจารึก โดยส่วนตัวศิลาจารึกมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 3 นิ้ว มีส่วนสูงเป็น 4.2 นิ้ว และส่วนปลายยอดของศิลาจารึกเป็นปลายแหลม สำหรับโฉร่างวัลชนะเลิศรวม

ส่วนตัวโล่เป็นปริซึมฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ยาวด้านละ 3 นิ้ว มีส่วนสูง 6.2 นิ้วและส่วนปลายยอดเป็นปลายแหลม นอกจากนั้นโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกมีปริมาตรทั้งหมด 40.2 ลูกบาศก์นิ้ว และพื้นที่ผิวปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวมเป็น 2.029 เท่าของพื้นที่ผิวปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปศิลาจารึก ในครั้งนี้ผู้ออกแบบได้จัดเตรียมแผ่นพลาสติกใสขนาด 3 x 50 ตารางนิ้ว จำนวน 29 แผ่น ไว้สำหรับทำโล่รางวัลทั้งหมด ยกเว้นฐานของโล่รางวัลชนะเลิศรวมที่เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่นักเรียนไม่ต้องตัดเองเพราะได้จัดเตรียมฐานสำเร็จรูปให้แล้ว นอกจากนั้นยังกล่าวว่าจำนวนแผ่นพลาสติกที่จัดเตรียมให้เพียงพอสำหรับการทำโล่รางวัลทั้งหมด นักเรียนคิดว่าผู้ออกแบบกล่าวถูกต้องหรือไม่ มาลองช่วยกันตรวจสอบและทดลองทำโล่รางวัลชนะเลิศด้วยกระดาษกลุ่มละ 1 อัน

2.2. เรืองโล่รางวัล (2)

โรงเรียนศรีสุขวิทยาได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพจัดงานวันภาษาไทย พร้อมทั้งได้รับมอบหมายให้เตรียมโล่รางวัล ซึ่งแบ่งออกเป็นโล่รางวัลชนะเลิศจำนวน 52 รางวัล และโล่รางวัลชนะเลิศรวมสำหรับโรงเรียนที่ได้รับรางวัลชนะเลิศมากที่สุดอีก 1 รางวัล ลักษณะของโล่รางวัลชนะเลิศเป็นรูปจำลองศิลาจารึก โดยส่วนตัวศิลาจารึกมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 2.4 นิ้ว มีส่วนสูงเป็น 3.6 นิ้ว และส่วนปลายยอดของศิลาจารึกเป็นปลายแหลม สำหรับโล่รางวัลชนะเลิศรวม ส่วนตัวโล่เป็นปริซึมฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ยาวด้านละ 2.4 นิ้ว มีส่วนสูง 4.2 นิ้วและส่วนปลายยอดเป็นปลายแหลม นอกจากนั้นโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกมีปริมาตรทั้งหมด 21.696 ลูกบาศก์นิ้ว และพื้นที่ผิวปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกเป็น 0.34667 เท่าของพื้นที่ผิวปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวม ในครั้งนี้ผู้ออกแบบได้จัดเตรียมแผ่นพลาสติกใสขนาด 2.4 x 50 ตารางนิ้ว จำนวน 24 แผ่น ไว้สำหรับทำโล่รางวัลทั้งหมด ยกเว้นฐานของโล่รางวัลชนะเลิศรวมที่เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ที่นักเรียนไม่ต้องตัดเองเพราะได้จัดเตรียมฐานสำเร็จรูปให้แล้ว นอกจากนั้นยังกล่าวว่าจำนวนแผ่นพลาสติกที่จัดเตรียมให้เพียงพอสำหรับการทำโล่รางวัลทั้งหมด นักเรียนคิดว่าผู้ออกแบบกล่าวถูกต้องหรือไม่ มาลองช่วยกันตรวจสอบและทดลองทำโล่รางวัลชนะเลิศด้วยกระดาษกลุ่มละ 1 อัน

4. แหล่งการเรียนรู้

- 4.1 บทเรียนเรื่อง พื้นที่ผิวของพีระมิด
- 4.2 หนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
- 4.3 ห้องสมุดโรงเรียน
- 4.4 แหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

4.5 หอสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

4.6 ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

5.1 ขั้นการนำเสนอปัญหา

5.1.1 ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ได้สอนไปแล้วในแผนการสอนที่ 1 อีกครั้ง พร้อมทั้งให้นักเรียนซักถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

5.1.2 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน และให้นักเรียนเลือก ประธาน รองประธาน เลขานุการ พร้อมทั้งแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้กับสมาชิกภายในกลุ่มที่เหลือ

5.1.3 ครูแจกใบประเมินผลตนเอง สำหรับกิจกรรมที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิดเพื่อให้นักเรียนทำการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองควบคู่ไปกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน

5.1.4 ครูสนทนากับนักเรียนดังนี้ “นักเรียนคนใดบ้างที่เคยประดิษฐ์รูปจำลอง อะไรบ้าง”

5.1.5 เมื่อนักเรียนช่วยกันตอบแล้วครูถามต่อดังนี้ “รูปจำลองและของจริงนั้นจะเหมือนหรือแตกต่างกันในประเด็นใดบ้าง” พร้อมทั้งให้นักเรียนช่วยกันเสนอและร่วมอภิปรายพอสมควร

5.1.6 หลังจากนั้น ครูถามต่อไปว่า “นักเรียนเคยเห็นรูปจำลองอะไรบ้าง” เมื่อนักเรียนช่วยกันตอบพอสมควรแล้ว ครูถามต่อว่า “รูปจำลองใดบ้างที่แสดงถึงความเป็นไทยและแสดงถึงความเป็นไทยในด้านใด”

5.1.7 เมื่อนักเรียนร่วมกันอภิปรายเสร็จแล้ว ครูถามต่อดังนี้ “เนื่องในโอกาสวันภาษาไทย และโรงเรียนศรีสุทิววิทยาได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพจัดงานวันภาษาไทยของสหวิทยาเขตที่จะถึงนี้ ถ้าจะทำโล่รางวัลให้เป็นรูปจำลอง นักเรียนคิดว่าควรจะทำรูปจำลองของสิ่งใด จึงจะสื่อให้เห็นถึงภาษาไทยและความภาคภูมิใจที่เรามีภาษาเป็นของตนเอง” ครูให้นักเรียนร่วมกันเสนอและอภิปรายพอสมควร

5.1.8 ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ในใบกิจกรรมที่ 1 และให้แต่ละกลุ่มจับสลากเลือกสถานการณ์ปัญหา โดย 2 กลุ่ม จะได้สถานการณ์ปัญหาที่ 1 และ อีก 2 กลุ่มที่เหลือจะได้สถานการณ์ที่ 2 หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาทำความเข้าใจ เพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดต่อปัญหา ครูให้นักเรียนระบุนิยามของปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาหลัก โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการระบุนิยามของปัญหา ถ้านักเรียนไม่มีแนวคิด ครูอาจช่วยโดยใช้คำถามกระตุ้นเป็นแนวทางได้ ดังนี้

- นักเรียนจะตรวจสอบได้อย่างไรว่าผู้ออกแบบกล่าวได้ถูกต้อง

(คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบตนเองว่ามีข้อสงสัยในวิธีการตรวจสอบ คำกล่าวของผู้ออกแบบว่าถูกต้องหรือไม่ นักเรียนอาจจะระบุปัญหาย่อยว่า “จะตรวจสอบได้อย่างไรว่า คำกล่าวของผู้ออกแบบถูกต้อง”)

-นักเรียนทราบลักษณะของโล่รางวัลทั้งสองแบบหรือไม่

(คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาเพื่อระบุลักษณะ รูปทรงและขนาดของโล่รางวัลทั้งสองแบบ จากคำถามนี้นักเรียนอาจจะระบุปัญหาย่อยได้ว่า “ลักษณะโล่รางวัลทั้งสองแบบมีลักษณะต่างกันอย่างไร”)

- ความสัมพันธ์ของโล่รางวัลทั้งสองแบบเป็นอย่างไร

(คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนบอกความสัมพันธ์ระหว่างโล่ทั้งสองแบบ นักเรียนอาจจะระบุปัญหาย่อยว่า “โล่รางวัลทั้งสองแบบมีความสัมพันธ์กันอย่างไร”)

- นักเรียนจะวางแผนการตัดแผ่นพลาสติกอย่างไร

(คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาถึงลักษณะและความสัมพันธ์ระหว่างด้านประกอบของโล่รางวัลทั้งสองกับขนาดของแผ่นพลาสติกที่กำหนดให้ ถ้านักเรียนยังไม่สามารถพิจารณาและบอกลักษณะความสัมพันธ์ของด้านประกอบของโล่รางวัลทั้งสองแบบได้ก็ให้ระบุเป็นปัญหาย่อย)

5.1.9 ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการทำความเข้าใจปัญหาและการระบุปัญหาย่อยของแต่ละกลุ่ม ถ้ากลุ่มใดยังระบุปัญหาไม่ชัดเจน ครูต้องคอยกระตุ้นและช่วยเหลือให้นักเรียนเข้าใจปัญหาได้ชัดเจน

5.1.10 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาปัญหา ร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นกันในกลุ่ม เพื่อสรุปเป็นข้อมูลของกลุ่ม หากมีประเด็นใดที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ครูให้กลุ่มช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่มทุกคนให้มีความเข้าใจที่สอดคล้องและตรงกัน

5.2 ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา

5.2.1 ครูให้นักเรียนพิจารณารอบแนวคิดในใบกิจกรรมที่ 1 เพื่อให้นักเรียนศึกษาทำความเข้าใจ

ข้อเท็จจริงจากปัญหา	ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม	วิธีการศึกษา/แหล่งข้อมูล

ครูชี้แจงเพิ่มเติมให้นักเรียนทราบว่า การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำไปสู่การหาแนวทางการแก้ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนจะต้องร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาย่อยแต่ละข้อ ซึ่งต้องอาศัยเหตุผลและพื้นฐานความรู้เดิมและเพื่อให้ได้ความรู้ที่ต้องการ นักเรียนจะต้องแบ่งประเด็นที่จะศึกษาและวางแผนขั้นตอนการดำเนินงานตามกรอบแนวคิด ดังนี้

- การกำหนดข้อเท็จจริงจากปัญหา คือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ หรือข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นจากการอภิปราย หรือเป็นข้อมูลความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

- ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม คือ ข้อมูลที่ต้องนำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา แต่ผู้เรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม จะอยู่ในรูปของคำถามที่ต้องการคำตอบ บทนิยามหรือประเด็นการศึกษาที่ต้องการทราบ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

- วิธีการศึกษาค้นคว้า คือ วิธีการจะดำเนินการให้ได้มาซึ่งความรู้หรือข้อมูลที่ต้องการ โดยระบุว่าผู้เรียนสามารถศึกษาข้อมูลได้อย่างไร จากใครและจากแหล่งใด

โดยครูอาจใช้คำถามกระตุ้นดังนี้

ข้อเท็จจริงจากปัญหา

- จากสถานการณ์ปัญหานี้ นักเรียนทราบอะไรแล้วบ้าง
- อะไรคือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ปัญหา
- ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานี้มีอะไรบ้าง
- เราเคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนี้หรือไม่

การกำหนดประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า

- จากสถานการณ์ปัญหา ประเด็นที่เรายังไม่ทราบมีอะไรบ้าง
- ประเด็นที่จำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมมีอะไรบ้าง

การกำหนดวิธีการเรียนรู้ หรือแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับปัญหา

- นักเรียนจะมีวิธีการศึกษาหาความรู้ในสิ่งที่ยังไม่ทราบเหล่านั้นได้อย่างไร
- แหล่งข้อมูลหรือแหล่งที่สามารถค้นคว้าหาข้อมูลได้ มีอะไรและอยู่ที่ใดบ้าง

5.2.2. หลังจากกระตุ้นด้วยคำถามแล้วครูปล่อยให้ นักเรียนมีอิสระที่จะอภิปรายกันเองในกลุ่มช่วยกันสรุปความคิดเพื่อเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 1 ที่ครูแจกให้ หากมีข้อสงสัยให้ถามครูเพิ่มเติม

5.3 ขั้นตอนการกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

5.3.1. หลังจากทีกลุ่มร่วมกันรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะร่วมทำการตรวจสอบดูว่าเหมาะสมหรือไม่ ยังมีประเด็นใดที่ต้องอภิปรายเพิ่มเติมบ้าง เมื่อเห็นว่าเหมาะสมแล้วก็

ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ก่อนการลงมือปฏิบัติลงในใบกิจกรรมที่ 1

5.3.2 ครูตรวจสอบความชัดเจน และความสมเหตุสมผลของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา หากพบว่ายังไม่สมเหตุสมผลหรือไม่มีทางที่เป็นไปได้ ครูสามารถซักถามถึงเหตุผลในการตัดสินใจนั้น ๆ และแนะนำให้ลองร่วมกันอภิปรายอีกครั้ง

5.3.3 ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนควบคู่ไปกับการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อเป็นการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวของพีระมิด ตั้งแต่ขั้นการนำเสนอปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา และกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ชั่วโมงที่ 2-3

5.4 ชั้นการศึกษาปัญหา

5.4.1 แต่ละกลุ่มประชุมแบ่งประเด็นที่ต้องศึกษา ค้นคว้าเพิ่มเติมโดยให้สมาชิกแต่ละคนมีหน้าที่ความรับผิดชอบ

5.4.2 ครูอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียนโดยการจัดแหล่งการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยบทเรียนสำหรับนักเรียน หนังสือแบบเรียน หนังสือคู่มือ หนังสือที่คาดว่าจะเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อำนวยความสะดวกสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน ไว้ในห้องสมุดของโรงเรียนและนักเรียนยังสามารถศึกษาค้นคว้าในเวลานอกชั่วโมงเรียนเพิ่มเติมได้ด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

5.4.3 ครูเน้นถึงเรื่องระเบียบวินัยในการศึกษาค้นคว้าและความรับผิดชอบต่อหน้าที่ในการเรียนรู้ของตนเองและกลุ่ม

5.4.4 นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูล อาจจะเป็นรายกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ โดยในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจและสามารถอธิบายสิ่งที่ได้ศึกษามาให้กับสมาชิกคนอื่นเข้าใจได้ ครูจะคอยเอื้ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ให้กับนักเรียน และตอบคำถามนักเรียน หากพบว่ากลุ่มใดมีปัญหาในการศึกษาข้อมูล ยังได้ข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา กลุ่มนั้นสามารถดำเนินการศึกษาค้นคว้าต่อเองนอกชั่วโมงเรียนได้

5.4.5 ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเพื่อประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม

ชั่วโมงที่ 4

5.5 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา

5.5.1 สมาชิกจะกลับเข้ากลุ่มและนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้าที่ตนเองรับผิดชอบต่อกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปร่วมกัน พร้อมทั้งร่วมกันวิเคราะห์ความรู้ที่ได้มานั้นว่าเพียงพอที่จะนำมาแก้ไขปัญหหรือไม่ ถ้าเพียงพอก็สามารถนำไปตรวจสอบแนวทางที่เป็นไปได้การแก้ปัญหา ถ้ายังไม่เพียงพอกลุ่มต้องช่วยกันศึกษาค้นคว้า เพิ่มเติมพร้อมทั้งร่วมกันทบทวนข้อมูลความรู้ที่ได้มานั้นอีกครั้ง โดยการกลับไปตรวจสอบกรอบแนวคิดอีกครั้ง เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง

5.5.2 ครูสังเกตนักเรียน ถ้าพบกลุ่มที่มีปัญหาในการวิเคราะห์ความรู้ ครูต้องกระตุ้นนักเรียนในกลุ่มนั้นให้ร่วมกันทำความเข้าใจและร่วมกันอภิปรายอีกครั้ง

5.5.3 ครูเอื้ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้และตอบคำถามให้กับนักเรียน

5.5.4 ครูสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม

ชั่วโมงที่ 5

5.6 ขั้นการนำเสนอผลงานหรือปฏิบัติตามทางเลือก

5.6.1 ครูให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มเพื่อรายงานผลการศึกษาค้นคว้า และการแก้ปัญหา กลุ่มให้เวลากลุ่มละ 15 นาที โดยให้รายงานตามหัวข้อดังนี้ สมาชิกกลุ่ม ปัญหา ข้อเท็จจริงจากปัญหา ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า วิธีการศึกษาและแหล่งข้อมูล การแก้ปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่น ๆ ชักถามได้ เพื่อเป็นการเรียนรู้ข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่แปลกแตกต่างกันออกไป

5.6.2 ครูคอยจดบันทึกในประเด็นที่นักเรียนรายงานยังไม่ชัดเจนเพื่อเป็นประเด็นสนทนาหลังจากจบการรายงานของทุกกลุ่ม

5.6.3 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลของการศึกษามาเสร็จ ครูนำนักเรียนสู่การอภิปรายประเด็นที่ศึกษาค้นคว้ามาทั้งหมดที่บางกลุ่มยังรายงานไม่ชัดเจน

5.6.4 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากกิจกรรมที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด ในแง่ของปัญหาที่พบเจอในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ และสิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 7

5.7 ขั้นการสรุปผล

5.7.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้การศึกษาค้นคว้า เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด ถ้าหากว่ายังมีส่วนที่ไม่สมบูรณ์ ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนคิดและร่วมกันอภิปรายในประเด็นนั้นอีกครั้ง

5.7.2 ครูแจกใบงานที่ 1 และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคลใช้เวลา 30 นาที

5.7.3 เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการ ความรู้ที่จะนำมาใช้ในการหาคำตอบ แนวทางการหาคำตอบ และแสดงวิธีการหาคำตอบที่ละเอียด หากมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ ผู้สอนจะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นนั้น ๆ อีกครั้งจนได้คำตอบที่ถูกต้อง

5.7.4 ครูสังเกตเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ในขั้นนี้ จากนั้นผู้สอนจะสรุปผลการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม และขณะเดียวกันให้นักเรียนสรุปผลการประเมินตนเองอีกครั้ง

ชั่วโมงที่ 7

ทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

6.1 ประเด็นการประเมิน

6.3.1 ด้านความรู้

6.3.1.1 แบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

6.3.2 ด้านทักษะ

6.3.1.1 นักเรียนประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

6.3.1.2 ครูผู้สอนประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

รายกลุ่ม

7.บันทึกหลังการสอน

7.1 สรุปผลการเรียนรู้.....

[illegible]

7.2 แนวทางการปรับปรุงแก้ไข.....

[illegible]

7.3 ข้อคิดเห็นอื่นๆ.....

[illegible]

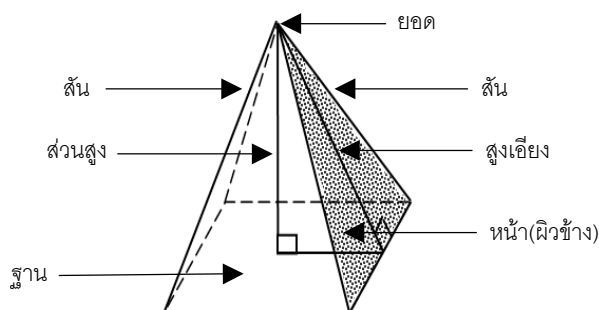
เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้สำหรับครู

- สารการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด
- คำตอบของปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย
 - หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม
- คำตอบของใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด
- คำตอบของแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด
- คำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว

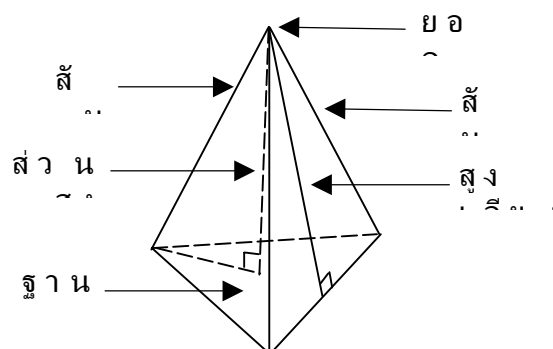
สาระการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวของพีระมิด

พีระมิด เป็นทรงสามมิติที่มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใดๆ มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐานและหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกัน การเรียกชื่อพีระมิดจะเรียกตามลักษณะของฐาน พีระมิดที่มีส้นยาวเท่ากันทุกเส้นเรียกว่าพีระมิดตรง พีระมิดแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือพีระมิดตรง และพีระมิดเอียง ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะพีระมิดตรง

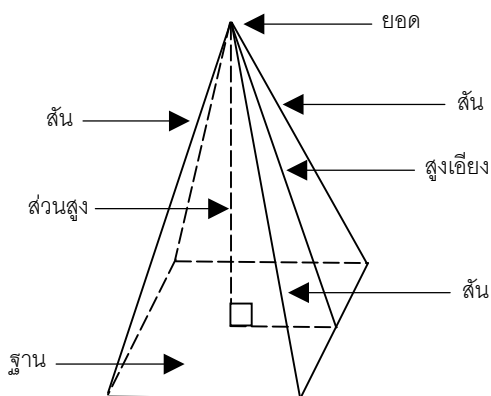
การเรียกชื่อ พีระมิด เรียกตามลักษณะของฐาน เช่นฐานเป็นรูปสามเหลี่ยม เรียกว่าพีระมิดสามเหลี่ยม เป็นต้น และเรียกส่วนประกอบต่างๆ ของพีระมิด ดังรูป



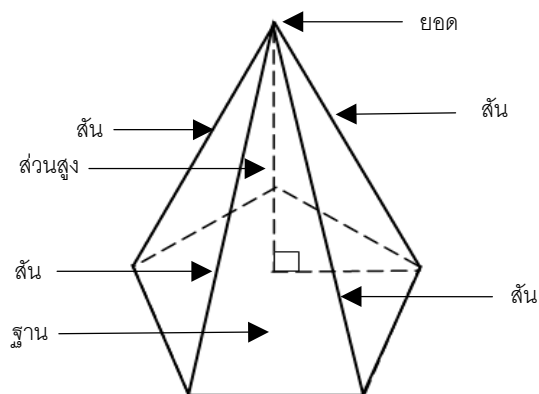
พีระมิด
ตรง



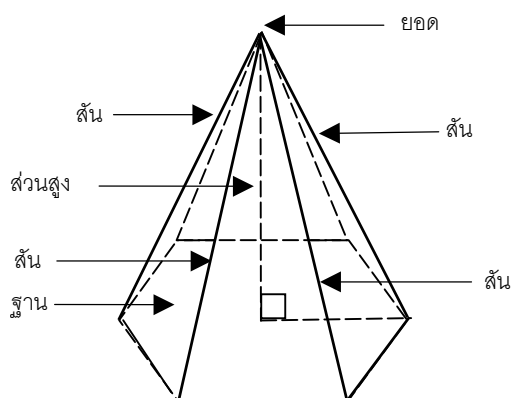
พีระมิดสามเหลี่ยม



พีระมิดสี่
เหลี่ยม



พีระมิดห้าเหลี่ยม



พีระมิดหกเหลี่ยม

พื้นที่ผิวของพีระมิด

$$\text{พื้นที่ผิวข้าง 1 ด้าน} = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูงเอียง}$$

$$\text{พื้นที่ผิวทั้งหมด} = \text{พื้นที่ฐาน} + \text{พื้นที่ผิวข้างทุกด้าน}$$

ในกรณีที่ เป็นพีระมิดตรงและมีฐานเป็นรูปเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

$$\text{พื้นที่ผิวข้างทุกด้าน} = \frac{1}{2} \times \text{ความยาวเส้นรอบฐาน} \times \text{สูงเอียง}$$

**คำตอบของปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 พื้นที่ผิวของพีระมิด**

1.เรื่อง โฉร่างวัด (1)

โรงเรียนศรีสุทวิทยาได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพจัดงานวันภาษาไทย พร้อมทั้งได้รับมอบหมายให้เตรียมโฉร่างวัด ซึ่งแบ่งออกเป็นโฉร่างวัดชนะเลิศจำนวน 52 รางวัล และโฉร่างวัดชนะเลิศรวมสำหรับโรงเรียนที่ได้รับรางวัลชนะเลิศมากที่สุดอีก 1 รางวัล ลักษณะของโฉร่างวัดชนะเลิศเป็นรูปจำลองศิลาจารึก โดยส่วนตัวศิลาจารึกมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 3 นิ้ว มีส่วนสูงเป็น 4.2 นิ้ว และส่วนปลายยอดของศิลาจารึกเป็นปลายแหลม สำหรับโฉร่างวัดชนะเลิศรวมส่วนตัวโล่เป็นปริซึมฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ยาวด้านละ 3 นิ้ว มีส่วนสูง 6.2 นิ้วและส่วนปลายยอดเป็นปลายแหลม นอกจากนั้นโฉร่างวัดชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกมีปริมาตรทั้งหมด 40.2 ลูกบาศก์นิ้ว และพื้นที่ผิวปลายยอดของโฉร่างวัดชนะเลิศรวมเป็น 2.029 เท่าของพื้นที่ผิวปลายยอดของโฉร่างวัดชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก ในครั้งนี้ผู้ออกแบบได้จัดเตรียมแผ่นพลาสติกใสขนาด 3 x 50 ตารางนิ้ว จำนวน 29 แผ่น ไว้สำหรับทำโฉร่างวัดทั้งหมด ยกเว้นฐานของโฉร่างวัดชนะเลิศรวมที่เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าให้นักเรียนไม่ต้องตัดเองเพราะได้จัดเตรียมฐานสำเร็จรูปให้แล้ว นอกจากนั้นยังกล่าวว่าจำนวนแผ่นพลาสติกที่จัดเตรียมให้เพียงพอสำหรับการทำโฉร่างวัดทั้งหมด นักเรียนคิดว่าผู้ออกแบบกล่าวถูกต้องหรือไม่ มาลองช่วยกันตรวจสอบและทดลองทำโฉร่างวัดชนะเลิศด้วยกระดาษกลุ่มละ 1 อัน

วิธีทำ จากโจทย์เราทราบขนาดของโฉร่างวัดชนะเลิศซึ่งเป็นรูปจำลองศิลาจารึก โดยมีส่วนตัวศิลาจารึกมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 3 x 3 ตารางนิ้วและมีส่วนสูง 4.2 นิ้ว และมีส่วนปลายเป็นยอดแหลม

สามารถหาสูงเอียงของปลายยอดของโฉร่างวัดชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกได้ดังนี้

ให้ สูงตรงของปลายยอดโฉร่างวัดชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกยาว h_1 นิ้ว

ปริมาตรของโฉร่างวัดชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก

$$= \text{ปริมาตรของส่วนตัวศิลา} + \text{ปริมาตรของส่วนปลายยอด}$$

$$40.2 = (\text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง}) + \left(\frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูงตรง} \right)$$

$$40.2 = ((3 \times 3) \times 4.2) + \left(\frac{1}{3} \times (3 \times 3) \times h_1 \right)$$

$$40.2 = 37.8 + 3h_1$$

$$2.4 = 3h_1$$

$$\begin{aligned} h_1 &= \frac{2.4}{3} \\ &= 0.8 \end{aligned}$$

∴ สูงตรงของปลายยอดของโล่รางวัลรูปจำลองศิลาจารึกยาว 0.8 นิ้ว

จะหาสูงเอียงของส่วนปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกได้ดังนี้

ให้ สูงเอียงของปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกยาว h_2 นิ้ว

หาสูงเอียงของปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก (h_2) ดังนี้

$$\begin{aligned} h_2^2 &= (0.8)^2 + (1.5)^2 \\ &= 0.64 + 2.25 \\ &= 2.89 \end{aligned}$$

$$h_2 = 1.7$$

∴ สูงเอียงของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกยาว 1.7 นิ้ว หรือเป็นส่วนสูงของหน้า

ด้านข้างซึ่งเป็นด้านประกอบส่วนปลายยอดที่เป็นรูปสามเหลี่ยม

นั่นคือส่วนสูงของด้านประกอบปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศยาว 1.7 นิ้ว

∴ โล่รางวัลชนะเลิศรวมมีตัวโล่เป็นทรงปริซึมฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ยาวด้านละ 3 นิ้ว สูง 6.2 นิ้ว และส่วนปลายยอดเป็นปลายแหลม

ให้ สูงเอียงของส่วนปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวมยาว h_3 นิ้ว

พื้นที่ผิวปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวม = 2.029 เท่าของพื้นที่ผิวปลายยอดของ

โล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก

$$\therefore \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบฐาน} \times h_3 = 2.029 \times \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบฐาน} \times h_2$$

$$\frac{1}{2} \times (6 \times 3) \times h_3 = 2.029 \times \frac{1}{2} \times (4 \times 3) \times 1.7$$

$$9h_3 = 2.029 \times 6 \times 1.7$$

$$= 2.2995$$

$$h_3 \approx 2.3 \text{ นิ้ว}$$

∴ สูงเอียงของโล่รางวัลรวมชนะเลิศรวมยาวประมาณ 2.3 นิ้ว หรือเป็นส่วนสูงของด้าน

ประกอบส่วนปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวมซึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยม

นั่นคือส่วนสูงของด้านประกอบปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวมยาวประมาณ 2.3 นิ้ว

นั่นคือ เมื่อกำหนดแผ่นพลาสติกขนาด 3 x 50 ตารางนิ้วให้จะได้

1. โล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก ส่วนตัวศิลาจารึกมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ด้านยาวด้านละ 3 นิ้ว และสูง 4.2 และส่วนปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกเป็นปลายแหลมสูง 0.8 นิ้ว และ สูงเอียง 1.7 นิ้ว

1.1. ด้านประกอบส่วนตัวโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 3×4.2 ตารางนิ้ว

∴ โล่รางวัล 1 อัน มีด้านประกอบส่วนตัวโล่ 4 ด้าน

นั่นคือ โล่รางวัล จำนวน 52 อัน จะมี $52 \times 4 = 208$ ซีน

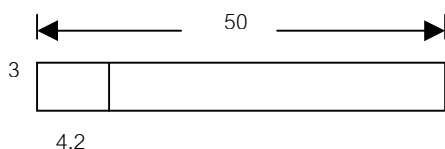
แผ่นพลาสติกหนึ่งแผ่น ตัดได้ $\frac{50}{4.2} \approx 11.905$ ซีน

หรือ คิดเป็น 11 ซีน เหลือเศษประมาณ 3.8 นิ้ว

∴ ถ้าทั้งหมดต้องใช้ 208 ซีน จะใช้แผ่นพลาสติก $\frac{208}{11} \approx 18.909$ แผ่น

หรือ ต้องใช้ 18 แผ่นกับอีก 42 นิ้ว (10 ซีน)

พลาสติกแผ่นที่ 19 จะเหลือเศษประมาณ 8 นิ้ว



1.2 ด้านประกอบส่วนปลายยอด เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า มี ฐานยาว 3 นิ้ว และสูง 1.7 นิ้ว

∴ โล่รางวัล 1 อัน มีด้านประกอบส่วนปลายยอด 4 ด้าน

นั่นคือ โล่รางวัล จำนวน 52 อัน จะมี $52 \times 4 = 208$ ซีน

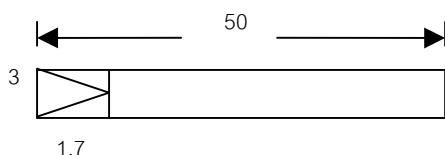
แผ่นพลาสติกหนึ่งแผ่น ตัดได้ $\frac{50}{1.7} \approx 29.412$ ซีน

หรือ คิดเป็น 29 ซีน เหลือเศษประมาณ 0.7 นิ้ว

∴ ถ้าทั้งหมดต้องใช้ 208 ซีน จะใช้แผ่นพลาสติก $\frac{208}{29} \approx 7.172$ แผ่น

หรือ ต้องใช้ 7 แผ่นกับอีก 8.5 นิ้ว (5 ซีน)

พลาสติกแผ่นที่ 8 จะเหลือเศษประมาณ 41.5 นิ้ว



1.3 ฐานของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 3×3 นิ้ว

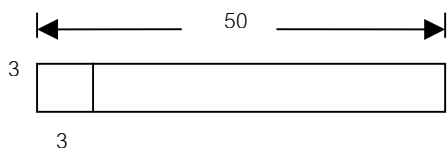
∴ โล่รางวัล 1 อัน มีฐาน 1 อัน

นั่นคือ โล่รางวัล จำนวน 52 อัน จะมีฐาน $52 \times 1 = 52$ ซีน

แผ่นพลาสติกหนึ่งแผ่น ตัดได้ $\frac{50}{3} \approx 16.667$ ซีน

หรือ คิดเป็น 16 ชิ้น เหลือเศษประมาณ 2 นิ้ว

∴ ถ้าทั้งหมดต้องใช้ 52 ชิ้น จะใช้แผ่นพลาสติก $\frac{52}{16} \approx 3.25$ แผ่น



หรือ ต้องใช้ 3 แผ่นกับอีก 18 นิ้ว (2 ชิ้น)

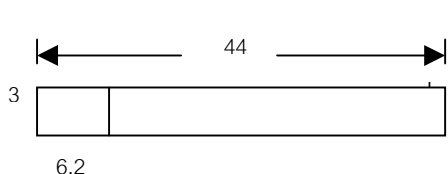
พลาสติกแผ่นที่ 4 จะเหลือเศษประมาณ 44 นิ้ว

2. โถรงวัลชนะเลิศรวม มีตัวโล่เป็นทรงปริซึมหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ยาวด้านละ 3 นิ้ว และสูง 6.2 นิ้ว ส่วนปลายยอดเป็นปลายแหลม

2.1.ด้านประกอบส่วนตัวโถรงวัลชนะเลิศรวม เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 3×6.2 ตารางนิ้ว

∴ โถรงวัล จำนวน 1 อัน จะมี $1 \times 6 = 6$ ชิ้น

คิดเป็น $6 \times 6.2 = 37.2$ นิ้ว



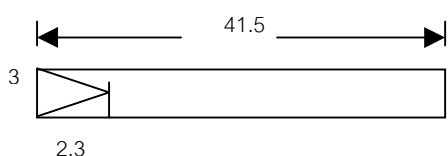
∴ ใช้ส่วนที่เหลือเศษจากการตัดฐานของโถรงวัลชนะเลิศจำลองศิลาจารึก จะได้ $44 - 37.2 = 6.8$ นิ้ว

ดังนั้นพลาสติกแผ่นที่ 4 ที่เหลือจากการตัดฐานโถรงวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก และ ด้านประกอบส่วนตัวโล่ของโถรงวัลชนะเลิศรวม จะเหลือเศษประมาณ $50 - 6.8 = 43.2$ นิ้ว

2.2 ด้านประกอบส่วนปลายยอดของโถรงวัลชนะเลิศรวม เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า มีฐานยาว 3 นิ้ว และสูง 2.3 นิ้ว

∴ โถรงวัล จำนวน 1 อัน จะมี $1 \times 6 = 6$ ชิ้น

คิดเป็น $6 \times 2.3 = 13.8$ นิ้ว



∴ ใช้ส่วนที่เหลือเศษจากการตัดด้านประกอบปลายยอดของโถรงวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก

จะได้ $41.5 - 13.8 = 27.7$ นิ้ว

ดังนั้นพลาสติกแผ่นที่ 9 ที่เหลือจากการตัดด้านประกอบปลายยอดของโถรงวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก และ ด้านประกอบส่วนปลายยอดของโถรงวัลชนะเลิศรวม จะเหลือเศษประมาณ $50 - 27.7 = 22.3$ นิ้ว

จะพบว่าใช้แผ่นพลาสติกขนาด 3×50 ตารางนิ้ว ดังนี้

1. ด้านประกอบส่วนตัวโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก คิดเป็น 18 แผ่น กับอีก 3×42 ตารางนิ้ว หรือ คิดเป็น 19 แผ่น

2. ด้านประกอบของส่วนปลายยอดโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก และด้านประกอบปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวม คิดเป็น 7 แผ่น กับอีก 3×22.3 ตารางนิ้ว หรือคิดเป็น 8 แผ่น

3.ฐานของรางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกและด้านประกอบส่วนตัวโล่รางวัลชนะเลิศรวมคิดเป็น 3 แผ่น กับอีก 3×43.2 ตารางนิ้ว หรือคิดเป็น 4 แผ่น

∴ ดังนั้นจะใช้แผ่นพลาสติกทั้งหมด $19 + 8 + 4 = 31$ แผ่น

ตอบ จะพบว่าผู้ออกแบบกล่าวไม่ถูกต้องเพราะต้องใช้แผ่นพลาสติกอย่างน้อย 31 แผ่น

2. เรื่องโล่รางวัล (2)

โรงเรียนศรีสุทิววิทยาได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพจัดงานวันภาษาไทย พร้อมทั้งได้รับมอบหมายให้เตรียมโล่รางวัล ซึ่งแบ่งออกเป็นโล่รางวัลชนะเลิศจำนวน 52 รางวัล และโล่รางวัลชนะเลิศรวมสำหรับโรงเรียนที่ได้รับรางวัลชนะเลิศมากที่สุดอีก 1 รางวัล ลักษณะของโล่รางวัลชนะเลิศเป็นรูปจำลองศิลาจารึก โดยส่วนตัวศิลาจารึกมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 2.4 นิ้ว มีส่วนสูงเป็น 3.6 นิ้ว และส่วนปลายยอดของศิลาจารึกเป็นปลายแหลม สำหรับโล่รางวัลชนะเลิศรวม ส่วนตัวโล่เป็นปริซึมฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ยาวด้านละ 2.4 นิ้ว มีส่วนสูง 4.2 นิ้วและส่วนปลายยอดเป็นปลายแหลม นอกจากนั้นโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกมีปริมาตรทั้งหมด 21.696 ลูกบาศก์นิ้ว และพื้นที่ผิวปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกเป็น 0.34667 เท่าของพื้นที่ผิวปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวม ในครั้งนี้ผู้ออกแบบได้จัดเตรียมแผ่นพลาสติกใสขนาด 2.4×50 ตารางนิ้ว จำนวน 24 แผ่น ไว้สำหรับทำโล่รางวัลทั้งหมด ยกเว้นฐานของโล่รางวัลชนะเลิศรวมที่เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ที่นักเรียนไม่ต้องตัดเองเพราะได้จัดเตรียมฐานสำเร็จรูปไว้แล้ว นอกจากนั้นยังกล่าวหาว่าจำนวนแผ่นพลาสติกที่จัดเตรียมให้เพียงพอสำหรับการทำโล่รางวัลทั้งหมด นักเรียนคิดว่าผู้ออกแบบกล่าวถูกต้องหรือไม่ มาลองช่วยกันตรวจสอบและทดลองทำโล่รางวัลชนะเลิศด้วยกระดาษกลุ่มละ 1 อัน

วิธีทำ จากโจทย์เราทราบขนาดของโล่รางวัลชนะเลิศซึ่งเป็นรูปจำลองศิลาจารึก โดยมีส่วนตัวศิลาจารึกมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2.4×2.4 ตารางนิ้วและมีส่วนสูง 3.6 นิ้ว มีส่วนปลายเป็นยอดแหลม

สามารถหาสูงเอียงของปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก ได้ดังนี้

ให้ สูงตรงของปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกยาว h_1 นิ้ว

ปริมาตรของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก

$$= \text{ปริมาตรของส่วนตัวศิลา} + \text{ปริมาตรของส่วนปลายยอด}$$

$$21.696 = (\text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง}) + \left(\frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูงตรง}\right)$$

$$21.696 = ((2.4 \times 2.4) \times 3.6) + \left(\frac{1}{3} \times (2.4 \times 2.4) \times h_1\right)$$

$$21.696 = 20.736 + \frac{1}{3} \times 5.76 \times h_1$$

$$21.696 - 20.736 = \frac{1}{3} \times 5.76 \times h_1$$

$$0.96 = \frac{1}{3} \times 5.76 \times h_1$$

$$h_1 = \frac{0.96 \times 3}{5.76}$$

$$= 0.5$$

$\therefore$ สูงตรงของปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกเป็น 0.5 นิ้ว

จะหาสูงเอียงของส่วนปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกได้ดังนี้

ให้ สูงเอียงของปลายยอดโล่รูปจำลองศิลาจารึกยาว h_2 นิ้ว

หาสูงเอียงของปลายยอดโล่รูปจำลองศิลาจารึก (h_2) ดังนี้

$$h_2^2 = (0.5)^2 + \left(\frac{2.4}{2}\right)^2$$

$$= (0.5)^2 + (1.2)^2$$

$$= 0.25 + 1.44$$

$$= 1.69$$

$$h_2 = 1.3$$

$\therefore$ สูงเอียงของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกยาว 1.3 นิ้ว หรือเป็นส่วนสูงของหน้า

ด้านข้างซึ่งเป็นด้านประกอบส่วนปลายยอดที่เป็นรูปสามเหลี่ยม

นั่นคือส่วนสูงของด้านประกอบปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศยาว 1.3 นิ้ว

โล่รางวัลชนะเลิศรวมมีตัวโล่เป็นทรงปริซึมฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ยาวด้านละ 2.4 นิ้ว สูง 4.2 นิ้ว และส่วนปลายยอดเป็นปลายแหลม

ให้ สูงเอียงของส่วนปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวมยาว h_3 นิ้ว

จากพื้นที่ปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก

$$= 0.34667 \text{ เท่าของพื้นที่ปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวม}$$

$$\therefore \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบฐาน} \times h_2 = 0.34667 \times \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบฐาน} \times h_3$$

$$\frac{1}{2} \times 4(2.4) \times 1.3 = 0.34667 \times \frac{1}{2} \times 6(2.4) \times h_3$$

$$6.24 = 0.34667 \times 7.2 h_3$$

$$h_3 = \frac{6.24}{0.34667} \times \frac{1}{7.2}$$

$$\approx 2.499975$$

$$\approx 2.50 \text{ นิ้ว}$$

$\therefore$ สูงเอียงของโล่รางวัลชนะเลิศรวมยาวประมาณ 2.5 นิ้วหรือ เป็นส่วนสูงของด้านประกอบส่วนปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวมซึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยม

$\therefore$ ส่วนสูงของด้านประกอบปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวมยาวประมาณ 2.50 นิ้ว

นั่นคือ เมื่อกำหนดแผ่นพลาสติกขนาด 2.4×50 ตารางนิ้ว ให้จะได้

1. โล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก ส่วนตัวศิลาจารึกมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสด้านยาวด้านละ 2.4 นิ้ว และสูง 3.6 และส่วนปลายยอดของโล่รางวัลรูปจำลองศิลาจารึกเป็นปลายแหลม สูง 0.5 นิ้ว และสูงเอียง 1.3 นิ้ว

1.1. ด้านประกอบส่วนตัวโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 2.4×3.6 ตารางนิ้ว

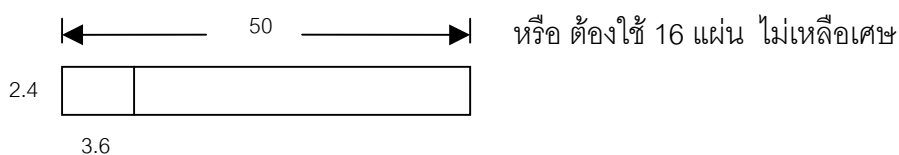
$\therefore$ โล่รางวัล 1 อัน มีด้านประกอบส่วนตัวโล่ 4 ด้าน

นั่นคือ โล่รางวัล จำนวน 52 อัน จะมี $52 \times 4 = 208$ ชิ้น

$$\text{แผ่นพลาสติกหนึ่งแผ่น ตัดได้ } \frac{50}{3.6} \approx 13.889$$

หรือ คิดเป็น 13 ชิ้น เหลือประมาณเศษ 3.2 นิ้ว

$$\therefore \text{ถ้าทั้งหมดต้องใช้ } 208 \text{ ชิ้น จะใช้แผ่นพลาสติก } \frac{208}{13} = 16 \text{ แผ่น}$$



1.2 ด้านประกอบส่วนปลายยอดของโล่รางวัลรูปจำลองศิลาจารึก เป็นรูปสามเหลี่ยม ด้านเท่ามุมเท่า มีฐานยาว 2.4 นิ้ว และสูง 1.3 นิ้ว

∴ โล่รางวัล 1 อัน มีด้านประกอบส่วนตัวโล่ 4 ด้าน

นั่นคือ โล่รางวัล จำนวน 52 อัน จะมี $52 \times 4 = 208$ ชิ้น

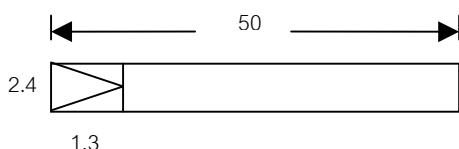
แผ่นพลาสติกหนึ่งแผ่น ตัดได้ $\frac{50}{1.3} \approx 38.462$ ชิ้น

หรือ คิดเป็น 38 ชิ้น เหลือเศษประมาณ 0.6 นิ้ว

∴ ถ้าทั้งหมดต้องใช้ 208 ชิ้น จะใช้แผ่นพลาสติก $\frac{208}{38} \approx 5.474$ แผ่น

หรือ ต้องใช้ 5 แผ่นกับอีก 13 นิ้ว (10 ชิ้น)

แผ่นที่ 6 จะเหลือเศษยาวประมาณ 37 นิ้ว



1.3 ฐานของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2.4×2.4 นิ้ว

∴ โล่รางวัล 1 อัน มีด้านฐาน 1 อัน

นั่นคือ โล่รางวัล จำนวน 52 อัน จะมีฐาน $52 \times 1 = 52$ ชิ้น

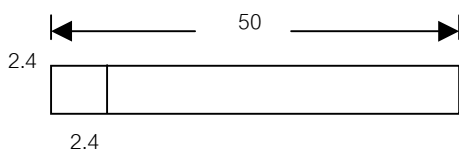
แผ่นพลาสติกหนึ่งแผ่น ตัดได้ $= \frac{50}{2.4} \approx 20.833$ ชิ้น

หรือ คิดเป็น 20 ชิ้น เหลือเศษประมาณ 2 นิ้ว

∴ ถ้าทั้งหมดต้องใช้ 52 ชิ้น จะใช้แผ่นพลาสติก $\frac{52}{20} \approx 2.6$ แผ่น

หรือ ต้องใช้ 2 แผ่นกับอีก 28.8 นิ้ว (12 ชิ้น)

แผ่นที่ 3 จะเหลือเศษยาวประมาณ 21.2 นิ้ว

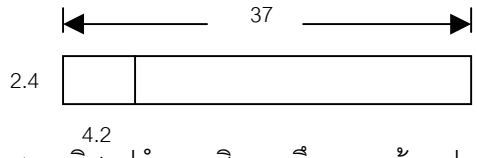


2. โล่รางวัลชนะเลิศรวม มีตัวโล่เป็นทรงปริซึมหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ด้านยาวด้านละ 2.4 นิ้ว และสูง 4.2 นิ้ว ส่วนปลายยอดเป็นปลายแหลม

2.1.ด้านประกอบส่วนตัวโล่รางวัลชนะเลิศรวม เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 2.4×4.2 ตารางนิ้ว

∴ โล่รางวัล จำนวน 1 อัน จะมี $1 \times 6 = 6$ ชิ้น

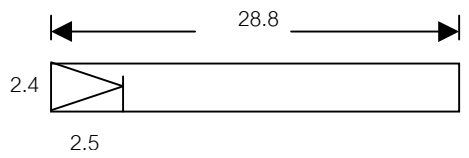
คิดเป็น $6 \times 4.2 = 25.2$ นิ้ว


 2.4 37 4.2

$\therefore$ ใช้ส่วนที่เหลือเศษจากการตัดฐานของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก จะได้ $37 - 25.2 = 11.8$ นิ้ว
 ดังนั้นพลาสติกแผ่นที่ 3 ที่เหลือจากการตัดฐานโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก และ ด้านประกอบส่วนตัวโล่ของโล่รางวัลชนะเลิศรวม จะเหลือเศษประมาณ $50 - 11.8 = 38.2$ นิ้ว

2.2 ด้านประกอบส่วนปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวม เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า มี ฐานยาว 2.4 นิ้ว และสูง 2.5 นิ้ว

$\therefore$ โล่รางวัล จำนวน 1 อัน จะมี $1 \times 6 = 6$ ชิ้น


 2.4 28.8 2.5

คิดเป็น $6 \times 2.5 = 15$ นิ้ว
 $\therefore$ ใช้ส่วนที่เหลือเศษจากการตัดด้านประกอบปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก
 จะได้ $28.8 - 15 = 13.8$ นิ้ว

ดังนั้นพลาสติกแผ่นที่ 6 ที่เหลือจากการตัดด้านประกอบส่วนปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกและโล่รางวัลชนะเลิศรวม จะเหลือเศษประมาณ $50 - 13.8 = 36.2$ นิ้ว

จะพบว่าใช้แผ่นพลาสติกขนาด 2.4×50 ตารางนิ้ว ดังนี้

1. ด้านประกอบส่วนตัวโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึก คิดเป็น 16 แผ่น
2. ด้านประกอบของส่วนปลายยอดโล่รางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกและด้านประกอบส่วนตัวโล่รางวัลชนะเลิศรวม คิดเป็น 5 แผ่นกับอีก 2.4×38.2 ตารางนิ้ว หรือคิดเป็น 6 แผ่น
3. ฐานของรางวัลชนะเลิศรูปจำลองศิลาจารึกและด้านประกอบปลายยอดของโล่รางวัลชนะเลิศรวม คิดเป็น 2 แผ่น กับอีก 2.4×36.2 ตารางนิ้ว หรือคิดเป็น 3 แผ่น

$\therefore$ ดังนั้นจะใช้แผ่นพลาสติกทั้งหมด $16 + 6 + 3 = 25$ แผ่น

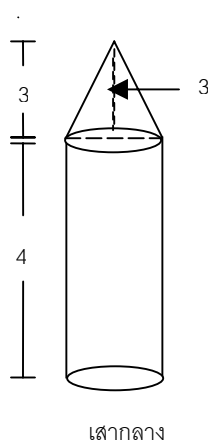
ตอบ จะพบว่าผู้ออกแบบกล่าวไม่ถูกต้องเพราะต้องใช้แผ่นพลาสติกอย่างน้อย 25 แผ่น

**คำตอบของปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พื้นที่ผิวของกรวย**

1 เรื่องเสาสามต้น (1)

ประตู่ทางเข้าสวนสนุกแห่งหนึ่ง มีเสาอยู่ 3 ต้น ซึ่งแต่ละต้นจะมีส่วนของตัวเสาเป็นเสากกลมตรง มีส่วนปลายเป็นยอดแหลม โดยเสาอันกลางมีส่วนตัวเสาสูง 4 เมตร ส่วนสูงทั้งหมดของต้นเสาคือ $\frac{7}{4}$ เท่าของส่วนตัวเสา และความยาวรอบตัวเสาเป็น $7\frac{6}{7}$ เมตร ส่วนเสาที่อยู่ข้างๆ ทั้ง 2 ต้น มีขนาดเท่ากันและมีความสูงจากพื้นดินถึงยอดแหลมรวมกันสองต้นเป็น $11\frac{1}{5}$ เมตร เสาแต่ละต้นมีความยาวรอบตัวเสาเป็น $6\frac{2}{7}$ เมตร และความสูงของส่วนตัวเสากกลมทั้งสองต้นรวมกันเป็น $2\frac{2}{15}$ เท่าของความสูงของส่วนปลายยอดของเสากลาง นอกจากนี้เสาข้างทั้งสองต้นมีพื้นที่ทั้งหมดรวมกันเป็น 36.456 ตารางเมตร ทางสวนสนุกมีนโยบายจะทาสีใหม่โดยส่วนตัวเสาจะทาสีชมพูและส่วนปลายยอดเสาคือทาสีส้ม ค่าแรงในการทาสีส่วนตัวเสาคิดตารางเมตรละ 275 บาท แต่ส่วนปลายยอดจะแพงกว่าตารางเมตรละ 50 บาท แต่เมื่อจ่ายค่าแรงเรียบร้อยแล้ว ผู้ออกแบบเสาทั้ง 3 ต้นนี้บอกว่าได้แจ้งข้อมูลเกี่ยวกับรัศมีของเสากลางน้อยกว่ารัศมีจริงไป 0.450 เมตร ดังนั้นทางฝ่ายช่างทาสีจึงต้องการค่าแรงส่วนที่ขาดหายไป อยากทราบว่าทางสวนสนุกจะต้องจ่ายเงินค่าแรงเพิ่มเติมเท่าใดและรวมทั้งสิ้นแล้วต้องจ่ายเงินเป็นจำนวนเท่าใด

วิธีทำ



พิจารณาเสากลาง

ให้ ส่วนตัวเสาของเสากลางยาว h_1 เมตร

$\therefore$ ส่วนสูงของตัวเสา (h_1) ยาว 4 เมตร

$$\begin{aligned}\therefore \text{ส่วนสูงทั้งหมดของตัวเสา} &= \frac{7}{4} \text{ เท่าของส่วนตัวเสา} \\ &= \frac{7}{4} \times 4\end{aligned}$$

ส่วนสูงทั้งหมดของต้นเสายาว 7 เมตร

และจะได้ว่า ส่วนปลายยอดของเสาสูง 3 เมตร

∴ ความยาวรอบส่วนตัวเสายาว $7\frac{6}{7}$ เมตร

ให้ รัศมีของเสากลางยาว r_1 เมตร จะได้

$$\begin{aligned} 2\pi r_1 &= \frac{55}{7} \\ 2 \times \frac{22}{7} \times r_1 &\approx \frac{55}{7} \\ r_1 &= \frac{55}{7} \times \frac{7}{22} \times \frac{1}{2} \\ &= \frac{55}{44} = 1\frac{1}{4} \end{aligned}$$

∴ เสากลางมีรัศมี(r_1)ยาวประมาณ $1\frac{1}{4}$ เมตร

ส่วนปลายยอดของเสากลางมีลักษณะเป็นปลายแหลม

ให้ สูงเอียงของส่วนปลายยอดของเสากลาง ยาว ℓ_1 เมตร

หาสูงเอียงของส่วนปลายยอดของเสากลาง(ℓ_1) ดังนี้

$$\begin{aligned} \ell_1^2 &= 3^2 + \left(1\frac{1}{4}\right)^2 \\ &= 9 + \left(\frac{5}{4}\right)^2 \\ &= 9 + \frac{25}{16} \\ &= \frac{144 + 25}{16} \\ &= \frac{169}{16} \\ \ell_1 &= \frac{13}{4} \end{aligned}$$

∴ ส่วนปลายยอดของเสากลางมีสูงเอียงยาว $\frac{13}{4}$ เมตร

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ผิวของส่วนตัวต้นเสากลาง} &= 2\pi r_1 h_1 \\ &= 2 \times \pi \times \left(1\frac{1}{4}\right) \times 4 \\ &= 2 \times \pi \times \left(\frac{5}{4}\right) \times 4 \\ &= 2 \times \pi \times 5 \\ &= 10\pi \end{aligned}$$

$$\approx 10 \times \frac{22}{7}$$

$$= \frac{220}{7}$$

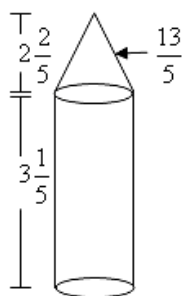
≈ 31.429 ตารางเมตร

$\therefore$ พื้นที่ผิวของส่วนตัวตันเสากลางประมาณ 31.429 ตารางเมตร

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ผิวของส่วนปลายยอดเสากลาง} &= \pi r_1 \ell_1 \\ &= \pi \times \left(1\frac{1}{4}\right) \times \frac{13}{4} \\ &\approx \frac{22}{7} \times \frac{5}{4} \times \frac{13}{4} \\ &= \frac{11}{7} \times \frac{5}{2} \times \frac{13}{4} \\ &= \frac{715}{56} \\ &\approx 12.768 \text{ ตารางเมตร} \end{aligned}$$

$\therefore$ พื้นที่ผิวของส่วนปลายยอดประมาณ 12.768 ตารางเมตร

พิจารณาเสาข้างทั้ง 2 ต้น



เสาข้าง 2 ต้น มีขนาดเท่ากัน

มีความสูงรวมกันยาว $11\frac{1}{5}$ เมตร

$$\begin{aligned} \therefore \text{เสาข้างแต่ละต้นจะสูง} \quad 11\frac{1}{5} \times \frac{1}{2} &= \frac{56}{5} \times \frac{1}{2} \\ &= \frac{28}{5} \end{aligned}$$

นั่นคือเสาข้างแต่ละต้นสูงต้นละ $\frac{28}{5}$ หรือ $5\frac{3}{5}$ เมตร

ให้ ส่วนตัวเสาข้างแต่ละต้นสูง h_2 เมตร

ความสูงของส่วนตัวเสาข้างทั้งสองต้นเท่ากับ $2\frac{2}{15}$ เท่าของความสูงของส่วน

ปลายยอดของเสากลาง

$$\begin{aligned} &= 2\frac{2}{15} \times 3 \\ &= \frac{32}{15} \times 3 \\ &= \frac{32}{5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{ส่วนตัวเสาข้างแต่ละต้น}(h_2) \text{ มีความสูง} &= \frac{32}{5} \times \frac{1}{2} \\ &= \frac{16}{5} \text{ เมตร}\end{aligned}$$

$$\text{จะได้ส่วนปลายยอดสูง } \frac{28}{5} - \frac{16}{5} = \frac{12}{5} \text{ เมตร}$$

$$\text{ปลายยอดของเสาข้างแต่ละต้นจะสูง } \frac{12}{5} \text{ หรือ } 2\frac{2}{5} \text{ เมตร}$$

ให้รัศมีของเสาข้างแต่ละต้นยาว r_2 เมตร

$$\text{ความยาวรอบส่วนตัวเสาของเสาข้าง} = 6\frac{2}{7} = \frac{44}{7} \text{ เมตร}$$

$$2\pi r_2 = \frac{44}{7}$$

$$\begin{aligned}r_2 &= \frac{44}{7} \times \frac{1}{2\pi} \\ &\approx \frac{44}{7} \times \frac{7}{22} \times \frac{1}{2} \\ &\approx 1\end{aligned}$$

$\therefore$ เสาข้างแต่ละต้นมีรัศมี(r_2)ยาวเท่ากับ 1 เมตร

ส่วนปลายยอดของเสาข้างแต่ละต้นมีลักษณะเป็นปลายแหลม

ให้ สูงเอียงของส่วนปลายยอดของเสาข้างแต่ละต้นยาว ℓ_2 เมตร

สูงเอียงของส่วนปลายยอดของเสาข้างแต่ละต้น (ℓ_2) ดังนี้

$$\begin{aligned}\ell_2^2 &= \left(2\frac{2}{5}\right)^2 + (1)^2 \\ &= \left(\frac{12}{5}\right)^2 + 1^2 \\ &= \frac{144}{25} + 1 \\ &= \frac{144}{25} + \frac{25}{25} \\ &= \frac{169}{25} \\ \ell_2 &= \frac{13}{5} = 2\frac{3}{5}\end{aligned}$$

$\therefore$ ส่วนปลายยอดของเสาข้างแต่ละต้นมีสูงเอียง (ℓ_2)ยาว $2\frac{3}{5}$ เมตร

$$\begin{aligned}
\text{พื้นที่ผิวของส่วนตัวเสาของเสาข้าง} &= 2\pi_2 h \\
&\approx 2 \times \frac{22}{7} \times 1 \times \frac{16}{5} \\
&= \frac{44}{7} \times \frac{16}{5} \\
&= \frac{704}{35} \\
&\approx 20.114
\end{aligned}$$

∴ เสาข้าง 2 ต้น จะมีพื้นที่ผิวของส่วนตัวเสา $2 \times 20.114 = 40.228$ ตร.เมตร

$$\begin{aligned}
\text{พื้นที่ผิวของส่วนปลายยอดของเสาข้าง} &= \pi_2 \ell_2 \\
&\approx \frac{22}{7} \times 1 \times 2 \frac{3}{5} \\
&= 8.171 \text{ ตารางเมตร}
\end{aligned}$$

ดังนั้นจะพบว่า

เสากลาง มี พื้นที่ผิวของส่วนตัวเสาเป็น 31.429 ตารางเมตร

พื้นที่ผิวของส่วนปลายยอดเสาเป็น 12.768 ตารางเมตร

เสาข้างทั้งสองต้น มีพื้นที่ผิวของส่วนตัวเสาเป็น $2(20.147) = 40.228$ ตารางเมตร

พื้นที่ผิวของส่วนปลายยอดเสาเป็น $2(8.171) = 16.342$ ตารางเมตร

ค่าแรงในการทาสีส่วนตัวเสาทั้ง 3 ต้น คิดตารางเมตรละ 275 บาท

$$\begin{aligned}
\therefore \text{คิดเป็นเงิน } (31.429 + 40.228) \times 275 &= 71.657 \times 275 \\
&= 19,705.675 \text{ บาท}
\end{aligned}$$

ค่าแรงในการทาสีส่วนปลายยอดเสาทั้ง 3 ต้น

คิดแพงกว่าการทาสีส่วนตัวเสา ตารางเมตรละ 50 บาท

ค่าแรงตารางเมตรละ $275 + 50 = 325$ บาท

$$\begin{aligned}
\text{คิดเป็นเงินค่าทาสีส่วนปลายยอดทั้งสามต้น} &= (12.768 + 16.342) \times 325 \\
&= 29.11 \times 325 \\
&= 9,460.75 \text{ บาท}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{ดังนั้น รวมเป็นเงินค่าทาสีทั้งหมด} &= \text{ค่าแรงทาสีส่วนตัวเสาทั้งสามต้น} \\
&\quad + \text{ค่าแรงทาสีส่วนปลายเสาข้างทั้งสามต้น} \\
&= 19,705.675 + 9,460.75 = 29,166.425 \text{ บาท}
\end{aligned}$$

แต่ผู้ออกแบบแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับรัศมีของเสากลางน้อยกว่ารัศมีของเสาจริง 0.450 เมตร

จากข้อมูลเดิมเสากลางมีรัศมี (r_1) ยาว $1\frac{1}{4}$ เมตร

ให้รัศมีจริงของเสากลางยาว r_3 เมตร

$$\begin{aligned}\text{เสากลางมีรัศมีจริง } (r_3) &= 1\frac{1}{4} + 0.45 \\ &= 1.25 + 0.45 \\ &= 1.7 \text{ เมตร}\end{aligned}$$

$\therefore$ รัศมีจริงของเสากลาง(r_3) ยาว 1.7 เมตร

ให้เสากลางมีส่วนตัวเสาสูง h_3 เมตร

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวจริงของส่วนตัวเสากลาง} &= 2\pi r_3 h_1 \\ &= 2 \times \pi \times (1.7) \times 4 \\ &\approx 2 \times \frac{22}{7} \times (1.7) \times 4 \\ &= 42.743 \text{ ตารางเมตร}\end{aligned}$$

$\therefore$ ส่วนตัวเสากลางมีพื้นที่ผิวจริงประมาณ 42.743 ตารางเมตร

ส่วนปลายยอดเสากลางจะมีลักษณะเป็นปลายแหลม

ให้ สูงเอียงจริงของปลายยอดยาว ℓ_3 เมตร

$$\begin{aligned}\ell_3^2 &= 3^2 + (1.7)^2 \\ &= 9 + 2.89 \\ &= 11.89 \\ \ell_3 &\approx 3.448\end{aligned}$$

ส่วนปลายยอดของเสากลางแต่ละต้นมีสูงเอียงจริง(ℓ_3)ยาวประมาณ 3.448 เมตร

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวจริงของส่วนปลายยอด} &= \pi \ell_3 \\ &\approx \frac{22}{7} \times 1.7 \times 3.448 \\ &\approx 18.422 \text{ ตารางเมตร}\end{aligned}$$

$\therefore$ ส่วนปลายยอดของเสากลางมีพื้นที่ผิวจริงยาวประมาณ 18.422 ตารางเมตร

ค่าแรงในการทาสีส่วนตัวเสาของเสากลางตามข้อมูลใหม่ คิดตารางเมตรละ 275 บาท

พื้นที่ผิวของส่วนตัวเสา = 42.743 ตารางเมตร

คิดเป็นเงินค่าทาสีส่วนตัวเสา = $42.743 \times 275 = 11,754.325$ บาท

ค่าแรงในการทาสีส่วนปลายยอดของเสากลางตามข้อมูลใหม่

คิดแพงกว่าส่วนตัวเสาตารางเมตรละ 50 บาท

ดังนั้นคิดตารางเมตรละ $275 + 50 = 325$ บาท

พื้นที่ผิวของส่วนปลายยอด = 18.422 ตารางเมตร

คิดเป็นเงินค่าทาสีส่วนปลายยอดทั้งหมด = $18.422 \times 325 = 5,987.15$ บาท

เงินค่าทาสีเสากลางตามข้อมูลใหม่ = ค่าทาสีส่วนตัวเสา + ค่าทาสีส่วนปลายเสา

$$= 11,754.325 + 5,987.15 \text{ บาท}$$

$$= 17,741.475 \text{ บาท}$$

จากข้อมูลเดิมจ่ายเงินค่าแรงในการทาสีเสากลาง = $(31.429 \times 275) + (12.768 \times 325)$

$$= 8,642.975 + 4,149.6$$

$$= 12,792.575 \text{ บาท}$$

ดังนั้น จะจ่ายเงินค่าแรงในการทาสีเสากลางเพิ่ม

$$= \text{ค่าแรงทาสีตามข้อมูลใหม่} - \text{ค่าแรงทาสีตามข้อมูลเดิม}$$

$$= 17,741.475 - 12,792.575$$

$$= 4,948.9 \text{ บาท}$$

ดังนั้นทางสวนสนุกจะต้องจ่ายเงินทั้งหมด

$$= \text{เงินที่จ่ายครั้งแรก} + \text{เงินส่วนที่ต้องจ่ายเพิ่ม}$$

$$= 29,166.425 + 4,948.9$$

$$= 34,115.325 \text{ บาท}$$

ตอบ จะต้องจ่ายเงินเพิ่มจำนวน 4,948.9 บาท

และรวมจ่ายเงินทั้งหมดเป็น 34,115.325 บาท

2. เรือเสาสามต้น (2)

ประตู่ทางเข้าสวนสนุกแห่งหนึ่ง มีเสาอยู่ 3 ต้น ซึ่งแต่ละต้นจะมีส่วนของตัวเสาเป็นเสากลมตรง มีส่วนปลายเป็นยอดแหลม โดยเสาอันกลางมีส่วนตัวเสาสูง $4\frac{1}{2}$ เมตร ส่วนตัวเสาสูงเป็น $\frac{9}{7}$ เท่าของปลายยอด ความยาวรอบตัวเสาเป็น $7\frac{6}{7}$ เมตร ส่วนเสาที่อยู่ข้างๆ ทั้ง 2 ต้น มีขนาดเท่ากัน และมีความสูงจากพื้นดินถึงยอดแหลมรวมกันสองต้นเป็น $13\frac{1}{5}$ เมตร เสาแต่ละต้นมีความยาวรอบตัวเสาเป็น $6\frac{2}{7}$ เมตร และความสูงของส่วนตัวเสากลมทั้งสองต้นรวมกันเป็น $2\frac{4}{35}$ เท่าของความสูงของส่วนปลายยอดของเสากลาง นอกจากนี้เสาข้างทั้งสองต้นมีพื้นที่ทั้งหมดรวมกันเป็น 42.54 ตารางเมตร ทางสวนสนุกมีนโยบายจะทาสีใหม่โดยส่วนตัวเสาจะทาสีชมพูและส่วนปลายยอดเสาจะทาสีส้ม ค่าแรงในการทาสีส่วนตัวเสาคิดตารางเมตรละ 265 บาท แต่ส่วนปลายยอดจะแพงกว่าตารางเมตรละ 55 บาท แต่เมื่อจ่ายค่าแรงเรียบร้อยแล้ว ผู้ออกแบบเสาทั้ง 3 ต้นนี้บอกว่าได้แจ้งข้อมูลเกี่ยวกับรัศมีของเสากลางน้อยกว่ารัศมีจริงไป 0.53 เมตร ดังนั้นทางฝ่ายช่างทาสีจึงต้องการค่าแรงส่วนที่ขาดหายไป อยากทราบว่าทางสวนสนุกจะต้องจ่ายเงินค่าแรงเพิ่มเติมเท่าใดและรวมทั้งสิ้นแล้วต้องจ่ายเงินเป็นจำนวนเท่าใด

วิธีทำ

พิจารณาเสากลาง

ให้ส่วนสูงของตัวเสากลางยาว h_1 เมตร

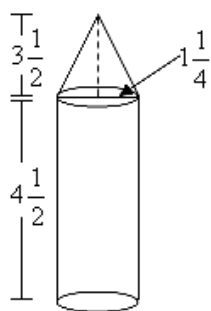
ส่วนสูงของตัวเสา (h_1) ยาว $4\frac{1}{2}$ เมตร

$\therefore$ ส่วนสูงของต้นเสา = $\frac{9}{7}$ เท่าของส่วนปลายยอด

$$4\frac{1}{2} = \frac{9}{7} \times \text{ส่วนสูงของปลายยอด}$$

$$\begin{aligned} \text{ส่วนสูงของปลายยอด} &= 4\frac{1}{2} \times \frac{7}{9} \\ &= \frac{9}{2} \times \frac{7}{9} \\ &= \frac{7}{2} = 3\frac{1}{2} \end{aligned}$$

$\therefore$ ส่วนสูงของปลายยอดของเสากลางสูง $3\frac{1}{2}$ เมตร



ความยาวรอบส่วนตัวเสายาว $7\frac{6}{7}$ เมตร

ให้ รัศมีของเสากลางยาว r_1 เมตร

$$\begin{aligned} 2\pi r_1 &= 7\frac{6}{7} \\ 2 \times \frac{22}{7} \times r_1 &\approx \frac{55}{7} \\ r_1 &= \frac{55}{7} \times \frac{7}{22} \times \frac{1}{2} \\ &= \frac{55}{44} = 1\frac{1}{4} \end{aligned}$$

$\therefore$ เสากลางมีรัศมี (r_1) ยาวประมาณ $1\frac{1}{4}$ เมตร

ส่วนปลายยอดของเสากลางมีลักษณะเป็นปลายแหลม

ให้ สูงเอียงของส่วนปลายยอดของเสากลางยาว ℓ_1 เมตร

หา สูงเอียงของส่วนปลายยอดของเสากลาง (ℓ_1) ดังนี้

$$\begin{aligned} \ell_1^2 &= \left(3\frac{1}{2}\right)^2 + \left(1\frac{1}{4}\right)^2 \\ &= \left(\frac{7}{2}\right)^2 + \left(\frac{5}{4}\right)^2 \\ &= \frac{49}{4} + \frac{25}{16} \\ &= \frac{196 + 25}{16} \\ &= \frac{221}{16} \\ \ell_1 &= \frac{\sqrt{221}}{4} \end{aligned}$$

$\therefore$ ส่วนปลายยอดของเสากลางมีสูงเอียง(ℓ_1) ยาว $\frac{\sqrt{221}}{4}$ เมตร

พื้นที่ผิวของส่วนตัวต้นเสากลาง = $2\pi r_1 h_1$

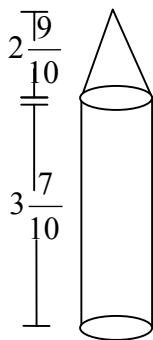
$$\begin{aligned} &= 2 \times \pi \times \left(1\frac{1}{4}\right) \times 4\frac{1}{2} \\ &= 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{5}{4} \times \frac{9}{2} \\ &\approx 35.357 \text{ ตารางเมตร} \end{aligned}$$

$\therefore$ พื้นที่ผิวของส่วนตัวต้นเสากลางประมาณ 35.357 ตารางเมตร

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่ผิวของส่วนปลายยอดเสากลาง} &= \pi r_1 \ell_1 \\
 &= \pi \times \left(1\frac{1}{4}\right) \times \frac{\sqrt{221}}{4} \\
 &\approx \frac{22}{7} \times \frac{5}{4} \times \frac{\sqrt{221}}{4} \\
 &\approx 14.600 \text{ ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

∴ พื้นที่ผิวของส่วนปลายยอดประมาณ 14.600 ตารางเมตร

พิจารณาเสาข้างทั้ง 2 ต้น



เสาข้างทั้ง 2 ต้น มีขนาดเท่ากัน

มีความสูงรวมกันเป็น $13\frac{1}{5}$ เมตร

$$\begin{aligned}
 \text{เสาข้างแต่ละต้นสูง} \quad 13\frac{1}{5} \times \frac{1}{2} &= \frac{66}{5} \times \frac{1}{2} \\
 &= \frac{33}{5}
 \end{aligned}$$

นั่นคือเสาข้างแต่ละต้นสูงต้นละ $\frac{33}{5}$ หรือ $6\frac{3}{5}$ เมตร

ให้ ส่วนสูงของส่วนตัวเสาของเสาข้างแต่ละต้นยาว h_2 เมตร

ความสูงของส่วนตัวเสาข้างทั้งสองต้นเท่ากับ $2\frac{4}{35}$ เท่าของความสูงของส่วนปลายยอด
ของเสากลาง

$$\begin{aligned}
 &= 2\frac{4}{35} \times 3\frac{1}{2} \\
 &= \frac{74}{35} \times \frac{7}{2} \\
 &= \frac{37}{5}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้นเสาข้างแต่ละต้นมีส่วนตัวเสา}(h_2) \text{ ยาว} &= \frac{37}{5} \times \frac{1}{2} \\
 &= \frac{37}{10} \text{ เมตร}
 \end{aligned}$$

$$\text{จะได้ส่วนปลายยอดของเสาข้างสูง} \quad \frac{33}{5} - \frac{37}{10} = \frac{66}{10} - \frac{37}{10} = \frac{29}{10} \text{ เมตร}$$

∴ ปลายยอดของเสาข้างแต่ละต้นสูง $\frac{29}{10}$ หรือ $2\frac{9}{10}$ เมตร

ให้ รัศมีของเสาข้างแต่ละต้นยาว r_2 เมตร

$$\text{ความยาวรอบส่วนตัวเสาของเสาข้าง} = \frac{44}{7} \text{ เมตร}$$

$$2\pi r_2 = \frac{44}{7}$$

$$r_2 = \frac{44}{7} \times \frac{7}{22} \times \frac{1}{2}$$

$$r_2 = 1$$

$\therefore$ เสาข้างแต่ละต้นมีรัศมี (r_2) ยาว 1 เมตร

ส่วนปลายยอดของเสาข้างมีลักษณะเป็นปลายแหลม

ให้ สูงเอียงของส่วนปลายยอดของเสาข้าง ยาว ℓ_2 เมตร

$$\ell_2^2 = \left(2\frac{9}{10}\right)^2 + (1)^2$$

$$= \left(\frac{29}{10}\right)^2 + 1^2$$

$$= \frac{841}{100} + \frac{100}{100}$$

$$= \frac{941}{100}$$

$$\ell_2 = \frac{\sqrt{941}}{10}$$

$\therefore$ ส่วนปลายยอดของเสาข้างแต่ละต้นมีสูงเอียง (ℓ_2) ยาว $\frac{\sqrt{941}}{10}$ เมตร

$$\text{พื้นที่ผิวของส่วนตัวเสาของเสาข้าง} = 2\pi r_2 h_2$$

$$\approx 2 \times \frac{22}{7} \times 1 \times \frac{37}{10}$$

$$= \frac{44}{7} \times \frac{37}{10}$$

$$\approx 23.257 \text{ ตารางเมตร}$$

$\therefore$ เสาข้างแต่ละต้นจะมีพื้นที่ผิวส่วนตัวเสา 23.257 ตารางเมตร

$$\text{พื้นที่ผิวของส่วนปลายเสาของเสาข้าง} = \pi r_2 \ell_2$$

$$= \frac{22}{7} \times 1 \times \frac{\sqrt{941}}{10}$$

$$= 9.641 \text{ ตารางเมตร}$$

$\therefore$ เสาข้างแต่ละต้นจะมีพื้นที่ผิวส่วนปลายยอด 9.641 ตารางเมตร

ดังนั้นจะพบว่า

เสากลาง มีพื้นที่ผิวของส่วนตัวเสาเป็น 35.357 ตารางเมตร

พื้นที่ผิวของส่วนปลายยอดเป็น 14.600 ตารางเมตร

เสาข้างทั้งสองต้น มีพื้นที่ผิวของส่วนตัวเสาเป็น $2(23.257) = 46.514$ ตารางเมตร

พื้นที่ผิวของส่วนปลายยอดเป็น $2(9.641) = 19.289$ ตารางเมตร

ค่าแรงในการทาสีส่วนตัวเสาทั้ง 3 ต้น คิดตารางเมตรละ 265 บาท

$$\begin{aligned}\therefore \text{คิดเป็นเงิน } (35.357 + 46.514) \times 265 &= 81.871 \times 265 \\ &= 21,695.815 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ค่าแรงในการทาสีส่วนปลายยอดเสาทั้ง 3 ต้น

คิดแพงกว่าการทาสีส่วนตัวเสาตารางเมตรละ 55 บาท

ค่าแรงตารางเมตรละ $265 + 55 = 320$ บาท

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นเงินค่าทาสีส่วนปลายยอดทั้งสามต้น} &= (14.60 + 19.289) \times 320 \\ &= 33.889 \times 320 \\ &= 10,844.48 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ดังนั้น รวมเป็นเงินค่าทาสีทั้งหมด = ค่าแรงทาสีส่วนตัวเสาทั้งสามต้น

+ ค่าแรงทาสีส่วนปลายเสาทั้งสามต้น

$$= 21,695.815 + 10,844.48 = 32,540.295 \text{ บาท}$$

แต่ผู้ออกแบบแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับ รัศมีของเสากลางน้อยกว่ารัศมีจริงไป 0.53 เมตร

จากข้อมูลเดิมเสากลางมีรัศมี (r_1) ยาว $1\frac{1}{4}$ เมตร

$$\begin{aligned}\text{เสากลางมีรัศมีจริง } (r_3) \text{ ยาว} &= 1\frac{1}{4} + 0.53 \\ &= 1.25 + 0.53 \\ &= 1.78 \text{ เมตร}\end{aligned}$$

$\therefore$ รัศมีจริงของเสากลาง (r_3) ยาว 1.78 เมตร

เสากลาง (h_1) สูง $4\frac{1}{2}$ เมตร

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวจริงของส่วนตัวเสากลาง} &= 2\pi r_3 h_1 \\ &= 2 \times \pi \times (1.78) \times 4\frac{1}{2} \\ &\approx 2 \times \frac{22}{7} \times (1.78) \times \frac{9}{2} \\ &\approx 50.349 \text{ ตารางเมตร}\end{aligned}$$

∴ ส่วนตัวเสากลางมีพื้นที่ผิวจริงยาวประมาณ 50.349 ตารางเมตร

ส่วนปลายยอดเสากลางมีลักษณะเป็นปลายแหลม

∴ ปลายยอดของเสากลางสูง $3\frac{1}{2}$ เมตร

ให้ สูงเอียงของเสากลางยาว ℓ_3 เมตร

$$\begin{aligned}\ell_3^2 &= \left(3\frac{1}{2}\right)^2 + (1.78)^2 \\ &= \left(\frac{7}{2}\right)^2 + (1.78)^2 \\ &= \frac{49}{4} + (1.78)^2 \\ &= 12.25 + 3.168 \\ &= 15.418 \\ \ell_3 &= 3.927\end{aligned}$$

∴ ส่วนปลายแหลมของเสากลางมีสูงเอียง(ℓ_3)ประมาณ 3.927 เมตร

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวของส่วนปลายยอด} &= \pi r \ell_3 \\ &= \frac{22}{7} \times 1.78 \times 3.927 \\ &\approx 21.969 \text{ ตารางเมตร}\end{aligned}$$

∴ ส่วนปลายยอดของเสากลางแต่ละต้นมีพื้นที่ผิวจริงประมาณ 21.969 ตารางเมตร

ค่าแรงในการทาสีส่วนตัวเสาของเสากลางตามข้อมูลใหม่ คิดตารางเมตรละ 265 บาท

พื้นที่ผิวของส่วนตัวเสา 50.349 ตารางเมตร

$$\text{คิดเป็นเงินค่าทาสีส่วนตัวเสา} = 50.349 \times 265 = 13,342.485 \text{ บาท}$$

ค่าแรงในการทาสีส่วนปลายยอดของเสากลางตามข้อมูลใหม่

คิดแพงกว่าส่วนตัวเสาดตารางเมตรละ 55 บาท

ดังนั้นคิดตารางเมตรละ $265 + 55 = 320$ บาท

พื้นที่ผิวของส่วนปลายยอด 21.969 ตารางเมตร

$$\text{คิดเป็นเงินค่าทาสีส่วนปลายยอดทั้งหมด} = 21.969 \times 320 = 7,030.08 \text{ บาท}$$

เงินค่าทาสีเสากลางตามข้อมูลใหม่ = ค่าทาสีส่วนตัวเสา + ค่าทาสีส่วนปลาย

$$= 13,342.485 + 7,030.08$$

$$= 20,372.565 \text{ บาท}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จากข้อมูลเดิมจ่ายเงินค่าแรงในการทาสีเสากลาง} &= (35.357 \times 265) + (14.60 \times 320) \\
 &= 9,369.605 + 4,672 \\
 &= 14,041.605 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น จะจ่ายเงินค่าแรงในการทาสีเสากลางเพิ่ม} \\
 &= \text{ค่าแรงทาสีตามข้อมูลใหม่} - \text{ค่าแรงทาสีตามข้อมูลเดิม} \\
 &= 20,372.565 - 14,041.605 \\
 &= 6,330.96 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้นทางสวนสนุกจะต้องจ่ายเงินทั้งหมด} \\
 &= \text{เงินส่วนที่จ่ายครั้งแรก} + \text{เงินส่วนที่ต้องจ่ายเพิ่ม} \\
 &= 32,540.295 + 6,330.96 \\
 &= 38,871.255 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

ตอบ จะต้องจ่ายเงินเพิ่มจำนวน 6,330.96 บาท
และรวมจ่ายเงินทั้งหมดเป็น 38,871.255 บาท

**คำตอบของปัญหาที่ใช้เป็นฐานในการเรียนรู้ประจำหน่วยการเรียนรู้
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พื้นที่ผิวของทรงกลม**

1. เรื่อง ลูกบอลสามสี(1)

แดงมีลูกบอลอยู่ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็กจำนวน 21 ลูก ขนาดกลางจำนวน 9 ลูกและ
ขนาดใหญ่จำนวน 4 ลูก ลูกบอลแต่ละลูกจะมีแถบสี แดง เหลืองและน้ำเงิน สลับกัน รวมทั้งหมด 9
แถบ แต่ละแถบของลูกบอลแต่ละขนาดจะมีพื้นที่เท่ากันและสองแถบของลูกบอลขนาดใหญ่มีพื้นที่เป็น
1,315.502 ตารางเมตร รัศมีของลูกบอลขนาดใหญ่เป็น 38.75 เท้าของลูกบอลขนาดเล็ก และรัศมีของ
ลูกบอลขนาดกลางเป็น 0.419 เท้าของลูกบอลขนาดใหญ่ ถ้าแดงนำแถบสีเดียวกันเพียงหนึ่งสีของลูก
บอลทุกลูกทุกขนาดมารวมกันจะมีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ผิวของลูกบอลที่มีรัศมีเท่ากับเท่าใด

วิธีทำ จากโจทย์จะพบว่า ลูกบอลแต่ละลูกมีแถบสีทั้งหมด 9 แถบ โดยแบ่งเป็นสีละ 3 แถบ
ให้ รัศมีของลูกบอลขนาดใหญ่ยาว r_1 เมตร
รัศมีของลูกบอลขนาดกลางยาว r_2 เมตร
รัศมีของลูกบอลขนาดเล็ก ยาว r_3 เมตร

สองแถบของลูกบอลขนาดใหญ่มีพื้นที่ = 1,315.502 ตารางเมตร

หนึ่งแถบ จะมีพื้นที่ = $\frac{1,315.502}{2} = 657.751$ ตารางเมตร

$\therefore$ พื้นที่ผิวของลูกบอลขนาดใหญ่ = 9×657.751 ตารางเมตร
= 5,919.759 ตารางเมตร

ลูกบอลขนาดใหญ่มีทั้งหมด 4 ลูก

$\therefore$ รวมพื้นที่ผิวทั้งหมดของลูกบอลขนาดใหญ่ = $5,919.759 \times 4$ ตารางเมตร
= 23,679.036 ตารางเมตร

ดังนั้นจะได้ว่าแต่ละสีมีพื้นที่ = $\frac{23,679.036}{3}$ ตารางเมตร
= 7,893.012 ตารางเมตร

$\therefore$ ลูกบอลขนาดใหญ่จะมีพื้นที่ที่เป็นสีเดียวกันหนึ่งสีรวมทั้งสิ้น 7,893.012 ตารางเมตร

หารัศมีของลูกบอลขนาดใหญ่ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวของลูกบอลขนาดใหญ่} &= 4\pi r_1^2 \\ 5,919.759 &= 4 \times \frac{22}{7} \times r_1^2 \\ r_1^2 &\approx \frac{5,919.759}{4} \times \frac{7}{22} \\ &= 470.890 \\ r_1 &\approx 21.7\end{aligned}$$

∴ รัศมีของลูกบอลขนาดใหญ่(r_1)ยาวประมาณ 21.7 เมตร

$$\begin{aligned}\text{รัศมีของลูกบอลขนาดใหญ่} &= 38.75 \text{ เท่าของลูกบอลขนาดเล็ก} \\ 21.7 &= 38.75 \times r_3 \\ r_3 &= \frac{21.7}{38.75} \\ &= 0.56\end{aligned}$$

รัศมีของลูกบอลขนาดเล็ก(r_3) ยาว 0.56 เมตร

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวของลูกบอลขนาดเล็ก} &= 4\pi r_3^2 \\ &\approx 4 \times \frac{22}{7} \times (0.56)^2 \\ &\approx 3.942 \text{ ตารางเมตร}\end{aligned}$$

∴ ลูกบอลขนาดเล็กมีพื้นที่ผิวประมาณ 3.942 ตารางเมตร

ลูกบอลขนาดเล็กมีทั้งหมด 21 ลูก

$$\begin{aligned}\therefore \text{รวมพื้นที่ผิวทั้งหมดของลูกบอลขนาดเล็ก} &\approx 3.942 \times 21 \text{ ตารางเมตร} \\ &= 82.782 \text{ ตารางเมตร}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้นจะได้ว่าแต่ละสีมีพื้นที่} &\approx \frac{82.782}{3} \text{ ตารางเมตร} \\ &= 27.594 \text{ ตารางเมตร}\end{aligned}$$

∴ ลูกบอลขนาดเล็กจะมีพื้นที่ที่เป็นสีเดียวกันหนึ่งสีรวมทั้งสิ้นประมาณ 27.594 ตารางเมตร

$$\begin{aligned}\text{รัศมีของลูกบอลขนาดกลาง} &= 0.419 \text{ เท่าของลูกบอลขนาดใหญ่} \\ &= 0.419 \times 21.7 \\ &= 9.092\end{aligned}$$

∴ ลูกบอลขนาดกลางมีรัศมีประมาณ 9.092 ตารางเมตร

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่ของลูกบอลขนาดกลาง} &= 4\pi r_2^2 \\
 &\approx 4 \times \frac{22}{7} \times (9.092)^2 \\
 &= 1,039.210 \text{ ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

∴ ลูกบอลขนาดกลางมีทั้งหมด 9 ลูก

$$\begin{aligned}
 \text{รวมพื้นที่ผิวทั้งหมดของลูกบอลขนาดกลาง} &= 1,039.210 \times 9 \text{ ตารางเมตร} \\
 &= 9,352.89 \text{ ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้นจะได้ว่าแต่ละสีมีพื้นที่} &= \frac{9,352.89}{3} \text{ ตารางเมตร} \\
 &= 3,117.63 \text{ ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

ลูกบอลขนาดกลางจะมีพื้นที่ที่เป็นสีเดียวหนึ่งสีกันรวมทั้งสิ้นประมาณ 3,117.63 ตร.เมตร
เมื่อนำแถบสีเดียวกันเพียงหนึ่งของลูกบอลทุกลูกทุกขนาดมารวมกัน จะได้

$$\begin{aligned}
 &= 7,893.012 + 3,117.63 + 27.594 \\
 &= 11,038.236 \text{ ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร พื้นที่ของทรงกลม} &= 4\pi r^2 \\
 11,038.236 &= 4 \times \frac{22}{7} \times r^2 \\
 r^2 &= \frac{11,038.236 \times 7}{4 \times 22} \\
 &\approx 878.042 \\
 r &\approx 29.632 \text{ เมตร}
 \end{aligned}$$

ตอบ แต่ละแถบสีของลูกบอลทุกลูกทุกขนาดจะมีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ผิว
ของทรงกลมที่มีรัศมีประมาณ 29.632 เมตร

2. เรื่อง ลูกบอลสามสี (2)

แดงมีลูกบอลอยู่ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็กจำนวน 19 ลูก ขนาดกลางจำนวน 8 ลูกและขนาดใหญ่จำนวน 5 ลูก ลูกบอลแต่ละลูกจะมีแถบสี แดง เหลืองและน้ำเงิน สลับกัน รวมทั้งหมด 9 แถบแต่ละแถบของลูกบอลแต่ละขนาดจะมีพื้นที่เท่ากันและห้าแถบของลูกบอลขนาดกลางมีพื้นที่เป็น 504.605 ตารางเมตร รัศมีของลูกบอลขนาดกลางต่อขนาดเล็กเป็น 17.347 และรัศมีของลูกบอลขนาดใหญ่ต่อลูกบอลขนาดกลางเป็น 1.824 ถ้าแดงนำแถบสีเดียวกันเพียงหนึ่งสีของลูกบอลทุกลูกทุกขนาดมารวมกันจะมีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ผิวของลูกบอลที่มีรัศมีเท่ากับเท่าใด

วิธีทำ จากโจทย์จะพบว่า ลูกบอลแต่ละลูกมีแถบสีทั้งหมด 9 แถบ โดยแบ่งเป็นแถบสีละ 3 แถบ

ให้ รัศมีของลูกบอลขนาดใหญ่ยาว r_1 เมตร

รัศมีของลูกบอลขนาดกลางยาว r_2 เมตร

รัศมีของลูกบอลขนาดเล็ก ยาว r_3 เมตร

ห้าแถบของลูกบอลขนาดกลางมีพื้นที่ = 504.605 ตารางเมตร

$$\text{หนึ่งแถบ จะมีพื้นที่} = \frac{504.605}{5} = 100.921 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ผิวของลูกบอลขนาดกลาง} &= 9 \times 100.921 \text{ ตารางเมตร} \\ &= 908.289 \text{ ตารางเมตร} \end{aligned}$$

ลูกบอลขนาดกลางมีทั้งหมด 8 ลูก

$$\begin{aligned} \therefore \text{รวมพื้นที่ผิวทั้งหมดของลูกบอลขนาดกลาง} &= 908.289 \times 8 \text{ ตารางเมตร} \\ &= 7,266.312 \text{ ตารางเมตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นจะได้ว่าแต่ละสีมีพื้นที่} &= \frac{7,266.312}{3} \text{ ตารางเมตร} \\ &= 2,422.104 \text{ ตารางเมตร} \end{aligned}$$

ลูกบอลขนาดกลางจะมีพื้นที่ที่เป็นสีเดียวกันหนึ่งสีรวมทั้งสิ้น 2,422.104 ตารางเมตร

หารัศมีของลูกบอลขนาดกลางได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ผิวของลูกบอลขนาดกลาง} &= 4\pi r_2^2 \\ 908.289 &= 4 \times \frac{22}{7} \times r_2^2 \\ r_2^2 &\approx 908.289 \times \frac{7}{22} \times \frac{1}{4} \\ &\approx 72.250 \\ r_2 &\approx 8.500 \end{aligned}$$

$\therefore$ รัศมีของลูกบอลขนาดกลาง(r_2) ประมาณ 8.500 เมตร

$$\text{รัศมีของลูกบอลขนาดกลางต่อขนาดเล็ก} = 17.347$$

$$\frac{r_2}{r_3} = 17.347$$

$$\frac{8.5}{r_3} = 17.347$$

$$r_3 = \frac{8.5}{17.347}$$

$$\approx 0.490 \text{ เมตร}$$

$$\text{รัศมีของลูกบอลขนาดเล็ก}(r_3) \text{ประมาณ } 0.490 \text{ เมตร}$$

$$\text{พื้นที่ของลูกบอลขนาดเล็ก} = 4\pi r_3^2$$

$$\approx 4 \times \frac{22}{7} \times (0.49)^2$$

$$= 3.018 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\therefore \text{ลูกบอลขนาดเล็กมีพื้นที่ผิวประมาณ } 3.018 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{ลูกบอลขนาดเล็กมีทั้งหมด } 19 \text{ ลูก}$$

$$\therefore \text{รวมพื้นที่ผิวทั้งหมดของลูกบอลขนาดเล็ก} = 3.018 \times 19 \text{ ตารางเมตร}$$

$$= 57.342 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{ดังนั้นจะได้ว่าแต่ละสีมีพื้นที่} = \frac{57.342}{3} \text{ ตารางเมตร}$$

$$= 19.114 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\therefore \text{ลูกบอลขนาดเล็กจะมีพื้นที่ที่เป็นสีเดียวกันหนึ่งสีรวมทั้งสิ้น } 19.114 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{รัศมีของลูกบอลขนาดใหญ่ต่อขนาดกลาง} = 1.824$$

$$\frac{r_1}{r_2} = 1.824$$

$$\frac{r_1}{8.5} = 1.824$$

$$r_1 = 1.824 \times 8.5$$

$$= 15.504$$

$$\therefore \text{ลูกบอลขนาดใหญ่}(r_1) \text{มีรัศมีเป็น } 15.504 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{พื้นที่ของลูกบอลขนาดใหญ่} = 4\pi r_1^2$$

$$\approx 4 \times \frac{22}{7} \times (15.504)^2$$

$$= 3,021.845 \text{ ตารางเมตร}$$

ลูกบอลขนาดใหญ่มีทั้งหมด 5 ลูก

รวมพื้นที่ผิวทั้งหมดของลูกบอลขนาดใหญ่ $\approx 3,021.845 \times 5$ ตารางเมตร

$$= 15,109.225 \quad \text{ตารางเมตร}$$

ดังนั้นจะได้ว่าแต่ละสี่มีพื้นที่ $\approx \frac{15,109.225}{3}$ ตารางเมตร

$$= 5,036.408 \quad \text{ตารางเมตร}$$

$\therefore$ ลูกบอลขนาดใหญ่จะมีพื้นที่ที่เป็นสี่เดียวกันหนึ่งสี่รวมทั้งสิ้นประมาณ 5,036.408 ตร.เมตร

เมื่อนำแถบสี่เดียวเพียงหนึ่งสี่กันของลูกบอลทุกลูกทุกขนาดมารวมกัน

$$= 5,036.408 + 2,422.104 + 19.114$$

$$= 7,477.626 \quad \text{ตารางเมตร}$$

จากสูตร พื้นที่ของทรงกลม $= 4\pi r^2$

$$7,477.626 = 4 \times \frac{22}{7} \times r^2$$

$$r^2 = \frac{7,477.626 \times 7}{4 \times 22}$$

$$\approx 594.811$$

$$r \approx 24.389 \quad \text{ตารางเมตร}$$

ตอบ แต่ละแถบสี่ของลูกบอลทุกลูกทุกขนาดจะมีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ผิว

ของทรงกลมที่มีรัศมีประมาณ 24.389 เมตร

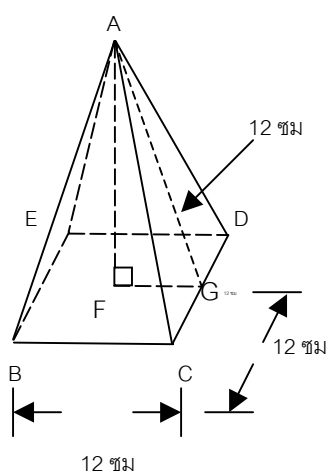
คำตอบใบงานที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

1. จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมีฐานยาวด้านละ 12 เซนติเมตร ส่วนสูงเอียงยาว 12 เซนติเมตร

วิธีทำ

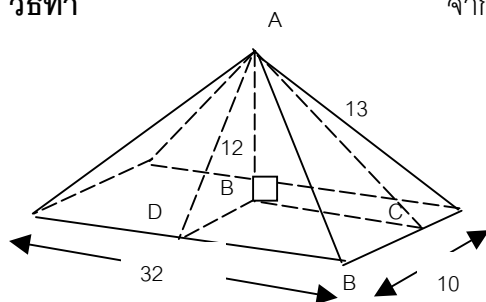


$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่ผิวของพีระมิด} &= \text{พื้นที่ผิวข้าง} + \text{พื้นที่ฐาน} \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบฐาน} \times \text{สูงเอียง} \right) \\
 &\quad + (\text{ด้าน} \times \text{ด้าน}) \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times 4 \times (12) \times 12 \right) + (12 \times 12) \\
 &= 288 + 144 \\
 &= 432 \text{ ตารางเซนติเมตร}
 \end{aligned}$$

ตอบ พีระมิดมีพื้นที่ผิว 432 ตารางเซนติเมตร

2. จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งมีด้านประกอบมุมฉากยาว 32 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตรและมีความสูง 12 เซนติเมตร

วิธีทำ



จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABD

$$\begin{aligned}
 AD^2 &= AB^2 + BD^2 \\
 &= 12^2 + \left(\frac{10}{2} \right)^2 \\
 &= 12^2 + 5^2 \\
 &= 144 + 25 \\
 &= 169
 \end{aligned}$$

$$AD = 13$$

∴ สูงเอียง ซึ่งลากจากจุด A มายังด้านยาวของฐานยาว 13 เซนติเมตร

จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC จะได้ว่า

$$\begin{aligned}
 AC^2 &= AB^2 + BC^2 \\
 &= 12^2 + \left(\frac{32}{2} \right)^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 12^2 + 16^2 \\
 &= 144 + 256 \\
 &= 400
 \end{aligned}$$

$$AC = 20$$

∴ สูงเอียงซึ่งลากจากจุด A มายังด้านกว้างยาว 20 เซนติเมตร

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่ผิวด้านข้างของพีระมิด} &= 2 \times \left(\frac{1}{2} \times 10 \times 20 \right) + 2 \times \left(\frac{1}{2} \times 32 \times 13 \right) \\
 &= 200 + 416 \\
 &= 616 \text{ ตารางเซนติเมตร}
 \end{aligned}$$

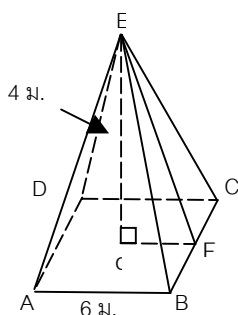
$$\text{พื้นที่ฐาน} = 32 \times 10 = 320 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

$$\therefore \text{พื้นที่ผิวทั้งหมด} = 200 + 416 + 320 = 936 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

ตอบ พื้นที่ผิวทั้งหมดของพีระมิดเป็น 936 ตารางเซนติเมตร

3. พีระมิดทำด้วยไม้อันหนึ่งมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 6 เมตร และพีระมิดสูง 4 เมตร ถ้าต้องการทาสีพื้นผิวของพีระมิดนี้ จะเสียค่าทาสีเท่าไร เมื่อค่าทาสีตารางเมตรละ 75.50 บาท

วิธีทำ



ให้ สูงเอียงของพีระมิดยาว l เมตร

หาสูงเอียง (l) ของพีระมิด ดังนี้

$$\begin{aligned}
 l^2 &= 4^2 + 3^2 \\
 &= 16 + 9 \\
 &= 25 \\
 l &= 5
 \end{aligned}$$

∴ สูงเอียงของพีระมิดยาว 5 เมตร

พื้นที่ผิวของพีระมิด = พื้นที่ผิวข้าง + พื้นที่ฐาน

$$\begin{aligned}
 &= 4 \times \left(\frac{1}{2} \times 6 \times 5 \right) + (6 \times 6) \\
 &= 96 \text{ ตารางเมตร}
 \end{aligned}$$

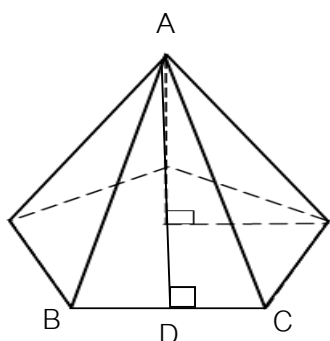
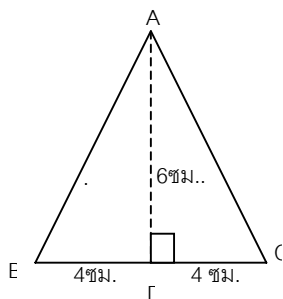
ค่าทาสีตารางเมตรละ 75.50 บาท

∴ ดังนั้น จะจ่ายเงินทั้งหมด = $96 \times 75.50 = 7,248$ บาท

ตอบ เสียเงินค่าทาสีเป็นจำนวน 7,248 บาท

4. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปหนึ่งมีด้านยาวด้านละ 12 เซนติเมตรและสันของพีระมิดนี้ยาวเท่ากับสันของพีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าซึ่งยาวด้านละ 8 เซนติเมตรและมีพื้นที่ผิวข้างเป็น 120 ตารางเซนติเมตร อยากทราบว่าพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปนี้มีพื้นที่ผิวข้างเท่าใด

วิธีทำ



จากพีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า
หาสูงเอียงได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\therefore \text{พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด} &= \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบฐาน} \times \text{สูงเอียง} \\ 120 &= \frac{1}{2} \times (5 \times 8) \times \text{สูงเอียง} \\ \text{สูงเอียง} &= 6 \text{ เซนติเมตร}\end{aligned}$$

หาความยาวของสัน จากรูปสามเหลี่ยม ABC

ให้ AC แทนความยาวของสันของพีระมิดมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น } AC^2 &= 6^2 + 4^2 \\ &= 36 + 16 \\ &= 52 \\ AC &= \sqrt{52} \text{ เซนติเมตร}\end{aligned}$$

$\therefore$ สันของพีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ายาว $\sqrt{52}$ ซม.

จากกำหนดให้สันของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวเท่ากับสันของพีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

ดังนั้น พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ามีสันยาว $\sqrt{52}$ เซนติเมตร

ให้ สูงเอียงของพีระมิดยาว l เซนติเมตร

หาสูงเอียง(l)ของพีระมิด ดังนี้

$$\begin{aligned}l^2 &= (\sqrt{52})^2 - 6^2 \\ &= 52 - 36 \\ &= 16 \\ l &= 4\end{aligned}$$

$\therefore$ สูงเอียงของพีระมิดยาว 4 เซนติเมตร

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวข้างของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส} &= \left[\frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบฐาน} \times \text{สูงเอียง} \right] \\ &= \frac{1}{2} \times 4 \times (12) \times 4 \\ &= 96 \text{ ตารางเซนติเมตร}\end{aligned}$$

ตอบ พื้นที่ผิวข้างของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็น 96 ตารางเซนติเมตร

5. ลูกบาศก์ลูกหนึ่งมีพื้นที่ผิวทั้งหมด 864 ตารางเซนติเมตร พื้นที่แต่ละหน้าเท่ากับพื้นที่ฐานของพีระมิดรูปหนึ่งและมีความสูงเท่ากัน จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของพีระมิดรูปนี้

วิธีทำ ลูกบาศก์มีขนาดของความยาว ความกว้างและความสูง เท่ากัน

สมมติความยาวของลูกบาศก์เท่ากับ l ตารางเมตร

พื้นที่ผิวของลูกบาศก์ = $6 \times$ (พื้นที่ของด้านประกอบลูกบาศก์)

$$864 = 6 \times (l \times l)$$

$$144 = l \times l$$

$$12 \times 12 = l \times l$$

$$l = 12$$

$\therefore$ ลูกบาศก์มี ความยาว ความกว้างและความสูงเท่ากับ 12 เซนติเมตร

พีระมิดมีขนาดของฐานเท่ากับพื้นที่แต่ละหน้าและมีความสูงเท่ากับลูกบาศก์

$\therefore$ พีระมิดมีฐานยาว 12 เซนติเมตร กว้าง 12 เซนติเมตรและส่วนสูง 12 เซนติเมตร

ให้ สูงเอียงของพีระมิดยาว l เซนติเมตร

หาสูงเอียง(l)ของพีระมิด ดังนี้

$$l^2 = 12^2 + \left(\frac{12}{2}\right)^2$$

$$= 144 + 36$$

$$= 180$$

$$l = 6\sqrt{5}$$

$\therefore$ สูงเอียงของพีระมิดยาว $6\sqrt{5}$ เซนติเมตร

ดังนั้นพื้นที่ทั้งหมดของพีระมิด = พื้นที่ผิวข้าง + พื้นที่ฐาน

$$= \left[\frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบฐาน} \times \text{สูงเอียง} \right] + \text{พื้นที่ฐาน}$$

$$= \left[\frac{1}{2} \times (4 \times 12) \times 6\sqrt{5} \right] + 144$$

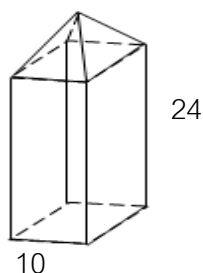
$$= (48 \times 3\sqrt{5}) + 144$$

$$= 144\sqrt{5} + 144 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

ตอบ พื้นที่ทั้งหมดของพีระมิดนี้ เป็น $144\sqrt{5} + 144$ ตารางเซนติเมตร

6. รูปจำลองศิลาจารึกมีส่วนล่างเป็นปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส ส่วนบนเป็นพีระมิดดังรูป ฐานของทั้งสองเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ยาวด้านละ 10 นิ้ว และปริมาตรทั้งหมดของรูปจำลองศิลาจารึกเท่ากับ 2,800 ลูกบาศก์นิ้ว ถ้าส่วนล่างสูง 24 นิ้ว จงหา สูงเอียงของพีระมิดและพื้นที่ผิวข้างทั้งหมดของรูปจำลองศิลาจารึก

วิธีทำ



ปริมาตรของศิลาจารึก = ปริมาตรของปริซึม + ปริมาตรของพีระมิด

$$2,800 = [\text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูง}] + \left[\frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูงตรง}\right]$$

$$2,800 = [(10 \times 10) \times 24] + \left[\frac{1}{3} \times (10 \times 10) \times \text{สูงตรง}\right]$$

$$= [2,400 + \frac{100}{3} \times \text{สูงตรง}]$$

$$400 = \frac{100}{3} \times \text{สูงตรง}$$

$$12 = \text{สูงตรง}$$

∴ ความสูงของพีระมิดยาว 12 นิ้ว

ดังนั้น ให้ สูงเอียงของพีระมิดยาว ℓ นิ้ว

หาสูงเอียง (ℓ) ได้ดังนี้

$$\ell^2 = 12^2 + \left(\frac{10}{2}\right)^2$$

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

$$= 144 + 25$$

$$= 169$$

$$\ell = 13 \text{ นิ้ว}$$

∴ สูงเอียงของพีระมิดเท่ากับ 13 นิ้ว

พื้นที่ผิวทั้งหมดของศิลาจารึก = พื้นที่ผิวของปริซึม + พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด

$$= [\text{พื้นที่ฐาน}] + [\text{พื้นที่ผิวข้างของปริซึม}]$$

$$+ \left[\frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบฐาน} \times \text{สูง}\right]$$

$$= [(10 \times 10) + 4 \times (10 \times 24)] + \left[\frac{1}{2} \times 4 \times (10) \times 13\right]$$

$$= (10 + 960) + 260$$

$$= 1,320 \text{ ตารางนิ้ว}$$

ตอบ 1) สูงเอียงของพีระมิดยาว 13 นิ้ว

2) พื้นที่ผิวทั้งหมดของศิลาจารึกยาว เท่ากับ 1,320 ตารางนิ้ว

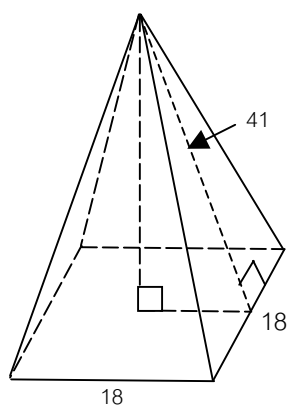
คำตอบ

แบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง พื้นที่ผิวของพีระมิด

1. พีระมิดตรงฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ฐานยาวด้านละ 18 เซนติเมตร และมีสูงเอียงยาว 41 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมด

วิธีทำ



เนื่องจากพื้นที่ผิวทั้งหมดของพีระมิด = พื้นที่ผิวข้าง + พื้นที่ฐาน

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด} &= \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบรูปของฐาน} \times \text{สูงเอียง} \\ &= \frac{1}{2} \times (4 \times 18) \times 41 \\ &= 1,476 \text{ ตารางเซนติเมตร}\end{aligned}$$

$$\therefore \text{พื้นที่ฐานของพีระมิด} = \text{ด้าน} \times \text{ด้าน}$$

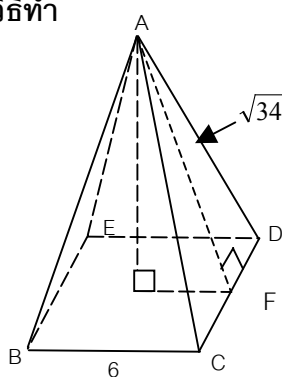
$$\begin{aligned}&= 18 \times 18 \\ &= 324 \text{ ตารางเซนติเมตร}\end{aligned}$$

$$\therefore \text{พื้นที่ผิวทั้งหมดของพีระมิด} = 1,476 + 324 = 1,800 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

ตอบ พีระมิดมีพื้นที่ผิว 1,800 ตารางเซนติเมตร

2. พีระมิดฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ฐานยาวด้านละ 6 นิ้ว มีสันยาว $\sqrt{34}$ นิ้ว จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมด

วิธีทำ



จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก AFC

ให้ AF แทนสูงเอียงของพีระมิดมีหน่วยเป็นนิ้ว

หาสูงเอียงของพีระมิด (AF) ดังนี้

$$\begin{aligned}\therefore AF^2 &= AC^2 - CF^2 \\ &= (\sqrt{34})^2 - 3^2 \\ &= 25\end{aligned}$$

$$AF = 5$$

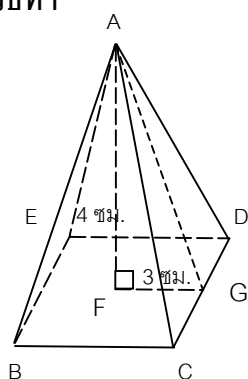
$\therefore$ สูงเอียงของพีระมิดสูง 5 นิ้ว

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด} &= \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบรูปของฐาน} \times \text{สูงเอียง} \\ &= \frac{1}{2} \times (6 \times 4) \times 5 \\ &= 60 \text{ ตารางนิ้ว}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{พื้นที่ฐานของพีระมิด} &= \text{ด้าน} \times \text{ด้าน} \\
 &= 6 \times 6 = 36 \text{ ตารางนิ้ว} \\
 \text{พื้นที่ผิวทั้งหมดของพีระมิด} &= \text{พื้นที่ผิวข้าง} + \text{พื้นที่ฐาน} \\
 &= 60 + 36 \\
 &= 96 \text{ ตารางนิ้ว} \\
 \text{ตอบ} &\text{พีระมิดมีพื้นที่ผิวทั้งหมด 96 ตารางนิ้ว}
 \end{aligned}$$

3. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสวัดโดยรอบยาว 24 เซนติเมตร พีระมิดนี้สูง 4 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมด

วิธีทำ



ความยาวรอบฐานของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส 24 ตารางเซนติเมตร

$$\therefore \text{ฐานแต่ละด้านยาวเป็น } \frac{24}{4} = 6 \text{ ซม.}$$

$$\text{ดังนั้น } BC = 6 \text{ ซม. } FG = \frac{6}{2} = 3 \text{ ซม.}$$

จากรูปสามเหลี่ยม AFG

ให้ AG แทนสูงเอียงของพีระมิดมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

หา สูงเอียงของพีระมิด (AG) ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \because AG^2 &= AF^2 + FG^2 \\
 &= 4^2 + 3^2 \\
 &= 25
 \end{aligned}$$

$$\therefore AG = 5$$

$\therefore$ สูงเอียงของพีระมิดยาว 5 เซนติเมตร

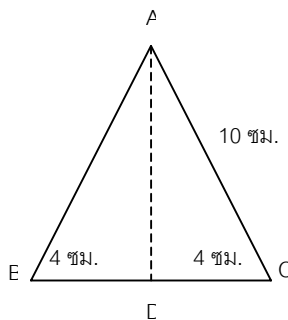
$$\text{พื้นที่ผิวทั้งหมดของพีระมิด} = \text{พื้นที่ผิวข้าง} + \text{พื้นที่ฐาน}$$

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบรูปของฐาน} \times \text{สูงเอียง} \right) + (\text{ด้าน} \times \text{ด้าน}) \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times 24 \times 5 \right) + (6 \times 6) \\
 &= 60 + 36 \\
 &= 96 \text{ ตารางเซนติเมตร}
 \end{aligned}$$

ตอบ พีระมิดมีพื้นที่ผิวทั้งหมด 96 ตารางเซนติเมตร

4. พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า มีฐานยาวด้านละ 8 เซนติเมตร สันของพีระมิดนี้ยาว 10 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมด

วิธีทำ



ด้านข้างแต่ละด้านของพีระมิดมีลักษณะดังรูป $\triangle ABC$

จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ADC

ให้ AD แทนสูงเอียงของพีระมิดมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

หาสูงเอียงของพีระมิด (AD) ดังนี้

$$\begin{aligned} AD^2 &= 10^2 - 4^2 \\ &= 100 - 16 \\ &= 84 \end{aligned}$$

$\therefore$ ส่วนสูงเอียง(AD) ยาว $2\sqrt{21}$ เซนติเมตร

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด} &= \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบรูปของฐาน} \times \text{สูงเอียง} \\ &= \frac{1}{2} \times (8 \times 6) \times 2\sqrt{21} \text{ ตารางเซนติเมตร} \\ &= 48\sqrt{21} \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

ฐานของพีระมิดเป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

และฐานยาวด้านละ 8 เซนติเมตร

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า} &= \frac{\sqrt{3}}{4} \times (\text{ด้าน})^2 \times 6 \\ &= \frac{\sqrt{3}}{4} \times (8)^2 \times 6 \\ &= 6 \times 16\sqrt{3} \end{aligned}$$

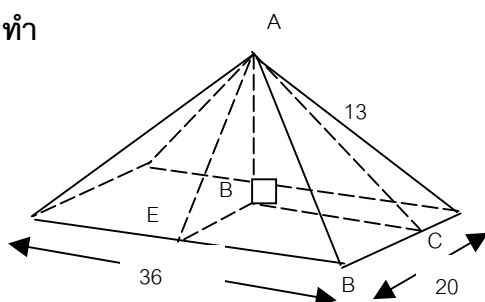
$$\text{พื้นที่ฐานของพีระมิด} = 6 \times 16\sqrt{3} = 96\sqrt{3} \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

$$\therefore \text{พีระมิดพื้นที่ผิวทั้งหมด} = 48\sqrt{21} + 96\sqrt{3} \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

ตอบ พีระมิดมีพื้นที่ผิวทั้งหมดเป็น $48\sqrt{21} + 96\sqrt{3}$ ตารางเซนติเมตร

5. พีระมิดตรงฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 36 เซนติเมตร มีปริมาตร 5,760 ลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของพีระมิดนี้

วิธีทำ



$$\text{ปริมาตรของพีระมิด} = \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{สูงตรง}$$

$$5,760 = \frac{1}{3} \times (20 \times 36) \times \text{สูงตรง}$$

$$\text{สูงตรง} = \frac{5760 \times 3}{20 \times 36}$$

$$= 24 \text{ เซนติเมตร.}$$

ส่วนสูงของพีระมิดยาว 24 เซนติเมตร

จากรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

ให้ AC แทนสูงเอียงของด้านกว้างมีหน่วยเป็น ซม.

หาสูงเอียงของด้านกว้าง (AC) ดังนี้

$$AC^2 = 24^2 + \left(\frac{36}{2}\right)^2$$

$$= 576 + 324$$

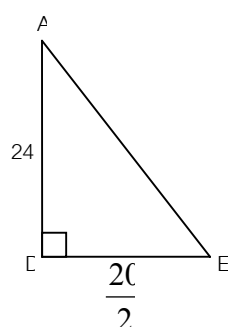
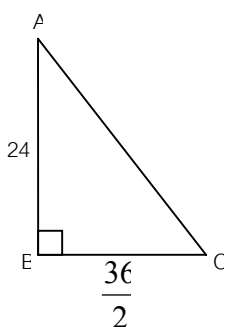
$$= 900$$

$$AC = 30 \text{ ซม.}$$

∴ สูงเอียงของด้านกว้างเท่ากับ 30 เซนติเมตร

$$\text{พื้นที่ผิวข้างด้านกว้าง 2 ด้าน} = 2 \left(\frac{1}{2} \times 20 \times 30 \right)$$

$$= 600 \text{ ตร.ซม.}$$



จากรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก ADE

ให้ AE แทนสูงเอียงของด้านยาวมีหน่วยเป็น ซม.

หาสูงเอียงของด้านยาว (AE) ดังนี้

$$AE^2 = 24^2 + \left(\frac{20}{2}\right)^2$$

$$= 576 + 100$$

$$= 676$$

$$AE = 26$$

∴ สูงเอียงของด้านยาวเป็น 26 เซนติเมตร

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวด้านข้างยาว 2 ด้าน} &= 2 \times \left(\frac{1}{2} \times 36 \times 26 \right) \\ &= 936 \text{ ตร.ซม.}\end{aligned}$$

$$\text{พื้นที่ฐานของพีระมิด} = 20 \times 36 = 720 \text{ ตร.ซม.}$$

$$\therefore \text{พื้นที่ผิวทั้งหมดของพีระมิด} = 600 + 936 + 720 = 2,256 \text{ ตร.ซม.}$$

ตอบ พื้นที่ผิวทั้งหมดของพีระมิดเป็น 2,256 ตารางเซนติเมตร

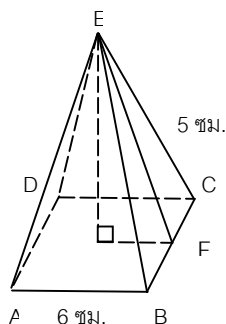
คำตอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิว

แบบทดสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ ให้นักเรียนเลือกใช้ค่า π ประมาณ $\frac{22}{7}$ หรือ 3.14 ตามความเหมาะสม

1. พีระมิดตรงฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ฐานยาวด้านละ 6 เซนติเมตร และมีสัณยาว 5 เซนติเมตร พีระมิดจะมีพื้นที่ผิวที่ตารางเซนติเมตร

วิธีทำ



หาพื้นที่ผิวทั้งหมดของพีระมิด

จากรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก CEF

ให้ EF แทนสูงเอียงของพีระมิดมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

หาสูงเอียงของพีระมิด (EF) ดังนี้

$$EC^2 = EF^2 + CF^2$$

$$5^2 = EF^2 + 3^2$$

$$EF^2 = 25 - 9$$

$$= 16$$

$$EF = 4$$

$\therefore$ สูงเอียงของพีระมิด (EF) ยาว 4 เซนติเมตร

$$\text{พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด} = \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบฐาน} \times \text{สูงเอียง}$$

$$= \frac{1}{2} \times (4 \times 6) \times 4$$

$$= 48 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

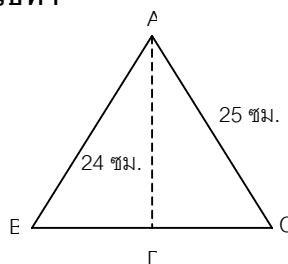
$$\text{พื้นที่ฐาน} = 6 \times 6 = 36 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

$$\therefore \text{พื้นที่ผิวของพีระมิด} = 48 + 36 = 84 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

ตอบ พีระมิดมีพื้นที่ผิว 84 ตารางเซนติเมตร

2. พีระมิดตรงฐานแปดเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า มีสัณยาว 25 เซนติเมตร สูงเอียงยาว 24 เซนติเมตร มีพื้นที่ผิวข้างเท่าไร

วิธีทำ



พิจารณาด้านข้างแต่ละด้านของพีระมิด ดังรูป

จะหา DC ดังนี้

$$25^2 = 24^2 + DC^2$$

$$DC^2 = 25^2 - 24^2$$

$$= 625 - 576$$

$$= 49$$

$$DC = 7$$

∴ จะได้ความยาวของ BC เท่ากับ $2 \times 7 = 14$ เซนติเมตร

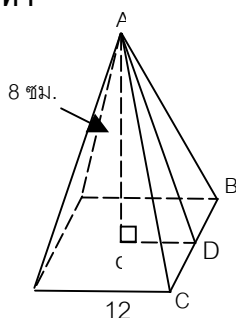
ด้านแต่ละด้านจะยาว 14 เซนติเมตร

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด} &= \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบฐาน} \times \text{สูงเอียง} \\ &= \frac{1}{2} \times (8 \times 14) \times 4 \\ &= 1,344 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

ตอบ พีระมิดฐานแปดเหลี่ยมจะมีพื้นที่ผิวข้าง 1,344 ตารางเซนติเมตร

3. ต้องการตัดกระดาษแข็งมาทำป้ายประกาศทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสฐานเปิด ฐานยาวด้านละ 12 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร จะต้องใช้กระดาษแข็งมีพื้นที่อย่างน้อยกี่ตารางเซนติเมตร

วิธีทำ



นั่นคือการหาพื้นที่ผิวข้างของพีระมิด

จากรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก AOD

ให้ AD แทนสูงเอียงของพีระมิดมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

หาสูงเอียงของพีระมิด (AD) ดังนี้

$$\begin{aligned} AD^2 &= AO^2 + OD^2 \\ &= 8^2 + \left(\frac{12}{2}\right)^2 \\ &= 8^2 + 6^2 \\ &= 64 + 36 \\ &= 100 \end{aligned}$$

$$AD = 10$$

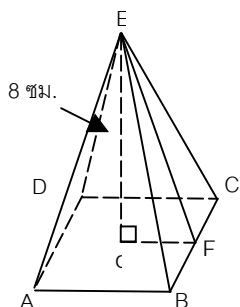
∴ สูงเอียงของพีระมิด (AD) ยาว 10 เซนติเมตร

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด} &= \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบฐาน} \times \text{สูงเอียง} \\ &= \frac{1}{2} \times (4 \times 12) \times 10 \\ &= 240 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

ตอบ ต้องใช้กระดาษแข็งมีพื้นที่อย่างน้อย 240 ตารางเซนติเมตร

4. พีระมิดตรงฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ฐาน 144 ตารางเมตร สูง 8 เมตร จะมีพื้นที่ผิวทั้งหมดเป็นเท่าไร

วิธีทำ



กำหนด พีระมิดตรงฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังรูป

พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABCD = \text{ด้าน} \times \text{ด้าน}$

$$= 144$$

$$= 12 \times 12 \text{ ตารางเมตร}$$

$\therefore$ ด้านของฐานแต่ละด้านยาว 12 เมตร

จากรูปสามเหลี่ยม EOF

ให้ AF แทนสูงเอียงของพีระมิดมีหน่วยเป็นเมตร

หาสูงเอียงของพีระมิด (AF) ดังนี้

$$EF^2 = EO^2 + OF^2$$

$$= 8^2 + \left(\frac{12}{2}\right)^2$$

$$= 64 + 36$$

$$= 100$$

$$AF = 10$$

ดังนั้น สูงเอียง (AF) ยาว 10 เมตร

$$\therefore \text{พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด} = \frac{1}{2} \times \text{ความยาวรอบฐาน} \times \text{สูงเอียง}$$

$$= \frac{1}{2} \times (4 \times 12) \times 10$$

$$= 240 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\therefore \text{พื้นที่ผิวของพีระมิดทั้งหมด} = \text{พื้นที่ฐาน} + \text{พื้นที่ผิวข้าง}$$

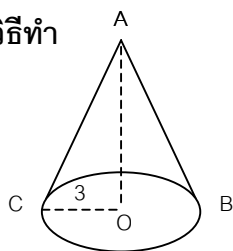
$$= 144 + 240$$

$$= 384 \text{ ตารางเมตร}$$

ตอบ พีระมิดนี้มีพื้นที่ผิวทั้งหมด 384 ตารางเมตร

5. กรวยกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 6 เซนติเมตร และมีพื้นที่ผิวข้างเท่ากับ 39π ตารางเซนติเมตร กรวยนี้มีสูงเอียงยาวกี่เซนติเมตร

วิธีทำ



ให้ รัศมีของกรวยกลมยาว r เซนติเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร

$\therefore$ จะมี รัศมี (r) ยาว 3 เซนติเมตร

ให้ สูงเอียงของกรวยกลมยาว ℓ เซนติเมตร

พื้นที่ผิวข้างของกรวย $= \pi r \ell$

$$\pi \times 3 \times \ell = 39\pi$$

$$\ell = \frac{39\pi}{3\pi}$$

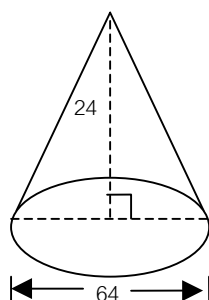
$$= 13$$

สูงเอียงยาว 13 เซนติเมตร

ตอบ กรวยนี้มีสูงเอียงยาว 13 เซนติเมตร

6. กระโจมรูปกรวยกลมสูง 24 ฟุต ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานของกระโจมยาว 64 ฟุต อยากทราบว่ากระโจมนี้มีพื้นที่ผิวข้างเท่าไร ($\pi \approx 3.14$)

วิธีทำ



ให้ รัศมีของกระโจมรูปกรวยยาว r ฟุต

เส้นผ่านศูนย์กลางของฐานของกระโจมยาว 64 ฟุต

$\therefore$ รัศมี (r) ของฐานยาว 32 ฟุต

ให้ สูงเอียงของกระโจมรูปกรวยยาว ℓ เซนติเมตร

หาสูงเอียงของกระโจมรูปกรวย (ℓ) ดังนี้

$$\ell^2 = 24^2 + 32^2$$

$$= 576 + 1,024$$

$$= 1,600$$

$$\ell = 40$$

$\therefore$ สูงเอียงยาว 40 ฟุต

พื้นที่ผิวข้างของกรวย $= \pi r \ell$

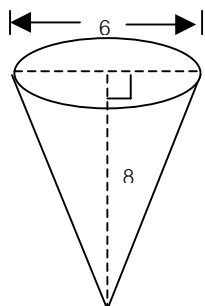
$$\approx 3.14 \times 32 \times 40$$

$$= 4,019.2 \text{ ตารางฟุต}$$

ตอบ พื้นที่ผิวข้างของกรวยประมาณ 4,019.2 ตารางฟุต

7. ต้องการทำถ้วยไอศกรีมทรงกรวยสูง 8 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 6 เซนติเมตร จำนวน 200 ถ้วย จะต้องใช้กระดาษอย่างน้อยเท่าไร (ไม่คิดส่วนที่ทับกัน และ กำหนดให้ $\pi \approx 3.14$ และ $\sqrt{73} \approx 8.544$)

วิธีทำ



ให้ รัศมีของถ้วยไอศกรีมยาว r เซนติเมตร

จากเส้นผ่านศูนย์กลางของถ้วยไอศกรีมยาว 6 เซนติเมตร

$\therefore$ รัศมี(r) ยาว 3 เซนติเมตร

ให้ สูงเอียงของถ้วยไอศกรีมยาว l เซนติเมตร

หาสูงเอียงของถ้วยไอศกรีม (l) ดังนี้

$$\begin{aligned} l^2 &= 8^2 + 3^2 \\ &= 64 + 9 \\ &= 73 \\ l &= \sqrt{73} \approx 8.544 \end{aligned}$$

$\therefore$ สูงเอียงของถ้วยไอศกรีม (l) ยาว $\sqrt{73}$ หรือสูงประมาณ 8.544 ซม.

พื้นที่ผิวข้างของกรวย $= \pi r l$

$$\begin{aligned} &\approx 3.14 \times 3 \times \sqrt{73} \\ &= 3.14 \times 3 \times 8.544 \\ &\approx 80.484 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

ดังนั้นถ้วยไอศกรีม 1 ถ้วยใช้กระดาษประมาณ 80.484 ตารางเซนติเมตร

ทำถ้วยไอศกรีม 200 ถ้วย

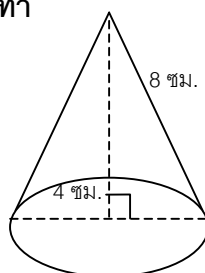
จะใช้ กระดาษทั้งหมดประมาณ 200×80.484

$$= 16,096.8 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

ตอบ ใช้กระดาษทั้งหมดประมาณ 16,096.8 ตารางเซนติเมตร

8. เจดีย์ฐานวงกลม มีรัศมีฐานยาว 3.5 เมตร และเจดีย์สูง 4.8 เมตร ถ้าต้องการทาสีโดยรอบเจดีย์จะเสียค่าทาสีตารางเมตรละ 100 บาท ดังนั้นจะเสียค่าทาสีทั้งหมดกี่บาท ($\sqrt{35.29} \approx 5.941$)

วิธีทำ



ให้ รัศมีของฐานเจดีย์ยาว r เมตร

ให้เจดีย์ฐานวงกลมมีสูงเอียงยาว l เมตร

จากรูป จะได้ว่า

$$\begin{aligned} l^2 &= (4.8)^2 + (3.5)^2 \\ &= 23.04 + 12.25 \end{aligned}$$

$$= 35.29$$

$$\ell \approx 5.941 \text{ เมตร}$$

$\therefore$ เจริญฐานวงกลมมีสูงเอียง (ℓ) ยาวประมาณ 5.94 เมตร

$$\text{พื้นที่ผิวข้างของเจริญ} = \pi \ell$$

$$\approx \frac{22}{7} \times 3.5 \times 5.941$$

$$= 65.351 \text{ ตารางเมตร}$$

$\therefore$ เจริญมีพื้นที่ผิวข้าง 65.351 ตารางเมตร

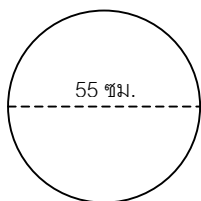
จะต้องเสียค่าทาสีตารางเมตรละ 100 บาท

ดังนั้นจะเสียเงินค่าทาสีทั้งหมดประมาณ $65.351 \times 100 = 6,535.1$ บาท

ตอบ เสียเงินค่าทาสีทั้งหมดประมาณ 6,535.1 บาท

9. ลูกบอลลูกหนึ่งวัดความยาวของเส้นรอบลูกได้ประมาณ 55 เซนติเมตร อยากทราบว่าลูกบอลลูกนี้มีพื้นที่ผิวเท่าใด

วิธีทำ



ให้ รัศมีของลูกบอลยาว r หน่วย

ลูกบอลมีลักษณะเป็นทรงกลม

$$\text{ความยาวของเส้นรอบลูกบอล} = 2\pi r$$

$$55 = 2\pi r$$

$$r = \frac{55}{2\pi}$$

$$\text{พื้นที่ผิวของลูกบอล} = 4\pi r^2$$

$$= 4 \times \pi \times \left(\frac{55}{2\pi}\right) \times \left(\frac{55}{2\pi}\right)$$

$$= \frac{55 \times 55}{22}$$

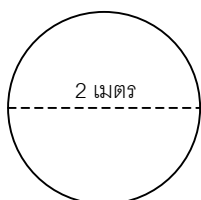
$$= 55 \times 55 \times \frac{7}{22}$$

$$= 962.5 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

ตอบ ลูกบอลมีพื้นที่ผิวประมาณ 962.5 ตารางเซนติเมตร

10. ต้องการหาสีโดมรูปครึ่งวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 2 เมตร จะต้องใช้สีกี่ลิตร เมื่อ สี 1 ลิตร ทาได้ 1.5 ตารางเมตร ($\pi \approx 3.14$)

วิธีทำ



ให้ รัศมีของโดมรูปครึ่งวงกลมายาว r เมตร

โดมนี้มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 2 เมตร

$\therefore$ รัศมี (r) ยาวเท่ากับ 1 เมตร

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวของทรงกลม} &= 4\pi r^2 \\ &\approx 4 \times 3.14 \times 1^2 \\ &= 12.56 \text{ ตารางเมตร}\end{aligned}$$

ดังนั้น พื้นที่ครึ่งหนึ่งเป็น 6.28 ตารางเมตร

สี 1 ลิตร ทาได้ 1.5 ตารางเมตร

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้นจะต้องใช้สีทั้งหมด} &\approx \frac{6.28}{1.5} \\ &= 4.187\end{aligned}$$

ตอบ จะต้องใช้สีทั้งหมดประมาณ 4.187 ลิตร

11. ต้องการทำลูกโลกจำลอง 2 ขนาด ด้วยแผ่นสังกะสี โดยลูกแรกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 เซนติเมตร และลูกที่ 2 มีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นครึ่งหนึ่งของลูกแรก จะต้องใช้สังกะสีทั้งหมดกี่ตารางเซนติเมตร ($\pi \approx 3.14$)

วิธีทำ

ให้ รัศมีของลูกโลกจำลองลูกแรกยาว r_1 เซนติเมตร

รัศมีของลูกโลกจำลองลูกที่สองยาว r_2 เซนติเมตร

ลูกโลกจำลองลูกแรกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 เซนติเมตร

$\therefore$ รัศมี (r_1) ยาวเท่ากับ 14 เซนติเมตร

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวของลูกโลกจำลองลูกแรก} &= 4\pi r_1^2 \\ &= 4 \times \pi \times 14^2 \\ &= 4 \times 3.14 \times 14 \times 14 \\ &= 2461.76 \text{ ตารางเซนติเมตร}\end{aligned}$$

ลูกโลกจำลองลูกที่สอง มีเส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{28}{2} = 14$ เซนติเมตร

$\therefore$ รัศมี (r_2) ยาวเท่ากับ 7 เซนติเมตร

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ผิวของลูกโลกจำลองลูกที่สอง} &= 4\pi r_2^2 \\ &= 4 \times \pi \times 7^2 \\ &\approx 4 \times 3.14 \times 7 \times 7 \\ &= 615.44 \text{ ตารางเซนติเมตร}\end{aligned}$$

ดังนั้นจะใช้สังกะสีทั้งหมดประมาณ $2461.76 + 615.44 = 3,077.2$ ตารางเซนติเมตร

ตอบ จะใช้สังกะสีทั้งหมดประมาณ 3,077.2 ตารางเซนติเมตร

12. ลูกบอลพลาสติกลูกหนึ่ง เมื่อเป่าลมเข้าเต็มที่แล้วมีรัศมียาว 26 เซนติเมตร ส่วนผิวโค้งที่เป็นพลาสติก มี 3 สีสลับกัน รวมทั้งหมด 9 แถบแต่ละแถบมีพื้นที่เท่ากัน จงหาพื้นที่ของแต่ละแถบ ($\pi \approx 3.14$)

วิธีทำ ให้ รัศมีของลูกบอลพลาสติกยาว r เซนติเมตร

ลูกบอลเมื่อเป่าลมเข้าเต็มที่มีรัศมี(r) ยาว 26 เซนติเมตร

$$\begin{aligned}\therefore \text{พื้นที่ผิวของลูกบอล} &= 4\pi r^2 \\ &= 4 \times \pi \times 26^2 \\ &= 4 \times 3.14 \times 676 \\ &= 8,490.56 \text{ ตารางเซนติเมตร}\end{aligned}$$

ส่วนผิวโค้งเป็นแถบสีทั้งหมด 9 แถบ

$$\therefore \text{แต่ละแถบจะมีพื้นที่ประมาณ } \frac{8,490.56}{9} = 943.396 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

ตอบ แต่ละแถบจะมีพื้นที่ประมาณ 943.396 ตารางเซนติเมตร

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบประเมินผลตนเองของนักเรียนประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้
- แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้
- แบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิว
- แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว

แบบประเมินผลตนเองของผู้เรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง พื้นที่ผิวของพีระมิด

ชื่อ.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก(/) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นหรือพฤติกรรมของตนเองมากที่สุด

รายการ	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)
1.ฉันเสนอแนวคิดและข้อเท็จจริงต่อปัญหาให้กับกลุ่ม.....			
2.ฉันช่วยพิจารณาและสร้างสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมกับกลุ่ม..			
3.ฉันใช้แหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายในการศึกษาค้นคว้า....			
4.ฉันช่วยคิดเพื่อแก้ปัญหาให้กับกลุ่ม.....			
5.ฉันเสนอข้อมูล ความรู้ใหม่ ๆ ต่อกกลุ่ม.....			
6.ฉันช่วยกลุ่มในการทำงาน.....			
7.ฉันมีความกระตือรือร้น สนใจการเรียนรู้จากแหล่งต่าง ๆ ..			
8.ฉันศึกษาค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม.....			

ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลตนเองของผู้เรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง พื้นที่ผิวของกรวย

ชื่อ.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก(/) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นหรือพฤติกรรมของตนเองมากที่สุด

รายการ	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)
1.ฉันเสนอแนวคิดและข้อเท็จจริงต่อปัญหากับกลุ่ม.....			
2.ฉันช่วยพิจารณาและสร้างสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมกับกลุ่ม..			
3.ฉันใช้แหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายในการศึกษาค้นคว้า....			
4.ฉันช่วยคิดเพื่อแก้ปัญหากับกลุ่ม.....			
5.ฉันเสนอข้อมูล ความรู้ใหม่ ๆ ต่อกกลุ่ม.....			
6.ฉันช่วยกลุ่มในการทำงาน.....			
7.ฉันมีความกระตือรือร้น สนใจการเรียนรู้จากแหล่งต่าง ๆ ..			
8.ฉันศึกษาค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม.....			

ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผลตนเองของผู้เรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกลม

ชื่อ.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก(/) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นหรือพฤติกรรมของตนเองมากที่สุด

รายการ	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)
1.ฉันเสนอแนวคิดและข้อเท็จจริงต่อปัญหากับกลุ่ม.....			
2.ฉันช่วยพิจารณาและสร้างสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมกับกลุ่ม..			
3.ฉันใช้แหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายในการศึกษาค้นคว้า....			
4.ฉันช่วยคิดเพื่อแก้ปัญหากับกลุ่ม.....			
5.ฉันเสนอข้อมูล ความรู้ใหม่ ๆ ต่อกกลุ่ม.....			
6.ฉันช่วยกลุ่มในการทำงาน.....			
7.ฉันมีความกระตือรือร้น สนใจการเรียนรู้จากแหล่งต่าง ๆ ..			
8.ฉันศึกษาค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม.....			

ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินผล

การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม

ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด

กลุ่มที่.....

ขั้นตอนการเรียนรู้	คะแนน
1. ขั้นการนำเสนอปัญหา.....	
2. ขั้นการรวบรวมข้อมูล.....	
3. ขั้นการกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา.....	
4. ขั้นการศึกษาปัญหา.....	
5. ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูล และ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา.....	
6. ขั้นการนำเสนอและปฏิบัติตามทางเลือก.....	
7. ขั้นการสรุปผล.....	
สรุปคะแนน	

แบบประเมินผล
การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม
ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2
เรื่องพื้นที่ผิวของกรวย

กลุ่มที่.....

ขั้นตอนการเรียนรู้	คะแนน
1. ขั้นการนำเสนอปัญหา.....	
2. ขั้นการรวบรวมข้อมูล.....	
3. ขั้นการกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา.....	
4. ขั้นการศึกษาปัญหา.....	
5. ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูล และ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา.....	
6. ขั้นการนำเสนอและปฏิบัติตามทางเลือก.....	
7. ขั้นการสรุปผล.....	
สรุปคะแนน	

แบบประเมินผล
การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่ม
ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3
เรื่องพื้นที่ผิวของทรงกลม
กลุ่มที่.....

ขั้นตอนการเรียนรู้	คะแนน
1. ขั้นการนำเสนอปัญหา.....	
2. ขั้นการรวบรวมข้อมูล.....	
3. ขั้นการกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา.....	
4. ขั้นการศึกษาปัญหา.....	
5. ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูล และ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา.....	
6. ขั้นการนำเสนอและปฏิบัติตามทางเลือก.....	
7. ขั้นการสรุปผล.....	
สรุปคะแนน	

3. พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสวัดโดยรอบยาว 24 เซนติเมตร พีระมิดนี้สูง 4 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมด

วิธีทำ.....

4. พีระมิดฐานหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า มีฐานยาวด้านละ 8 เซนติเมตร ด้านของพีระมิดนี้ยาว 10 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมด

วิธีทำ.....

5. พระมิดตรงฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 36 เซนติเมตร มีปริมาตร 5,760 ลูกบาศก์ เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของพระมิดนี้

วิธีทำ.....

3. ถ้าวางกระโจมรูปทรงแท่งให้มีความสูง 24 ฟุต และสูงเฉียง 25 ฟุต โดยใช้ผ้าทำกระโจมและปูพื้นภายในให้เต็มพอดี จะต้องใช้ผ้าอย่างน้อยเท่าไร

วิธีทำ.....

4. กรวยกลมอันหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 70 นิ้ว สูง 120 นิ้ว จงหาพื้นที่ผิวข้างของกรวยนี้

วิธีทำ.....

5. มีกระดาดใบขนาด 780π ตารางเซนติเมตร ถ้าต้องการทำถ้วยไอศกรีมทรงกรวย สูง 12 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร อยากทราบว่า จะได้ถ้วยไอศกรีมมากที่สุด

កិច្ចព័ន្ធនេះ

วิธีทำ.....

3. ลูกบอลลูกหนึ่ง มีรัศมียาว 3.5 นิ้ว ส่วนผิวโค้งของลูกบอล ทำเป็นแถบสีต่าง ๆ กัน รวม 8 แถบ โดยแต่ละแถบมีเนื้อที่เท่ากัน จงหาว่าแถบสีแต่ละแถบมีพื้นที่กี่ตารางนิ้ว

วิธีทำ.....

4. เมื่อผ่าทรงกลมตันออกเป็นสองซีกเท่า ๆ กัน ได้พื้นที่หน้าตัด 154 ตารางเซนติเมตร ทรงกลมทั้งลูกมีพื้นที่ผิวเท่าใด

วิธีทำ.....

3. ต้องการตัดกระดาดแข็งมาทำป้ายประกาศทรงพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสฐานเปิด ฐานยาวด้านละ 12 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร จะต้องใช้กระดาดแข็งมีพื้นที่อย่างน้อยกี่ตารางเซนติเมตร

วิธีทำ.....

4. พีระมิดตรงฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ฐาน 144 ตารางเมตร สูง 8 เมตร จะมีพื้นที่ผิวทั้งหมดเป็นเท่าไร

วิธีทำ.....

5. กรวยกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 6 เซนติเมตร และมีพื้นที่ผิวข้างเท่ากับ 39π ตารางเซนติเมตร กรวยนี้มีสูงเอียงยาวกี่เซนติเมตร

วิธีทำ.....

6. กระจิ่จิมรูปกรวยทรงกลมสูง 24 ฟุต ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางของฐานของกระจิ่จิมยาว 64 ฟุต ยาก
ทราบว่กระจิ่จิมนี้มีพื้นที่ผิวข้างเท่าไร ($\pi \approx 3.14$)

วิธีทำ.....

7. ต้องการทำถ้วยไอศกรีมทรงกรวยสูง 8 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 6 เซนติเมตร จำนวน 200 ถ้วย จะต้องใช้กระดาษอย่างน้อยเท่าไร (ไม่คิดส่วนที่ทับกัน และ กำหนดให้ $\pi \approx 3.14$ และ $\sqrt{73} \approx 8.544$)

วิธีทำ.....

8. เจริญฐานวงกลม มีรัศมีฐานยาว 3.5 เมตร และเจดีย์สูง 4.8 เมตร ถ้าต้องการทาสีโดยรอบเจดีย์จะเสียค่าทาสีตารางเมตรละ 100 บาท ดังนั้นจะเสียค่าทาสีทั้งหมดกี่บาท($\sqrt{35.29} \approx 5.941$)

วิธีทำ.....

9. ลูกบอลลูกหนึ่งวัดความยาวของเส้นรอบลูกได้ประมาณ 55 เซนติเมตร อยากทราบว่าลูกบอลลูกนี้มีพื้นที่ผิวเท่าใด

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. ต้องการหาสี่โดมรูปครึ่งวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 2 เมตร จะต้องใช้สื่ี่กี่ลิตร เมื่อ สี่ 1 ลิตร
หาได้ 1.5 ตารางเมตร ($\pi \approx 3.14$)

วิธีทำ.....

.....

.....

11. ต้องการทำลูกโลกจำลอง 2 ขนาด ด้วยแผ่นสังกะสี โดยลูกแรกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 เซนติเมตร และลูกที่ 2 มีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นครึ่งหนึ่งของลูกแรก จะต้องใช้สังกะสีทั้งหมดกี่ตารางเซนติเมตร

$$(\pi \approx 3.14)$$

วิธีทำ.....

12. ลูกบอลพลาสติกลูกหนึ่ง เมื่อเป่าลมเข้าเต็มที่แล้วมีรัศมียาว 26 เซนติเมตร ส่วนผิวโค้งที่เป็นพลาสติก มี 3 สีสลับกัน รวมทั้งหมด 9 แถบแต่ละแถบบมีพื้นที่เท่ากัน จงหาพื้นที่ของแต่ละแถบ

 $(\pi \approx 3.14)$

วิธีทำ.....

แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

กรุณาเติมข้อความลงในช่องว่างและกาเครื่องหมาย / ลงใน () ที่ตรงกับความเป็นจริงหรือตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

1. ชื่อ
2. เพศ () ชาย () หญิง
3. อายุ ปี
4. ผลการเรียนรู้เฉลี่ยสะสม

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

- 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
- 4 หมายถึง พึงพอใจมาก
- 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
- 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย
- 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	นักเรียนพึงพอใจที่ครูไม่ใช้วิธีสอนแบบบรรยายเนื้อหาให้นักเรียน					
2	นักเรียนพึงพอใจที่ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง					
3	นักเรียนพึงพอใจที่ครูแนะนำและจัดเตรียมเอกสาร ตำราสื่อการเรียนอื่นๆ ให้นักเรียน					
4	นักเรียนพึงพอใจบทบาทของครูในกิจกรรมการเรียนการสอน					
5	นักเรียนชอบวิธีการเรียนที่เริ่มด้วยสถานการณ์ปัญหาก่อนการเรียนรู้เนื้อหา					
6	นักเรียนพึงพอใจกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
7	นักเรียนชอบการวิเคราะห์ปัญหา และแสวงหาความรู้มาแก้ปัญหา					
8	นักเรียนพึงพอใจที่ได้กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้และวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
9	นักเรียนชอบการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และทำความเข้าใจเนื้อหาด้วยตนเอง					
10	นักเรียนชอบความมีอิสระในการเรียนรู้ และร่วมมือกับกลุ่มในการทำงานเพื่อแก้ปัญหา					
11	นักเรียนชอบการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน ๆ					
12	นักเรียนพึงพอใจต่อการรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง					
13	นักเรียนชอบบรรยากาศในการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน					
14	นักเรียนชอบการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงด้วยการปฏิบัติงาน เรียนรู้ด้วยตนเองและกลุ่มเพื่อน					
15	นักเรียนพึงพอใจวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองและการประเมินผลโดยครู					
16	นักเรียนชอบการมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อน					
17	นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ลึกซึ้งมากขึ้น					
18	นักเรียนพึงพอใจที่จะเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในโอกาสต่อไป					
19	นักเรียนพึงพอใจการเรียนรู้ด้วยตนเองและการทำงานเป็นกลุ่ม					
20	นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับใด					

ภาคผนวก จ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจสอบความเที่ยงตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้และความเที่ยงตรงของเนื้อหาของชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ แบบประเมินผลตนเองของผู้เรียน แบบประเมินผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานรายกลุ่มและแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบย่อยประจำแต่ละหน่วยการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญอื่นๆ อีก 3 ท่าน ดังรายนามต่อไปนี้

1. รองศาสตราจารย์ยงยุทธ ธัญกฤติ
อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. รองศาสตราจารย์มณฑิณี กฏาคาร
อาจารย์ประจำหมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ทิพย์าร ธีแก้ว
หัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์ โรงเรียนศรีสุวิทย์

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวเมธาวิ พิมวัน
วันเดือนปีเกิด	27 พฤศจิกายน 2518
สถานที่เกิด	อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	75 หมู่ที่ 4 ตำบลราษฎร์เจริญ อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม 44110
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนศรีสุขวิทยา ตำบลดอนชมพู อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา 30160
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2531	ประถมศึกษา จาก โรงเรียนบ้านโนนม่วง อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2534	มัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียนเมืองเตาวิทยาคม อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2537	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนพยัคฆภูมิวิทยาคาร อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2541	ครุศาสตรบัณฑิต จาก สถาบันราชภัฏนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
พ.ศ. 2549	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ