



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแผนอีลิ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

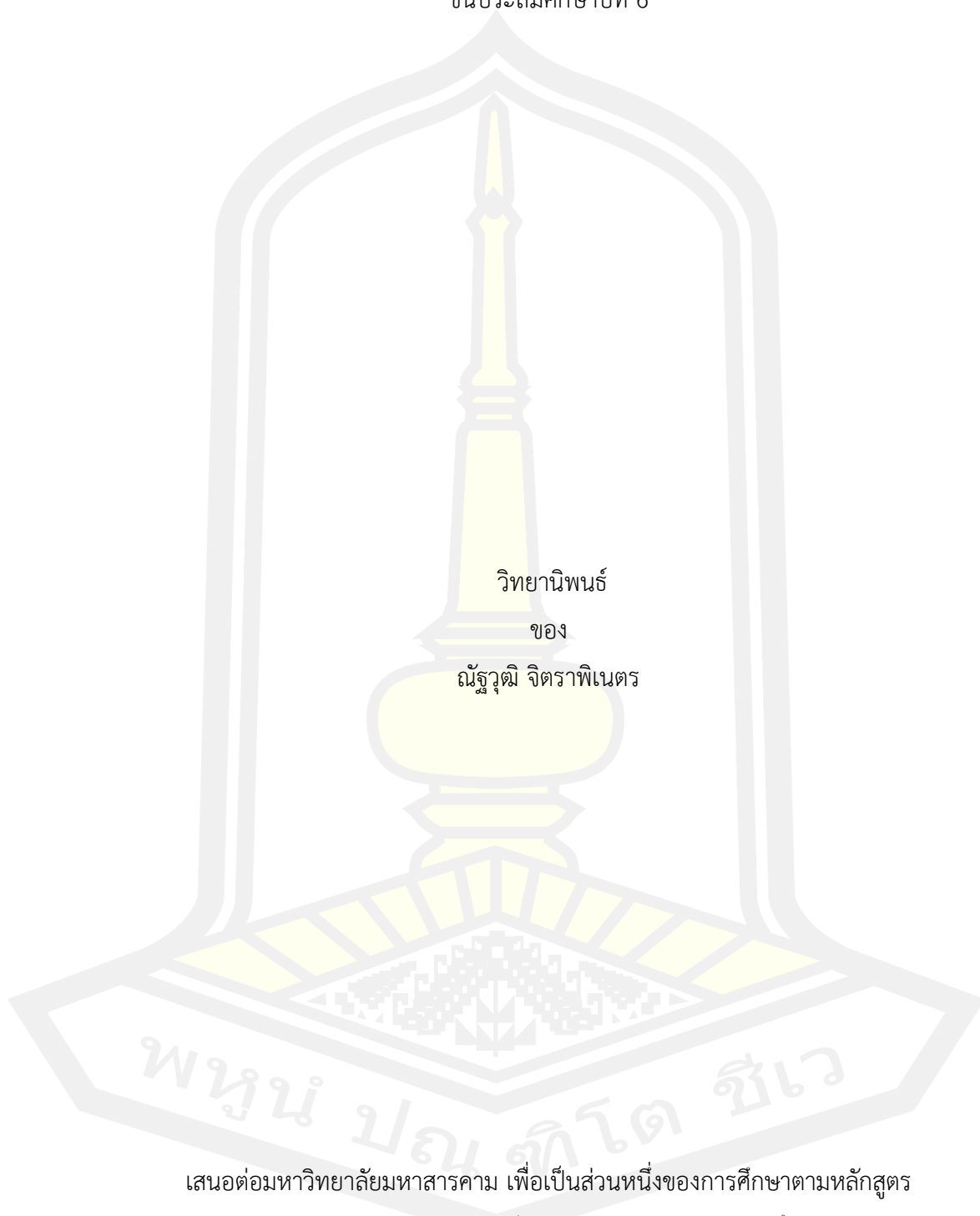
วิทยานิพนธ์
ของ
ณัฐวุฒิ จิตราพิเนตร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

มีนาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮีลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

มีนาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Mathematics Learning Activities Based on Van Hiele's Instructional
Model Using the Geometer's Sketchpad on Circle for Prathomsuksa 6

Nattawut Jitrapinate

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Science (Mathematics Education)

March 2022

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายณัฐวุฒิ จิตราพิเนตร
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. อรัญ ชูกระเดื่อง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. มะลิวัลย์ ภัทรชาลิกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รศ. ดร. นิภาพร ชุตินันต์)

.....กรรมการ

(รศ. ดร. ขวลิต บุญปก)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6		
ผู้วิจัย	ณัฐวุฒิ จิตราพิเนตร		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มะลิวัลย์ ภัทรชาลิกุล รองศาสตราจารย์ ดร. นิภาพร ชูติมันต์		
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต	สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามรูปแบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิผล 3) ศึกษาความคิดเชิงเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียน 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 5) ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้น โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองผือ จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 1 ห้องเรียน ทั้งหมด 11 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี จำนวน 9 แผน แบบทดสอบวัดความคิดเชิงเรขาคณิต แบบปรนัย 8 ข้อ อัตนัย จำนวน 2 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ค่าความยากตั้งแต่ 0.27-0.73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.67 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.84 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ย 0.93 ค่าความยากตั้งแต่ 0.29-0.64 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.43-0.71 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.99 และแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 1.00 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t-test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการรับข้อมูล ขั้นการแนะแนวสิ่งใหม่ ขั้นการอธิบาย ขั้นการกำหนดทิศทางการอย่างมีอิสระ และขั้นบูรณาการ ซึ่งประยุกต์ใช้โปรแกรมจีเอสพีในขั้นที่ 2 และ 3 มีประสิทธิภาพ 87.60/79.55 และค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7852 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 78.52 อีกทั้งนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว มีความคิด

เชิงเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ร้อยละ 50.83 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 79.55 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 นอกจากนี้ยังมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด (= 4.62 และ S.D. = 0.47)

คำสำคัญ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบแวนฮิลลี, โปรแกรมจีเอสพี, ความคิดเชิงเรขาคณิต



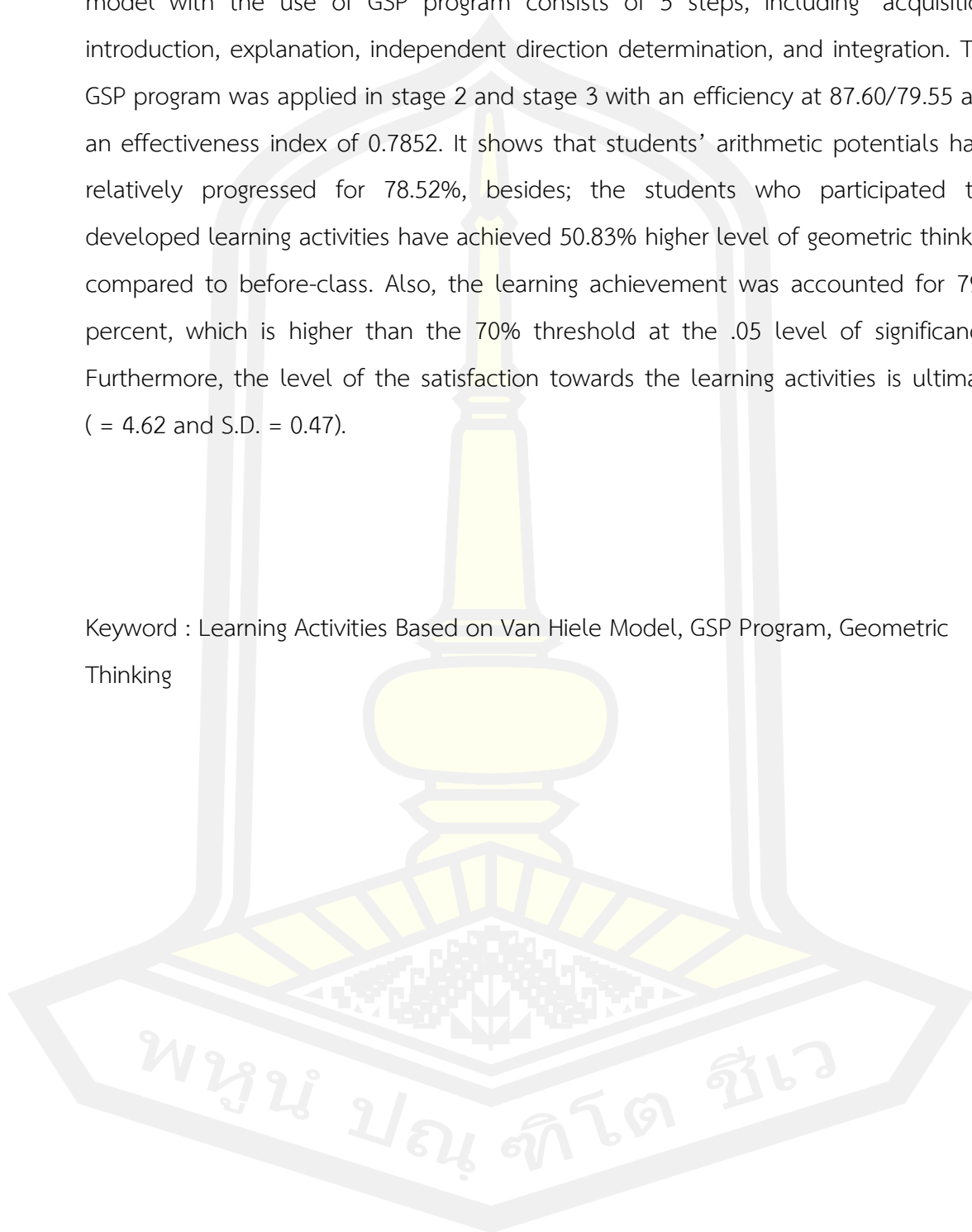
TITLE	Development of Mathematics Learning Activities Based on Van Hiele's Instructional Model Using the Geometer's Sketchpad on Circle for Prathomsuksa 6		
AUTHOR	Nattawut Jitrapinate		
ADVISORS	Assistant Professor Maliwan Tunapan , Ph.D. Associate Professor Nipaporn Chutiman , Ph.D.		
DEGREE	Master of Science	MAJOR	Mathematics Education
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2022

ABSTRACT

The purposes of this study were: 1) to develop sixth-grade students' math learning activities, according to Van Hiele model by using GSP program, titled 'Circle', with an efficacy on 70/70 criteria.; 2) to study an effectiveness index of plans; 3) to study the students' geometric thinking before and after class; 4) to compare student achievements with a 70 percent threshold; ,and 5) to explore the satisfaction of students on their learning activities. The sample was a class of 11 sixth-grade students, which were obtained by a cluster sampling method, at Ban Nong Phue School, Maha Sarakham Province. The research tools were as followed; a set of 9 lesson plans for mathematics based on Van Hiele Model with the use of GPS program, geometric thinking measurement test containing 8 objective items and 2 subjective items with a consistency index of 1.00, a difficulty ranged from 0.35-0.50, a discrimination ranged from 0.30-0.50, and a reliability of 0.84 for the whole test. an achievement test providing 20 multiple-choice questions with a consistency index ranged from 0.60-1.00, a difficulty ranged from 0.29-0.64, a discrimination ranged from 0.43-0.71, and a reliability of 0.99 for the whole test. and the 20-item questionnaire of satisfaction measurement has a content accuracy at 1.00. The statistics used in the data analysis were percentage, mean, standard deviation, and hypothesis testing using t-test for One Sample.

The research showed that the math lesson plans based on the Van Hiele model with the use of GSP program consists of 5 steps, including acquisition, introduction, explanation, independent direction determination, and integration. The GSP program was applied in stage 2 and stage 3 with an efficiency at 87.60/79.55 and an effectiveness index of 0.7852. It shows that students' arithmetic potentials have relatively progressed for 78.52%, besides; the students who participated the developed learning activities have achieved 50.83% higher level of geometric thinking compared to before-class. Also, the learning achievement was accounted for 79.5 percent, which is higher than the 70% threshold at the .05 level of significance. Furthermore, the level of the satisfaction towards the learning activities is ultimate ($\bar{x} = 4.62$ and $S.D. = 0.47$).

Keyword : Learning Activities Based on Van Hiele Model, GSP Program, Geometric Thinking



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยทุนสนับสนุนจากเงินทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประจำปี พ.ศ. 2565 และได้รับความกรุณาอย่างสูงยิ่งจาก ผศ.ดร.มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ และ รศ.ดร.นิภาพร ชูติมันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ดร.ดรุณี บุญซารี, ผศ.ดร.จันทร์เพ็ญ ภูโสภา, นางอรุณรัตน์ ทรงมีสิงห์สกุล, นายพลวัต วัฒนบุตร และนายเรืองศักดิ์ มัททวิวงศ์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้และขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูและนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและเป็นกำลังใจให้เสมอ

ณัฐวุฒิ จิตราพิเนตร

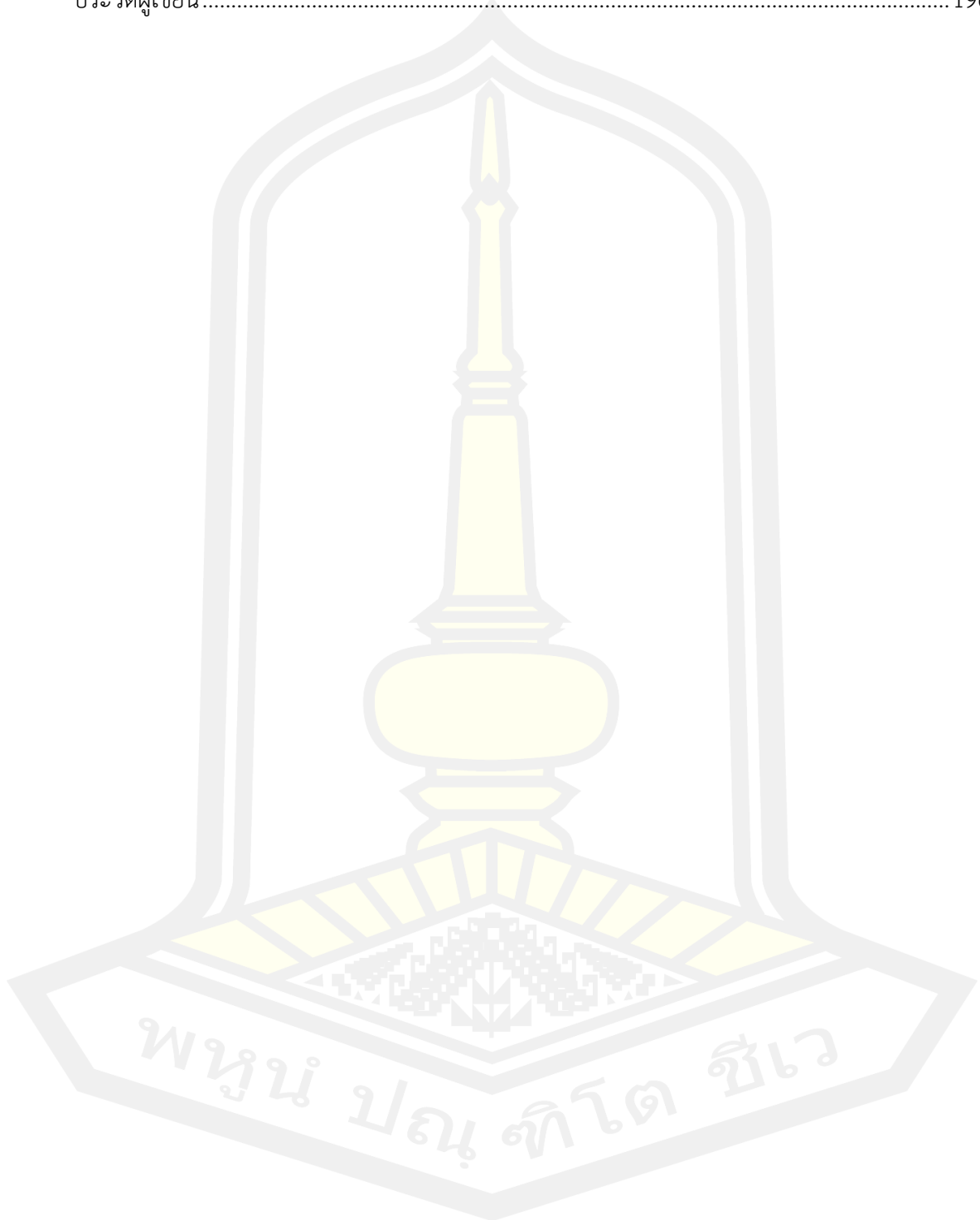


สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
บัญชีตาราง.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของการวิจัย.....	1
1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	5
1.4 ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	5
1.5 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา.....	12
2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	16
2.3 ทฤษฎีของแวนฮีลี (The van Hiele theory).....	23
2.4 แผนการจัดการเรียนรู้.....	28
2.5 โปรแกรมจีเอสพี (The Geometer's Sketchpad).....	42
2.6 ประสิทธิภาพ.....	47
2.7 ดัชนีประสิทธิผล.....	50

2.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	53
2.9 ความพึงพอใจในการเรียนรู้.....	58
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	62
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	71
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	71
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	72
3.3 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผู้วิจัย	73
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	82
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	83
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	93
4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	94
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	100
5.1 สรุปผล.....	100
5.2 อภิปรายผล.....	101
5.3 ข้อเสนอแนะ	104
บรรณานุกรม.....	105
ภาคผนวก.....	115
ภาคผนวก ก	116
ภาคผนวก ข	124
ภาคผนวก ค	139
ภาคผนวก ง.....	153

ภาคผนวก ฉ	193
ประวัติผู้เขียน	196

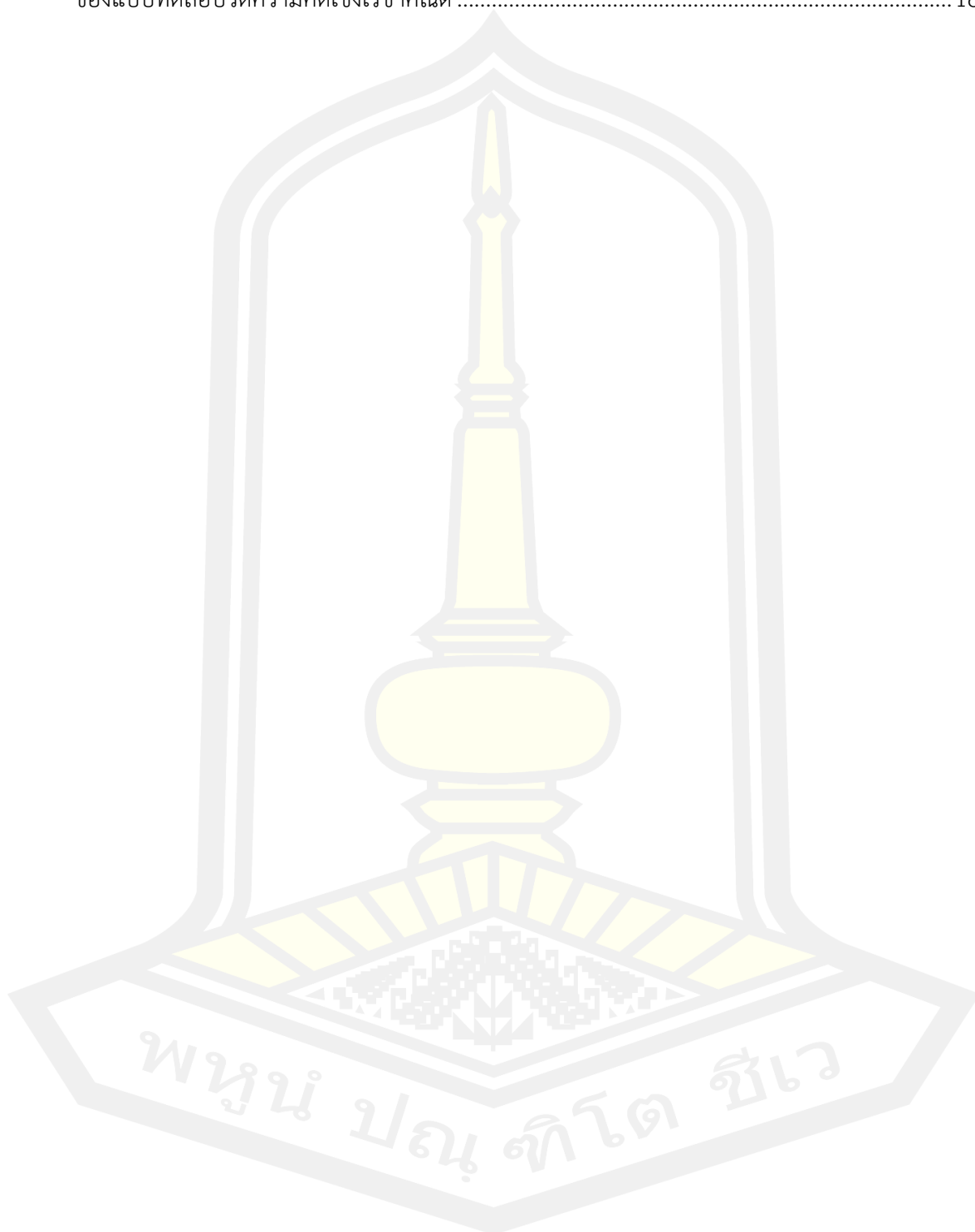


บัญชีตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงมาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	15
ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแวนฮิลลี กับกิจกรรม/.....	27
ตาราง 3 ตารางการเทียบพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิต เรื่องวงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองผือ	75
ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ เรื่อง วงกลม รายวิชาคณิตศาสตร์ (ค16102) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	78
ตาราง 5 แบบแผนการวิจัยแบบมีกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม และมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest - posttest design).....	82
ตาราง 6 ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนระหว่างเรียน จากการประเมินใบกิจกรรม แบบฝึกหัดในชั้นเรียน และแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน กับคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์รูปแบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี	94
ตาราง 7 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ประถมศึกษาปีที่ 6.....	95
ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความคิดเชิงเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	96
ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	97
ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	98

ตาราง 11 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวัดความคิดเชิงเรขาคณิต 187



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของการวิจัย

จากกรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) ที่กำหนดเป้าหมายและลักษณะของคนไทยใน 20 ปีข้างหน้า รวมถึงแผนพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564) ที่มุ่งให้การศึกษา และการเรียนรู้มีคุณภาพได้มาตรฐานสากล พัฒนาคนไทยให้มีทักษะการคิด สังเคราะห์ สร้างสรรค์ ต่อยอดสู่นวัตกรรม มีทักษะชีวิตและอาชีพ ทักษะ สารสนเทศ สื่อ และ เทคโนโลยีมีการเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต และส่งเสริมระบบ การเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่าง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM Education) เพื่อพัฒนาผู้สอนและ ผู้เรียนในเชิงคุณภาพ โดยเน้นการเชื่อมโยงระหว่างการเรียนรู้กับการทำงาน (Work Integrated Learning) นอกจากนี้ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ที่จำเป็น สำหรับศตวรรษที่ 21 (Partnership for the 21st Century Skills, 2016) ได้แก่ การคิดแบบมี วิจารณญาณ และการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem-Solving) การสื่อสาร (Communication) การร่วมมือ (Collaboration) และการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ควบคู่ไปกับความสามารถในการใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม (สำนักวิชาการ และมาตรฐานการศึกษา, 2552)

หลักสูตรแกนกลาง 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี มีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสาร สื่อความหมาย มีเจตคติที่ดี ต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและ แหล่งข้อมูล ที่เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้การสื่อสาร การทำงาน และ การแก้ปัญหา อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2552)

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นปัญหาสำหรับครูและนักเรียนมาโดยตลอด ดังจะ เห็นได้จาก ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2562 พบว่า ผลการ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามหาสารคามเขต 2 ได้คะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์ในช่วงชั้นที่ 2 ต่ำกว่าเกณฑ์คะแนนเฉลี่ย ระดับประเทศ ซึ่งปัญหาที่พบในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ปัญหาของผู้เรียน ปัญหา ของครูผู้สอน ปัญหาของบรรยากาศและสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน ปัญหาตลาดคลื่อนสื่อการเรียน

การสอน และครูไม่ครบชั้น เป็นต้น อีกทั้งการเรียนการสอนโดยยึดครูเป็นศูนย์กลาง ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ แสดงวิธีการให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด มุ่งสอนไปที่คำตอบมากกว่ากระบวนการ สมาคมคณิตศาสตร์สหรัฐอเมริกา (National Council of Teacher of Mathematics : NCTM) ได้แก้ปัญหาที่กล่าวมาโดยกำหนดมาตรฐานของการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะช่วยพัฒนาความคิดและขยายความเข้าใจให้กับผู้เรียน (NCTM, 1989, pp.112 - 115) สำหรับประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานของการจัดการศึกษาที่ให้นำเทคโนโลยีมาบูรณาการกับการเรียนการสอน และให้ผู้สอนจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2545)

จากสภาพปัญหาต่าง ๆ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยและเอกสารรายงานการศึกษาค้นคว้าของหลายท่านที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการนำเทคโนโลยีมาบูรณาการกับการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะการสอนเรขาคณิตที่ใช้รูปแบบของ แวน ฮีลี (Van Hiele) ที่กล่าวว่าพัฒนาการความคิดทางเรขาคณิตมี 5 ขั้น คือ ขั้นการมองเห็นภาพ (Visualization) ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นการสรุปที่ไม่เป็นแบบแผน (Informal Deduction) ขั้นการสรุปที่เป็นแบบแผน (Formal Deduction) และขั้นบูรณาการ (Rigor) และ Dina van Hiele-Geldof ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิต โดยกำหนดขั้นตอนการสอนไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้น การรับข้อมูล (Information หรือ Inquiry) ขั้นที่ 2 ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ (Directed orientation) ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (Explication) ขั้นที่ 4 ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างมีอิสระ (Free orientation) และขั้นที่ 5 ขั้นบูรณาการ (Integration) ซึ่งการจัดการเรียนรู้จะต้องดำเนินไปที่ละขั้นตอน แต่ละขั้นตอนจะต้องเรียนอย่างสมบูรณ์ จะข้ามขั้นตอนไม่ได้ และไม่มุ่งสู่การพิสูจน์ที่รวดเร็ว แต่ควรให้ผู้เรียนสร้างแนวคิดก่อนจะพิสูจน์อย่างมีแบบแผน (กมลทิพย์ สมบัติธีระ, หน้า4)

โปรแกรมจีเอสพี เป็นหนึ่งในโปรแกรมเรขาคณิตภาพแบบพลวัตที่มีประสิทธิภาพสูงและนิยมนำมาใช้ในการเรียนการสอนเรขาคณิตมากกว่า 60 ประเทศทั่วโลกเนื่องจากลักษณะของโปรแกรมที่ออกแบบมานั้นง่ายต่อการใช้งาน การทำความเข้าใจการสื่อความหมายตรงกับหน้าที่ของเครื่องมือในโปรแกรมยังช่วยส่งเสริมกระบวนการค้นพบ การสำรวจการมองเห็น และการวิเคราะห์ปัญหาสร้างข้อคาดการณ์ก่อนที่จะพยายามทำการพิสูจน์ทั้งนี้ครูผู้สอนสามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GSP ได้ทั้งเนื้อหาเรขาคณิตแบบยูคลิดและเรขาคณิตนอนอกระบบยูคลิด การจัดกิจกรรมในชั้นเรียน นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ทั้งแบบเดี่ยวและกลุ่มตามความเหมาะสม จากประโยชน์ข้างต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) ให้ความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีช่วยในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีเจตคติที่ดีในการเรียนรู้มีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีทักษะการจินตนาการผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อการสอนซึ่งครูได้สร้างขึ้นจากโปรแกรมสำเร็จรูป GSP จึงได้จัดซื้อลิขสิทธิ์สำหรับประเทศไทย จากบริษัท Key – Curriculum Press โดยแปลเป็นภาษาไทยให้กับโรงเรียนต่าง ๆ และนักเรียนใช้ได้ง่ายและสะดวก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ, 2548)

จากที่ได้ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GSP พบว่า โปรแกรมสำเร็จรูป GSP สามารถช่วยให้นักเรียนสร้างความคิดรวบยอดทางเรขาคณิตได้เป็นอย่างดี เช่น กมลทิพย์ สมบัติธีระ (2555) ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เรื่องปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้พบว่าการปฏิบัติกิจกรรมที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเรื่องปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ดีขึ้น นอกจากนี้ควรนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ไปใช้ต่อเนื่องกับนักเรียนกลุ่มเดิม หรือกลุ่มอื่นเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นในด้านอื่น ๆ เช่น เจตคติในการเรียนและ ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน ยุพิน พลเรือง (2557) ทำการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง พบว่า ดัชนีประสิทธิผลประสิทธิผลของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง สุนันทา โสสีทา (2555) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้พบว่าการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในการพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน ตามรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ของ van Hiele พบว่า นักเรียนมีการคาดเดาหรือทำนายผลและตรวจสอบผลการคาดเดาและสร้างความรู้ด้วยตนเองการพัฒนาการคิดเชิงเรขาคณิตตามกรอบทฤษฎี van Hiele จากระดับ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนารูปลักษณะเป็นระดับ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือจัดลำดับความสัมพันธ์ และ พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษา มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่พัฒนาสูงขึ้น

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ระดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียน และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้

จากปัญหาที่ผู้วิจัยพบ คือ สภาพปัญหาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของครูในโรงเรียนส่วนมากจะเป็นการท่องจำสูตร การยกตัวอย่างให้นักเรียนทำตาม การวาดภาพบนกระดานดำ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563 ไม่สามารถจำแนกและมองเรขาคณิตเป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจน เกิดความเบื่อหน่าย ไม่สนุกกับการเรียนรู้ และเสียเวลาในการเรียนรู้เนื่องจากครูผู้สอนต้องวาดภาพเรขาคณิตบนกระดานให้นักเรียนเกิดความสนใจ ทำให้ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองผือ ประจำปีการศึกษา 2563 วิชาคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ย 37.86 ซึ่งในสาระที่ 2 มาตรฐานค 2.1 การวัดและเรขาคณิต เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องวัด และนำไปใช้ มีคะแนนเฉลี่ย 22.86 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพอใจ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำโปรแกรมจีเอสพี มาช่วยในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตได้มากยิ่งขึ้น (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน))

1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการจัดกิจกรรมการวิชาคณิตศาสตร์ ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
3. เพื่อศึกษาความคิดเชิงเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวนฮีลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.4 ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบวนฮีลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เป็นไปตามมาตรฐานการศึกษา ตามความต้องการของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.5 ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในกลุ่มพัฒนาเครือข่ายคุณภาพการศึกษาที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคามเขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 13 โรงเรียน ได้แก่

- 1) โรงเรียนบ้านสนาม
- 2) โรงเรียนบ้านเสือโก้
- 3) โรงเรียนบ้านหนองผือ
- 4) โรงเรียนบ้านหนองกุง
- 5) โรงเรียนบ้านไถ่นา
- 6) โรงเรียนบ้านหนองแสน
- 7) โรงเรียนบ้านโนนจาน
- 8) โรงเรียนบ้านโนน
- 9) โรงเรียนบ้านหนองแวงบกไผ่ล้อมวิทยา
- 10) โรงเรียนบ้านดู่หนองโกโนนสมบูรณ์
- 11) โรงเรียนบ้านกุดนาดีโนนลาน
- 12) โรงเรียนบ้านดงน้อย
- 13) โรงเรียนบ้านขามป้อม

รวมนักเรียนทั้งสิ้น 200 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองผือ อำเภอนาโพธิ์ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคามเขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 11 คน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.2 ความพึงพอใจ

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ (ค16102) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านหนองผือ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง วงกลม ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

เรื่องที่ 1 ส่วนต่าง ๆ ของวงกลม

เรื่องที่ 2 การหาเส้นผ่านศูนย์กลางและรัศมีของวงกลม

เรื่องที่ 3 การสร้างรูปวงกลม

เรื่องที่ 4 การหาความยาวเส้นรอบวงของวงกลม

เรื่องที่ 5 โจทย์ปัญหาความยาวรอบวงของวงกลม

เรื่องที่ 6 การหาพื้นที่รูปวงกลม

เรื่องที่ 7 โจทย์ปัญหาการหาพื้นที่ของวงกลม

เรื่องที่ 8 บทประยุกต์เรื่องวงกลม

เรื่องที่ 9 การนำวงกลมไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ดำเนินการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 18 ชั่วโมง ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และการทำแบบวัดความพึงพอใจ

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ช่วยในการการเรียนรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนที่สอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และกำหนดขั้นตอนการสอนไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการรับข้อมูล (Information or Inquiry) เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติ มีการสำรวจข้อเท็จจริงและแสดงความคิดเห็นขณะปฏิบัติโดย ในขณะเดียวกันนักเรียนจะมีการสังเกต ตั้งคำถาม และตีความเกี่ยวกับรูปร่างกลมที่กำลังเรียนในขณะนั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการแนะแนวสิ่งใหม่ (Directed orientation) นักเรียนสำรวจปัญหาและพัฒนาความคิดรวบยอดจากความรู้พื้นฐานที่สังเกตได้จากการปฏิบัติในขั้นที่ 1 นักเรียนจะมีการพูดคุยพร้อมทั้งนำข้อมูลที่สำรวจได้มาสร้างความเข้าใจเรื่องวงกลม ได้รับการอธิบายโดยตรงจากครูเกี่ยวกับ ความหมาย สัญลักษณ์ต่าง ๆ และสิ่งที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นที่ 1 โดยใช้โปรแกรมGSP ประกอบการอธิบาย

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (Explication) นักเรียนจะต้องอธิบายรายละเอียดของความคิดรวบยอดของรูปร่างกลมโดยใช้ความคิดรวบยอดที่หลากหลายซึ่งเป็นผลจากการปฏิบัติในขั้นที่ 2 ในขั้นตอนนี้ครูสามารถที่จะแนะนำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการอธิบายสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้

ขั้นที่ 4 ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างมีอิสระ (Free orientation) นักเรียนทำกิจกรรมที่ต้องใช้ขั้นตอนการการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน นักเรียนจะใช้ความสามารถและประสบการณ์เดิมช่วยในการแก้ปัญหาและกิจกรรมนั้นต้องเป็นกิจกรรมที่ต้องมีการทำนายหรือคาดการณ์โดยใช้แบบฝึกทักษะ

ขั้นที่ 5 ขั้นบูรณาการ (Integration) นักเรียนต้องอภิปราย ตีความ คาดการณ์หรือทำนายและสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงแต่ละส่วนที่ได้จากการเรียนรู้ให้สัมพันธ์กัน

2. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การออกแบบ และการจัดทำรายละเอียดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้า โดยการวิเคราะห์หลักสูตร การจัดทำกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ สารสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล สื่อและแหล่งเรียนรู้ เพื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง วงกลม

3. ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele หมายถึง ความสามารถในการคิดเชิงเรขาคณิตซึ่ง van Hiele แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น (Visualization, or Recognition) ความสามารถในการระดับนี้ รูปเรขาคณิตจะถูกพิจารณาตามรูปลักษณะกายภาพที่มองเห็น แต่ไม่เห็นรายละเอียดไม่เข้าใจสมบัติหรือองค์ประกอบของรูป

ระดับที่ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนารูปลักษณะ (Analysis, Description) ความสามารถในการระดับนี้ เป็นการเริ่มต้นการวิเคราะห์ความคิดรวบยอดทางเรขาคณิตที่ได้จากการสังเกตและทดลอง นักเรียนเริ่มเห็นคุณลักษณะของรูป เห็นคุณสมบัติเฉพาะของรูป สามารถแบ่งรูปออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้ สามารถวิเคราะห์หาค่าเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตได้ชัดเจนขึ้นกว่าเดิม สามารถบอกสมบัติของรูปเรขาคณิต เช่น รูปวงกลมเป็นรูปที่มีความยาวรอบรูปเป็นเส้นโค้ง มีจุดศูนย์กลาง มีรัศมี มีเส้นผ่านศูนย์กลาง มีคอร์ด มีเชกเตอร์ และมีเชกเมนต์

ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน หรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ (Informal deduction, or Ordering) ความสามารถในการระดับนี้นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ในสมบัติต่าง ๆ ของรูปได้ สามารถบอกรายละเอียดปลีกย่อยเกี่ยวกับสมบัติของรูปต่าง ๆ ทางเรขาคณิต และสามารถเปรียบเทียบและบอกความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันได้ เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางมีขนาดเป็นสองเท่าของรัศมี เชกเตอร์คือส่วนของแผ่นดิสก์ที่ล้อมรอบด้วยรัศมีทั้งสองและส่วนโค้งของวงกลมที่หาได้จากการนำพื้นที่วงกลมคูณด้วยอัตราส่วนของความยาวส่วนโค้งและความยาวรอบรูป นอกจากนี้นักเรียนสามารถบอกลักษณะที่แตกต่างกันของรูปวงกลมได้ ถึงแม้ว่าจะยังไม่มี การพิสูจน์ได้ เข้าใจคำจำกัดความต่าง ๆ มีการอธิบายให้เหตุผลอย่างไม่เป็นแบบแผนจากสิ่งที่กำหนดให้ได้ แต่ไม่สามารถสรุปโดยใช้สัจพจน์ ทฤษฎีบท บทนิยามต่าง ๆ ได้ ไม่สามารถให้เหตุผลในลักษณะที่เป็นโครงสร้างได้ในบางครั้งนักเรียนอาจตอบว่าเข้าใจแต่อธิบายไม่ได้

ระดับที่ 4 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างเป็นแบบแผน (Formal deduction) ความสามารถในการระดับนี้นักเรียนสามารถสรุปเรขาคณิตภายใต้สัจพจน์ทฤษฎีบท อนิยาม และบทนิยามต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจและถูกโครงสร้างการให้ลำดับเหตุผลเข้าใจการพิสูจน์ที่มีกฎเกณฑ์คุ้นเคยกับการพิสูจน์โดยทราบว่าอะไรคือสิ่งที่กำหนดให้อะไรคือสิ่งที่ต้องพิสูจน์รู้จักตั้งกฎเกณฑ์และข้อโต้แย้งในการคิดไปตามลำดับเหตุผล ทราบว่าทำไมสิ่งที่กำลังพิสูจน์เป็นจริงและเป็นได้อย่างไรสามารถสรุปจากสิ่งที่กำหนดให้ได้ถูกต้องตามลำดับของเหตุผล อาจพิสูจน์สิ่งที่ต้องการพิสูจน์นั้นได้มากกว่าหนึ่งวิธี

ระดับที่ 5 การเป็นนามธรรม (Rigor) ความสามารถในระดับนี้นักเรียนต้องมีความรอบรู้ระบบสัจพจน์เป็นอย่างดี สามารถพิสูจน์เรขาคณิตที่ไม่ใช่ของยูคลิดได้สามารถนำเรขาคณิตไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น ๆ สามารถมองเรขาคณิตในลักษณะนามธรรม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบสัจพจน์และนิยามต่าง ๆ คำถามที่อาจใช้ถามนักเรียน เช่น อะไรเกิดขึ้นในการเรียนเรขาคณิต

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพียง 3 ระดับ เนื่องจากไม่ได้มีการพิสูจน์ในเนื้อหาจึงไม่ได้ศึกษาในระดับที่ 4 และระดับที่ 5

4. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ Van Hiele โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

70 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้จากคะแนนการประเมินและตรวจสอบผลงานและใบกิจกรรม ต่อ คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด ต่อ แบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน มีสัดส่วน เท่ากับ 30 : 30 : 40 มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป (E_1)

70 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป (E_2)

5. ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ค่าแสดงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม โดยเปรียบเทียบคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนตามเรียนตามเกณฑ์

6. การศึกษาระดับการคิดเชิงเรขาคณิต หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาระดับการคิดโดย นำแบบทดสอบวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele มาใช้วัด 3 ระดับ แบ่งข้อสอบออกเป็น 3 ชุด คือ

ชุดข้อสอบที่ 1 วัดในระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น (Visualization, or Recognition) เป็นข้อสอบปรนัยทั้งหมด มีจำนวนทั้งหมด 5 ข้อ นักเรียนต้องทำแบบทดสอบได้ 4 ข้อ จึงจะผ่านเกณฑ์

ชุดข้อสอบที่ 2 วัดในระดับที่ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณารูปลักษณะ (Analysis, Description) เป็นข้อสอบปรนัยทั้งหมด มีจำนวนทั้งหมด 3 ข้อ นักเรียนต้องทำแบบทดสอบได้ 2 ข้อ

จึงจะผ่านเกณฑ์ ซึ่งหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ถ้าจะทดสอบในระดับที่ 2 ได้ นักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ในระดับที่ 1 มาก่อน

ชุดข้อสอบที่ 3 วัดในระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน (Informal deduction, or Ordering) เป็นข้อสอบอัตนัยทั้งหมด มีจำนวนทั้งหมด 2 ข้อ 4 คะแนน นักเรียนต้องทำแบบทดสอบได้ 3 คะแนนขึ้นไป จึงจะผ่านเกณฑ์ ซึ่งหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ถ้าจะทดสอบในระดับที่ 3 ได้ นักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ในระดับที่ 2 มาก่อน

เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบอัตนัย

ข้อที่	1 คะแนน	2 คะแนน
1	เขียนตอบได้ถูกต้องครึ่งหนึ่งของจำนวนข้อย่อย	เขียนตอบได้ครบและถูกต้อง
2	เขียนตอบได้ถูกต้องครึ่งหนึ่งของจำนวนข้อย่อย	เขียนตอบได้ครบและถูกต้อง

ส่วนในระดับที่ 4 และที่ 5 ไม่ได้ศึกษา ทั้งนี้เพราะเนื้อหาที่ทำการวิจัยไม่มีการพิสูจน์ทางเรขาคณิต

7. โปรแกรมจีเอสพี หมายถึง โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ที่สามารถใช้ข้อมูลเชิงจำนวนเกี่ยวกับการสร้างทางเรขาคณิตได้โดยมีลักษณะเด่นคือเป็นโปรแกรมที่มีความเป็นพลวัต เคลื่อนไหวได้ (dynamic) ผู้ใช้สามารถสร้างรูปหรือวัตถุทางเรขาคณิตด้วยเครื่องมือที่มีมาพร้อมในโปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูล หรือรูปภาพ เพื่อให้ผู้ใช้มองเห็นการเปลี่ยนแปลงของรูปเรขาคณิต ทำการสำรวจ สร้างข้อคาดการณ์ให้เกิดการเรียนรู้และเกิดความคิดรวบยอด

8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนสอบของนักเรียนรายบุคคลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์สามารถใช้วัดดัชนีประสิทธิผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

9. ความพึงพอใจนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของแวนฮีลี และใช้โปรแกรมจีเอสพี ช่วยในการการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกชื่นชอบความประทับใจในการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง วงกลม โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ van Hiele และใช้โปรแกรมจีเอสพี เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับจำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม เพื่อศึกษาระดับความคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ตามขั้นตอนของแวนฮิลี และเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ให้มีจำนวนคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. ทฤษฎีของแวนฮิลี (The van Hiele theory)
4. แผนการจัดการเรียนรู้
5. โปรแกรมจีเอสพี (The Geometer's Sketchpad)
6. ประสิทธิภาพ
7. ดัชนีประสิทธิผล
8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
9. ความพึงพอใจในการเรียนรู้
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560: 1 - 35) ได้กล่าวถึงคู่มือการใช้หลักสูตร
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับประถมศึกษา ดังนี้

1. เป้าหมายหลักสูตร

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบ
หลักสูตร ดังนี้

1.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี ในสาระคณิตศาสตร์ที่
จำเป็น พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ได้

1.2 มีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
เชื่อมโยง ให้เหตุผล และมีความคิดสร้างสรรค์

1.3 มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของ
คณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่
สูงขึ้น ตลอดจนการประกอบอาชีพ

1.4 มีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูล
ที่เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน และการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมี
ประสิทธิภาพ

2. เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุก
คนไว้ 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

2.1 จำนวนและพีชคณิต ประกอบด้วย ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง
อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง รูปแบบ
ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ
กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน เมทริกซ์ จำนวนเชิงซ้อน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้
เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.2 การวัดและเรขาคณิต ประกอบด้วย ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน เรขาคณิตวิเคราะห์ เวกเตอร์ในสามมิติ และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.3 สถิติและความน่าจะเป็น ประกอบด้วย การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

3. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

3.1 สารที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

3.1.1 มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

3.1.2 มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

3.1.3 มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

3.2 สารที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

3.2.1 มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

3.2.2 มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

3.3 สารที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

3.3.1 มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

3.3.2 มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

4.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

4.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

4.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

4.5 การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ต่อไปนี้

5.1 ทำความเข้าใจหรือสร้างกรณีทั่วไปโดยใช้ความรู้ที่ได้จากการศึกษากรณีตัวอย่างหลาย ๆ กรณี

5.2 มองเห็นว่าสามารถใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

5.3 มีความมุ่งมั่นในการทำทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.4 สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่างสมเหตุสมผล

5.5 ค้นหาลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ละประยุกต์ใช้ลักษณะดังกล่าวเพื่อทำความเข้าใจหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

6 คุณภาพผู้เรียน

6.1 เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

6.1.1 อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับไม่เกิน 100,000 และ 0 มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

6.1.2 มีความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับเศษส่วนที่ไม่เกิน 1 มีทักษะการบวก การลบเศษส่วนที่ตัวส่วนเท่ากันและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

6.1.3 คาดคะเนและวัดความยาว น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เลือกใช้เครื่องมือและหน่วยที่เหมาะสม บอกเวลา บอกจำนวนเงิน และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

6.1.4 จำแนกและบอกลักษณะของรูปหลายเหลี่ยม วงกลม วงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอกและกรวย เขียนรูปหลายเหลี่ยม วงกลมและวงรีโดยใช้แบบของรูป ระบुरूปเรขาคณิตที่มีแกนสมมาตรและจำนวนแกนสมมาตร และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

6.1.5 อ่านและเขียนแผนภูมิรูปภาพ ตารางทางเดียว และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง อัตราส่วน และร้อยละ มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในสถานการณ์ต่าง ๆ

นำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิแท่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม ดำรงสองทาง และกราฟเส้น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจ

ตาราง 1 แสดงมาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้	ป.6/3 แสดงวิธี หาคำตอบของ โจทย์ปัญหา เกี่ยวกับ ความยาว รอบรูป และพื้นที่ของ วงกลม	

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เป็นหนึ่งในกระบวนการที่ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.2.1 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา การจัดกระบวนการเรียนรู้สำหรับกลุ่มสาระคณิตศาสตร์นั้น ผู้เกี่ยวข้องควรคำนึงถึงกระบวนการเรียนรู้ควรจัดให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล รวมทั้งวุฒิภาวะของนักเรียน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนมีทักษะการคิดคำนวณพื้นฐานมีความสามารถในการคิดในใจ ตลอดจนพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ การจัดเนื้อหาสาระต้องคำนึงถึงความยากง่ายอย่างต่อเนื่องและลำดับขั้นของเนื้อหา และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ต้องคำนึงถึงลำดับขั้นของการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์จริงรวมทั้งปลูกฝังนิสัยให้รักการศึกษาและแสวงหาความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ, 2548) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545)

การสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา มีหลักการที่ควรพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูเพื่อมุ่งตอบสนองความต้องการความสนใจและความสามารถของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งมีนักการศึกษาให้แนวคิด หลักการในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้หลายท่าน ดังนี้

เกื้อจิตต์ ฉิมทิม (2550) ได้กล่าวไว้เกี่ยวกับเทคนิคการสอนที่สำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พอสรุปได้มีดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นเร้าความสนใจให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนรู้และเพื่อเชื่อมโยงความรู้เก่าที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เรื่องใหม่ ครูควรเลือกกิจกรรม ดังนี้ เพลงและเกม การสนทนา ปริศนาคำทาย สื่อการเรียนรู้ การแสดงบทบาทสมมติ เล่าเหตุการณ์ และการใช้คำประพันธ์

2. การใช้สื่อการสอน สื่อการเรียนรู้เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากต่อการสอนที่ช่วยให้ นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม นอกจากนี้แล้วสื่อการเรียนรู้ยังช่วยให้นักเรียน เข้าใจและจดจำนานท่อนเวลาในการสอน และที่สำคัญที่สุดคือ การใช้สื่อการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียน เกิดความอยากรู้ทำให้พร้อมที่จะเรียน

3. การยกตัวอย่าง ยกตัวอย่างที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย ไม่ควรใช้ตัวอย่างกับในหนังสือเรียน ยกตัวอย่างที่ให้นักเรียนเปรียบเทียบกับชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ยิ่งขึ้น

4. การทำแบบฝึกหัด ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ หาโจทย์ที่แปลก ที่ใกล้ตัว และเหมาะสมกับวัยและระดับชั้นควรมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์และจุดประสงค์ ควรหาวิธีนำเสนอ โจทย์ที่หลากหลาย เขียนคำสั่งให้ชัดเจน และเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

5. การใช้บัตรงาน ควรพิจารณาการใช้บัตรงานต่อไปนี้ เรียงบัตรงานที่ง่ายไปหายาก เลือก บัตรงานให้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่จะต้องฝึก ให้นักเรียนเลือกบัตรงานในแต่ละเรื่องด้วยตนเองให้นักเรียนทราบความก้าวหน้าของตนเอง ครูควรให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม จะเป็นการช่วย นักเรียน

อ่อน

6. การใช้คำถาม ในการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ควรเป็นคำถามที่ให้นักเรียน ได้ใช้ความคิดในการอธิบายหาเหตุผล สามารถหาคำตอบได้อย่างหลากหลาย คำถามที่ควรใช้มีดังนี้

- คำถามทบทวนความจำ เช่น คุณสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมมีอะไรบ้าง
- คำถามวัดความเข้าใจเช่น ส่วนที่แรเงาในรูปนี้มีค่าเท่าไร
- คำถามให้เปรียบเทียบ เช่น ส่วนที่แรเงารูปก และรูป ข รูปใดมีค่ามากกว่ากัน
- คำถามให้วิเคราะห์ เช่น รูปสามเหลี่ยม กขค มีส่วนประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง
- คำถามให้สังเคราะห์ เช่น รู้ได้อย่างไรว่าสี่เหลี่ยม กขคด เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- คำถามให้ประมาณค่า เช่น ปามีขนมพู่ 3 ถัง ถังที่ 1 มี 8 ผล ถังที่ 2 มี 5 ผล ถังที่ 3 มี

5 ผล ถ้าแบ่งให้หลาน 3 คน คนละเท่า ๆ กันจะได้คนละเท่าใด

7. การสรุปบทเรียน เป็นหัวใจของการจัดการเรียนการสอนในแต่ละชั่วโมงเพราะเป็นการสรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหานั้น ๆ ในการสรุปบทเรียนสามารถนำเอาเทคนิคต่าง ๆ มาใช้ เช่น การสรุปด้วยเพลง หรือกลอน สรุปด้วยการตั้งคำถามสรุปด้วยการยกตัวอย่าง สรุปด้วยการสังเกตและทดลอง หรือสรุปกิจกรรมที่เกิดขึ้น

สุดใจ ศรีจามร (2542) ได้ให้หลักของการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาดังนี้

1. สอนโดยคำนึงถึงความพร้อมของนักเรียน คือ พร้อมในด้านร่างกาย อารมณ์สติปัญญา และพร้อมในแง่ความรู้พื้นฐานที่จะมาต่อเนื่องกับความรู้ใหม่โดยครูต้องมีการทบทวนความรู้เดิมก่อน เพื่อให้ประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ต่อเนื่องกัน จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนได้ดี

2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องจัดให้เหมาะสมกับวัยความต้องการความสนใจและความสามารถของนักเรียน เพื่อมิให้เกิดปัญหาตามมาในภายหลัง

3. ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ครูจำเป็นต้องคำนึงถึงให้มากกว่าวิชาอื่น ๆ ในแง่ความสามารถทางสติปัญญา

4. การเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มก่อน เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนมีความพร้อมตามวัยและความสามารถของแต่ละคน

5. วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีระบบที่จะต้องเรียนเป็นลำดับขั้น การสอนเพื่อสร้างความคิดความเข้าใจในระยะเริ่มแรกจะต้องเป็นประสบการณ์ที่ง่าย ไม่ซับซ้อน สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องและทำให้เกิดความสับสนจะต้องไม่นำเข้ามาในกระบวนการเรียนการสอน การสอนจะเป็นไปตามลำดับขั้นที่วางไว้

6. การสอนในแต่ละครั้งจะต้องมีจุดประสงค์ที่แน่นอนว่าจัดกิจกรรมเพื่อสนองจุดประสงค์อะไร

7. เวลาที่ใช้ในการสอน ควรจะใช้ระยะเวลาพอสมควรไม่นานจนเกินไป

8. ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการยืดหยุ่นได้ให้นักเรียนได้มีโอกาสเลือกทำกิจกรรมได้ตามความพอใจความถนัดของตนเองและให้อิสระในการทำงานแก่นักเรียน สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือการปลูกฝังเจตคติที่ดีแก่นักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ถ้าเกิดมีขึ้นจะช่วยให้นักเรียนพอใจในการเรียนวิชานี้ เห็นประโยชน์และคุณค่าย่อมจะสนใจมากขึ้น

9. การสอนที่ดีควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการวางแผนร่วมกันกับครูเพราะจะช่วยให้ครูเกิดความมั่นใจในการสอน และเป็นไปตามความสนใจของนักเรียน

10. การสอนคณิตศาสตร์จะดีถ้านักเรียนมีโอกาสดำเนินงานร่วมกัน หรือมีส่วนร่วมในการค้นคว้า สรุปหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ร่วมกับเพื่อน ๆ

11. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรสนุกสนานบันเทิงไปพร้อมกับการเรียนรู้ด้วยจึงจะสร้างบรรยากาศที่น่าติดตามแก่นักเรียน

12. นักเรียนประถมศึกษาที่อยู่ระหว่างอายุ 6-12 ปี จะเรียนได้ดีเมื่อเริ่มเรียนโดยครูใช้ของจริงอุปกรณ์ซึ่งเป็นรูปธรรม นำไปสู่นามธรรม ตามลำดับ จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ มีใจจำดังเช่น การสอนในอดีตที่ผ่านมา ทำให้เห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ง่ายต่อการเรียนรู้

13. การประเมินผลการเรียนการสอนเป็นกระบวนการต่อเนื่อง และเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน ครูอาจใช้วิธีการสังเกต การตรวจแบบฝึกหัดการสอบถาม เป็นเครื่องมือในการวัดผลจะช่วยให้ครูทราบข้อบกพร่องของนักเรียนและการสอนของตน

14. ไม่ควรจำกัดวิธีคำนวณหาคำตอบของนักเรียน แต่ควรแนะนำวิธีคิดที่รวดเร็วและแม่นยำให้ในภายหลัง

15. ฝึกให้นักเรียนตรวจเช็คคำตอบด้วยตนเอง

สิริพร ทิพย์คง (2545) กล่าวว่า หลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม ในเรื่องที่สามารถใช้สื่อ การเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรมประกอบให้นักเรียนเกิดความชัดเจนมากขึ้น เช่น ครูหยิบเหรียญบาทขึ้นมา แล้วถามว่าขอบของเหรียญบาทเรียกว่าอะไร

2. สอนจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวก่อนที่จะเรียนรู้สิ่งที่อยู่ไกลตัว เช่น ครูนำสายวัดตัวมาวัดความยาวรอบฝ่ามือ

3. สอนจากเรื่องที่ยากก่อนเรื่องที่ยาก การยกตัวอย่างอาจจะยกจากตัวอย่างที่น้อย ไปสู่ตัวอย่างที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น หาพื้นที่วงกลมวงเดียว จนไปถึงการหาพื้นที่วงกลม 2 วงที่ซ้อนกันอยู่

4. สอนให้ตรงตามเนื้อหาที่ต้องการ ไม่ควรเป็นเรื่องที่ยากเกินไป ผู้สอนบางคนชอบให้โจทย์ยาก ๆ เกินไป ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนท้อถอย แต่ถ้าผู้เรียนที่เก่งอาจจะชอบ ต้องคำนึงถึงหลักสูตรและเลือกเนื้อหาเพิ่มเติมให้เหมาะสมเพื่อส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียน เช่น สอนเรื่องรูปวงกลม เกี่ยวกับจุดศูนย์กลาง รัศมี เส้นผ่านศูนย์กลาง คอร์ด รูปทั่วไปของสมการวงกลม แทนที่จะกล่าวถึงโฟกัสของวงรี พาราโบลา และไฮเพอร์โบลา

5. สอนให้รู้ตามลำดับขั้นตอนโดยใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล เช่น ก่อนจะหาเส้นรอบวงนักเรียนต้องรู้จักรัศมี เส้นผ่านศูนย์กลาง และสูตรการหาความยาวรอบวง

6.ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนานเพลิดเพลิน ให้ผู้เรียนเกิดการลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้ และประเมินการปฏิบัติจริง เช่น ครูอาจใช้เกม หรือ เพลง ประกอบเกี่ยวกับการหาสูตรหาพื้นที่วงกลม หรือ ความยาวรอบวง

7.ครูต้องมีจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจ เสริมกำลังใจให้ผู้เรียน เช่น ตีมาก ทำได้ถูกต้องแล้ว ลองอีกวิธีหนึ่งดู

8.จัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการกับวิชาอื่น ๆ เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม

ลาวัลย์ พลกล้า (2545) ได้นำแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้มาสังเคราะห์เข้าด้วยกันเป็นหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมต้องเริ่มจากการเตรียมความพร้อมในด้านพื้นฐานความรู้เดิมไปสู่การเสนอเนื้อหาใหม่

2. การจัดกิจกรรมการสอนควรเริ่มจากการเล่นอย่างอิสระการแสวงหาข้อมูลอย่างอิสระ แล้วเพิ่มเป็นระบบหรือเพื่อความเป็นเค้าโครงตามแผนการ

3. การจัดกิจกรรมการสอนจะต้องเริ่มจากกิจกรรมที่เป็นรูปธรรมสู่กึ่งรูปธรรม และนามธรรม ตามลำดับ การใช้สัญลักษณ์ควรใช้ภายหลังจากที่นักเรียนได้มีโอกาสเห็นรูปธรรม ได้สัมผัสกับวัตถุของจริงแล้ว

4. กิจกรรมทุกรูปแบบต้องผ่านการวางแผนและมีวัตถุประสงค์ที่แน่นอนว่าจะดำเนินการไปสู่การเรียนรู้เรื่องใด

5. จัดกิจกรรมหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อสนองความต้องการของนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน

6. ควรมีกิจกรรมที่คล้ายคลึงกันหลาย ๆ อย่าง เพื่อนำไปสู่การค้นพบ การหาข้อสรุป หรือ การสร้างความเข้าใจเพื่อให้เกิดมโนคติที่ต้องการ

7. ต้องจัดหาวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อมและพอเพียงสำหรับนักเรียน วัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการสอน จะต้องมีการวางแผนการใช้ไว้ว่าจะใช้สอนเพื่อสอนเนื้อหาใด ให้นักเรียนค้นพบอะไร มีมโนคติใด

8. มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของนักเรียน ถ้าเป็นกิจกรรมที่ยากหรือซับซ้อนเกินไป จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสประสบความสำเร็จ จะทำให้ท้อถอยและถ่างายเกินไปจะไม่ท้าทายให้นักเรียนใช้ความคิด

9. การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ต้องวิเคราะห์ให้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ และจัดกิจกรรมเพื่อเนื้อหาย่อย ๆ เหล่านั้น

10. ให้กิจกรรมการสอนมีความเชื่อมโยงเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้คณิตศาสตร์มีความหมายต่อนักเรียน

11. ให้มีกิจกรรมที่ส่งเสริมหรือฝึกทักษะที่จำเป็นในแต่ละบทเรียน

12. คำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

13. ก่อนที่จะเปลี่ยนหัวข้อจะต้องมีกิจกรรมเพื่อประเมินว่าเด็กมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องเก่าเพียงพอหรือไม่ ทั้งนี้เพราะความรู้พื้นฐานมีความสำคัญต่อความสำเร็จในการเรียนเรื่องต่อไปที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

14. การให้รางวัลหรือการทำโทษควรทำทันทีเมื่อพฤติกรรมเกิดขึ้นหรือสิ้นสุดใหม่ๆ การลงโทษไม่ควรมีถ้าไม่จำเป็น เพราะเป็นสิ่งบั่นทอนกำลังใจและทำลายความเชื่อมั่นในตัวเองของนักเรียน

15. ให้นักเรียนทราบเป้าหมายของการทำกิจกรรมแต่ละอย่างรวมทั้งเหตุผล นอกจากนี้ สิริพร ทิพย์คง (2545) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดประสบการณ์ให้นักเรียน ได้เกิดการเรียนรู้ที่สมดุลทั้ง 3 ด้าน คือ

15.1 ด้านความรู้ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ 5 สาระ ได้แก่จำนวนและการดำเนินการการวัด เรขาคณิต พีชคณิต และการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

15.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ/กระบวนการที่สำคัญ ได้แก่การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารการสื่อความหมายและการนำเสนอการเชื่อมโยงและการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

15.3 ด้านคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยม ได้แก่ ตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจรรย์ญาณและมีความเชื่อมั่นในตนเอง จากหลักการสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนคณิตศาสตร์ที่ดีนั้นครูจะต้องเข้าใจธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละช่วงวัย และคำนึงถึงความพร้อมของเด็กความต้องการ ความสนใจความสามารถของเด็กโดยใช้การสอนที่เป็นระบบ มีขั้นตอนชัดเจน จัดกิจกรรมการเรียนการสอนจากสิ่งที่เป็นนามธรรม ให้เป็นรูปธรรมมากที่สุด เรียงเนื้อหาจากง่ายไปสู่เนื้อหาที่ยาก พยายามให้นักเรียนได้เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนไปสู่สิ่งที่มีอยู่ในชีวิตประจำวัน และจัดการเรียนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าการท่องจำ

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในปัจจุบัน วิทยาการและเทคโนโลยีได้พัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างมาก การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้นำเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนทั้งเครื่องคิดเลขกราฟิก (graphic calculator) คอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ทั้งนี้การใช้เทคโนโลยีประเภทใดมาจัดการเรียนการสอนนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหาและทักษะที่ต้องการให้ปรากฏและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียนเป็นหลัก (ชนิศวรา ฉัตรแก้ว, 2549)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) และยังช่วยเสริมสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับพีชคณิต ตรรกะคณิตศาสตร์ เป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-Centered Learning) ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จะเอื้อต่อการสร้างข้อคาดการณ์ โดยให้ผู้เรียนฝึกทำเองบนเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นโปรแกรมที่สามารถอธิบายเนื้อหาได้อย่างเข้าใจ ทำให้คณิตศาสตร์ไม่กลายเป็นเรื่องน่าเบื่อ สำหรับผู้เรียน โดยใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) อธิบายสร้างความเข้าใจที่กระจำนักเรียนสามารถมองเห็นได้อย่างเป็นรูปธรรม ฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเองเพราะเรียนรู้ง่ายครูสามารถใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องช่วยกระตุ้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ทันสมัยแหวกแนวไปจากเดิม เพราะแทนที่จะสอนให้เด็กจำสูตรโดยปราศจากความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ทว่าด้วยศักยภาพของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad จะกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าพิสูจน์ เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเอง จากการลงมือปฏิบัติจริง

ชนิศวรา ฉัตรแก้ว (2549) กล่าวว่าไว้ว่าลักษณะเด่นของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นโปรแกรมเรขาคณิตที่มีความเป็นพลวัต ที่นักเรียนสามารถใช้เครื่องมือที่มีมาพร้อมกับโปรแกรม ตัวอย่าง เช่น เครื่องมือสร้างจุด เส้นตรง รังสีส่วนของเส้นตรง เส้นโค้งเครื่องมือวัดมุม วัดความยาวที่มีความเที่ยงตรงและถูกต้อง ในการสร้างรูปเรขาคณิตสามารถสร้างได้โดยการคลิกเมาส์โยก เลื่อน ลาก ให้มีการเคลื่อนไหวของวัตถุหรือรูปได้อย่างอิสระตามต้องการ ในการสร้างรูปทางเรขาคณิตที่มีความซับซ้อน สร้างยาก หรือใช้เวลามาก ซึ่งไม่สามารถสร้างได้ด้วยกระดาษและปากกา จะสามารถสร้างได้อย่างรวดเร็ว และด้วยประสิทธิภาพของโปรแกรม GSP ที่มีการเคลื่อนไหว (dynamic) ไม่หยุดนิ่ง (static) จึงเป็นโปรแกรมที่ส่งเสริมให้

นักเรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ สามารถฝึกทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนเรขาคณิต คือ สืบเสาะหาการค้นพบ และตรวจสอบ เป็นต้น ซึ่งทำให้สามารถสร้างความคิดรวบยอดได้อย่างรวดเร็ว นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีและรู้สึกสนุกสนานตื่นเต้น พร้อมทั้งได้มีการอธิบายในสิ่งที่ตนเองสำรวจหรือค้นพบ ฝึกทักษะในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

दनัย ยังก (2551) กล่าวว่า ซอฟต์แวร์ The Geometer's Sketchpad (GSP) มีเครื่องมือที่ใช้แทนเส้นตรงและวงเวียนสำหรับสร้างรูปต่าง ๆ มีคำสั่งซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับวัดขนาดของมุมและความยาวแทนไม้โปรแทรกเตอร์และไม้บรรทัดมีคำสั่งและเครื่องคำนวณสำหรับหาค่าของพื้นที่หรือคำนวณค่าต่าง ๆ ตลอดจนมีเครื่องมือช่วยเขียนกราฟของฟังก์ชันได้โปรแกรม GSP จึงสามารถใช้ประกอบการสอนคณิตศาสตร์ได้ตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งในระดับประถมศึกษา ครูสามารถให้นักเรียนฝึกสร้างรูปเรขาคณิตพื้นฐานได้แก่รูปวงกลมและรูปหลายเหลี่ยม ฝึกออกแบบสร้างภาพวาดต่าง ๆ เช่น บ้าน การ์ตูน และนักเรียนสามารถใช้คำสั่งเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตในการประดิษฐ์ลวดลายที่สวยงามและเคลื่อนไหวได้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ครูอาจให้นักเรียนสำรวจความสัมพันธ์ในทางเรขาคณิตของรูปแบบต่าง ๆ ด้วยตนเอง เช่น เส้นตรง 2 เส้นตัดกัน ให้สำรวจขนาดของมุมที่เกิดตรงจุดตัดว่ามุมที่อยู่ตรงข้ามกันนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร มุมที่ประชิดกันมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ความสามารถของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า โปรแกรมนี้มีความสามารถในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหว นำมาใช้ในการอธิบายเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์สามารถสร้างรูปเรขาคณิต รูปกราฟต่าง ๆ สามารถเลื่อน หมุน หด พลิกลีได้ และนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยการลงมือปฏิบัติเป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการนิรนัย ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา

2.3 ทฤษฎีของแวนฮีลี (The van Hiele theory)

1. ประวัติความเป็นมาของทฤษฎีแวนฮีลี

สองสามีภรรยาชาวเนเธอร์แลนด์ คือ Pierry Marie van Hiele และ Dina van Hiele Geldof ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงเรขาคณิตในวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอกของทั้งสองคน อันสืบเนื่องมาจากการสังเกตเห็นว่านักเรียนของตนที่สอนในโรงเรียน Montessori Secondart School มีความยุ่งยากในการเรียนเรขาคณิต จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนเรขาคณิตนั้นมีพื้นฐานมาจากความไม่สอดคล้องกันระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดโดยครูกับระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของตัวนักเรียนเอง โดย Pierry Marie van Hiele ผู้เป็น

สามีได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ส่วนภรรยา คือ Dina van Hiele-Geldof ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ซึ่งได้นำเสนอแนวคิดนี้ในหนังสือ Structure and Insight ลักษณะเด่นของรูปแบบการสอนของ vanHiele คือนักเรียนต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ละขั้นจากสิ่งที่นักเรียนสังเกตเห็นจนไปสู่การพิสูจน์อย่างเป็นแบบแผน van Hiele เชื่อว่าการที่นักเรียนจะเขียนพิสูจน์ทางเรขาคณิตได้นั้นต้องอาศัยการคิดในระดับขั้นสูงนักเรียนที่มีการคิดในระดับต่ำต้องมีการฝึกฝนในการคิดที่มากพอก่อนที่จะเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางเรขาคณิตที่เป็นแบบแผน โดยไม่ขึ้นกับระดับอายุของนักเรียน (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553)

2 ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของแวนฮีลี

van Hiele ได้แบ่งระดับการคิดเชิงเรขาคณิตออกเป็น 5 ระดับ (Crowley, 1987 อ้างถึงใน อนนท์ ฤชัยนาม, 2554) ดังนี้

ระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น (Visualization, or Recognition) ความสามารถในการระดับนี้รูปเรขาคณิตจะถูกพิจารณาตามรูปลักษณะกายภาพที่มองเห็น นักเรียนสามารถบอกชื่อเปรียบเทียบ และจัดกระทำกับรูปเรขาคณิต เช่น สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม มุม เส้นขนาน ซึ่งไม่เกี่ยวกับสมบัติของรูปเรขาคณิตนั้น การคิดระดับนี้ เป็นการคิดที่เกี่ยวข้องกับรูปร่างการสร้างความหมายของรูปเรขาคณิตจะขึ้นอยู่กับการรับรู้การมองเห็น (Visual perception)

ตัวอย่างเช่น

วงกลมมีลักษณะเหมือนล้อรถ วงกลมมีลักษณะเหมือนจาน
รูปลูกบาศก์มีลักษณะเหมือนกับกล่องหรือลูกเต๋า
รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากคือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีด้านยาว
เส้นขนานมีลักษณะเหมือนประตู
มุมคือจุดยอดของรูปสามเหลี่ยม

ระดับที่ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนารูปลักษณะ (Analysis, or Description) ความสามารถในการระดับนี้เป็นการเริ่มต้นการวิเคราะห์ความคิดรวบยอดทางเรขาคณิตที่ได้จากการสังเกตและการทดลอง นักเรียนเริ่มเห็นคุณลักษณะของรูป เห็นสมบัติเฉพาะของรูปสามารถแบ่งรูปออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้สามารถวิเคราะห์หาค่าเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตได้ชัดเจนขึ้นกว่าเดิม สามารถบอกสมบัติของรูปเรขาคณิต เช่น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านทั้งสี่ยาวเท่ากัน และมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเป็นรูปสี่ด้านที่มีมุมสี่มุมเป็นมุมฉากและมีด้านขนานกันสองคู่

ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ (Informal Deduction, or Ordering)

ความสามารถในระดับนี้นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ในสมบัติต่าง ๆ ของรูป ได้ สามารถบอกรายละเอียดปลีกย่อยเกี่ยวกับสมบัติของรูปต่าง ๆ ทางเรขาคณิต และสามารถเปรียบเทียบและบอกความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันได้เช่น ในรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ถ้ามีด้านที่อยู่ตรงข้ามขนานกันและยาวเท่ากันแล้ว มุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมนั้นย่อมเท่ากัน รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสคือสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านยาวทั้งสี่ด้านยาวเท่ากัน รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน แต่ไม่ใช่สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนที่แท้จริงเนื่องจากมุมของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนไม่มีมุมใดมีขนาด 90 องศาเป็นต้น นอกจากนี้ นักเรียนสามารถบอกลักษณะที่แตกต่างกันของรูปสี่เหลี่ยมได้ถึงแม้ว่าจะยังไม่มี การพิสูจน์ได้เข้าใจคำจำกัดความต่าง ๆ มีการอธิบายให้เหตุผลอย่างไม่เป็นแบบแผนจากสิ่งที่กำหนดให้ แต่ไม่สามารถสรุปโดยใช้สัจพจน์ ทฤษฎีบท บทนิยามต่าง ๆ ได้ไม่สามารถให้เหตุผลในลักษณะที่เป็นโครงสร้างได้ในบางครั้งนักเรียนอาจตอบว่าเข้าใจแต่อธิบายไม่ได้

ระดับที่ 4 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างเปแบบแผน (Formal Deduction) ความสามารถในการระดับนี้นักเรียนสามารถสรุปเรขาคณิตภายใต้สัจพจน์ทฤษฎี อนิยาม และบทนิยามต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจและถูกโครงสร้างการให้ลำดับเหตุผล เข้าใจการพิสูจน์ที่มีกฎเกณฑ์คุ้นเคยกับการพิสูจน์โดยทราบว่าอะไรคือสิ่งที่กำหนดให้อะไรคือสิ่งที่ต้องพิสูจน์รู้จักตั้งกฎเกณฑ์และข้อโต้แย้งในการคิดไปตามลำดับเหตุผล ทราบว่าทำไมสิ่งที่กำลังพิสูจน์เป็นจริงและเป็นได้อย่างไร สามารถสรุปจากสิ่งที่กำหนดให้ได้ถูกต้องตามลำดับของเหตุผลอาจพิสูจน์สิ่งที่ต้องการพิสูจน์นั้นได้มากกว่าหนึ่งวิธี ตัวอย่างเช่น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสคือรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากซึ่งที่คู่ด้านที่ติดกันเท่ากัน รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากคือรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานซึ่งมีมุมเป็นมุมฉาก

ระดับที่ 5 การเป็นนามธรรม (Rigor) ความสามารถในการระดับนี้นักเรียนต้องมีความรอบรู้ระบบสัจพจน์เป็นอย่างดีสามารถพิสูจน์เรขาคณิตที่ไม่ใช่ของยูคลิดได้สามารถนำเรขาคณิตไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น ๆ สามารถมองเรขาคณิตในลักษณะนามธรรม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบสัจพจน์และนิยามต่าง ๆ คำถามที่อาจใช้คำถามนักเรียนได้แก่อะไรเกิดขึ้นในการเรียนเรขาคณิต ถ้าไม่มีทฤษฎีเกี่ยวกับเส้นขนานคู่หนึ่งและมีเส้นตรงอีกเส้นหนึ่งตัดขวาง

3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของแวนฮิลี

การพัฒนาระดับความคิดของแวนฮิลี จากระดับหนึ่งไปอีกระดับหนึ่งนั้น สามารถกระทำได้จากการสอนของครูเวลาในการเรียน และการจัดกิจกรรมที่เหมาะสม มานะ เอกจริยวงศ์ (2537 อ้าง

ถึงใน อมรรัตน์ ใจไหว, 2551) ได้เสนอจุดมุ่งหมายการสอนเรขาคณิตในโรงเรียนตามแบบของแวน ฮีลี เพื่อเป็นแนวทางการกำหนดเนื้อหาเรขาคณิตในอนาคตไว้ดังนี้

3.1. เพื่อให้ตระหนักถึงคุณค่าของเรขาคณิตว่ามีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตในโลกที่เป็นจริง โดยสอนให้เข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบตัว เพราะสิ่งที่ปรากฏในธรรมชาติรวมทั้งสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมาส่วนมากใช้เรขาคณิตเป็นพื้นฐานหรือหลักการของเรขาคณิตทั้งสิ้น

3.2. เพื่อท้าทายความคิด ปลุกฝังความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และพัฒนาแบบความคิดทางเรขาคณิตศาสตร์เช่น การใช้คำถามที่ทำให้ผู้เรียนใช้วิธีการคิดต่างกัน ดังตัวอย่างการกำหนดรูปสี่เหลี่ยมกับวงกลม ให้นักเรียนคิดที่สามารถวางวงกลมให้ตัดรูปสี่เหลี่ยมเพียง 3 จุดถามในลักษณะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีความคิดต่างแบบกัน

3.3. เพื่อพัฒนาความคิดในการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ให้มองเห็นความหมายและความสำคัญ ของการพิสูจน์โดยสอนให้นักเรียนรู้จักการอ้างเหตุผล

3.4. เพื่อเชื่อมโยงแนวคิดทางเรขาคณิตกับคณิตศาสตร์แขนงอื่น ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา สอนให้ใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา จากจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนดังกล่าวจะเห็นได้ว่าเป็นจุดมุ่งหมายที่มุ่งที่จะพัฒนาความคิดในการให้เหตุผลและสามารถนำไปเชื่อมโยงไปใช้ในวิชาอื่น ๆ และใช้ในชีวิตประจำวัน มานะ เอกจริยวงศ์ (2537 อ้างถึงใน อมรรัตน์ ใจไหว, 2551) กล่าวไว้ว่า การที่จะพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele จากระดับหนึ่งไปอีกระดับหนึ่งนั้น สามารถเกิดขึ้นได้จากการสอนของครูเวลาในการเรียน และการจัดกิจกรรมที่เหมาะสม และจากงานวิจัยของ van Hiele (Crowley, 1987) พบว่าการพัฒนาระดับการคิดทางเรขาคณิตจากระดับต่ำกว่าไปสู่ระดับสูงกว่านั้นขึ้นอยู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ van Hiele ได้อธิบายขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการรับข้อมูล (Information หรือ Inquiry) ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะมีการสนทนากันเกี่ยวกับกิจกรรมที่กำลังศึกษา นักเรียนจะมีการสังเกต การตั้งคำถาม การตีความ

ขั้นที่ 2 ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ (Directed orientation) นักเรียนมีการสำรวจสิ่งที่ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนที่ 1 นักเรียนจะมีการพูดคุย พร้อมกับนำสิ่งที่สำรวจได้ในแต่ละอันมาสร้างความเข้าใจเชิงเรขาคณิต

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (Explication) นักเรียนจะมีการอธิบายผลการกระทำที่ได้จากขั้นที่ 2 คำพูดของพวกเขาจะสามารถที่จะบอกคำเฉพาะที่ใช้กับการอธิบายของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างมีอิสระ (Free orientation) นักเรียนทำกิจกรรมที่ต้องใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน นักเรียนจะใช้ความสามารถและประสบการณ์เดิมช่วยในการแก้ปัญหาและกิจกรรมนั้นต้องเป็นกิจกรรมที่มีจิตนาการให้เกิดผลตามนั้น เช่น นำรูปเรขาคณิตหลาย ๆ รูปให้นักเรียนดูแล้วถามว่ามีรูปเรขาคณิตชนิดใดบ้าง เป็นต้น

ขั้นที่ 5 ขั้นบูรณาการ (Integration) เป็นการทบทวน อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงแต่ละส่วนที่ได้จากการเรียนรู้ให้สัมพันธ์กัน การสอนเรขาคณิตจะต้องสอนให้เหมาะสมกับระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน ซึ่งระดับการคิดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ เพราะนักเรียนจะไม่สามารถก้าวไปสู่ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่สูงขึ้น โดยไม่ผ่านระดับต่ำไปก่อนได้ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างระดับการคิดเชิงเรขาคณิตและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของแวนฮิลี ได้แสดงในตารางที่ 2

ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแวนฮิลี กับกิจกรรม/พฤติกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรม/พฤติกรรมการเรียนรู้
1. ขั้นการรับข้อมูล (Information หรือ Inquiry)	- เป็นกิจกรรมที่นักเรียนลงมือปฏิบัติ มีการสำรวจ พร้อมกับการแสดงความคิดเห็นขณะปฏิบัติ - นักเรียนจะมีการสังเกต ตั้งคำถาม และตีความกับรูปทรงทางเรขาคณิตที่กำลังเผชิญในขณะนั้น
2. ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ (Directed orientation)	- เป็นกิจกรรมที่นักเรียนทุกคนมีโอกาสดังกลุ่มรูปทรงทางเรขาคณิตตามสมบัติของรูปทรงเรขาคณิตนั้น ๆ ให้นักเรียนแยกแยะสมบัติของรูปทรงทางเรขาคณิตที่กำลังเผชิญในขณะนั้น - นักเรียนสำรวจปัญหาและพัฒนาความคิดรวบยอดจากความรู้พื้นฐานที่สังเกตได้จากการปฏิบัติ 1 นักเรียนจะมีการพูดคุย พร้อมกับการนำข้อมูลที่สำรวจได้มาสร้างความเข้าใจเชิงเรขาคณิต - นักเรียนจะต้องอธิบายรายละเอียดของความคิดรวบยอด

3. ขั้นการอธิบาย (Explication)	ของรูปทรงเรขาคณิตซึ่งเป็นผลจากการปฏิบัติในขั้นที่ 2 - ครูสามารถที่จะแนะนำศัพท์เฉพาะที่ใช้ ในการอธิบายสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ - อภิปรายเกี่ยวกับสมบัติของรูปทรงเรขาคณิต โดยใช้ความคิดรวบยอดที่หลากหลาย
--------------------------------	--

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรม/พฤติกรรมการเรียนรู้
4. ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างมีอิสระ (Free orientation)	- นักเรียนทำกิจกรรมที่ต้องใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ ซับซ้อน และกิจกรรมนั้นต้องเป็นกิจกรรมที่ต้องมีการทำนายหรือคาดการณ์ เช่น นำรูปเรขาคณิตหลาย ๆ รูปให้นักเรียนดูแล้วถามว่ามีรูปเรขาคณิตอะไรบ้างเป็นต้น - เป็นกิจกรรมที่นักเรียนต้องอภิปราย ตีความ คาดการณ์หรือทำนายและสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงแต่ละส่วนให้สัมพันธ์กัน จนกลายเป็นองค์ความรู้ใหม่
5. ขั้นบูรณาการ (Integration)	

2.4 แผนการจัดการเรียนรู้

1. ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

วัฒนาพร ระจับทุกษ์ (2542) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการหรือโครงการที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อใช้เป็นแนวปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาใดวิชาหนึ่ง เป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบ และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ตามจุดหมายของหลักสูตร

กรมวิชาการ (2545) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การเตรียมการเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละครั้งโดยกำหนดสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผล คุณธรรม จริยธรรม หลักศาสนาที่ต้องการเน้น ตัวบ่งชี้ บันทึกหลังสอน

นิคม ชมพุลอง (2545) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการหรือโครงการที่จัดทำเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อใช้เป็นแนวปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาใดวิชาหนึ่ง เป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบ และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ตามจุดหมายของหลักสูตรได้อย่างมีคุณภาพ

รุจิร ภูสาระ (2545) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง เครื่องมือแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนตามที่กำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้แต่ละกลุ่ม

วิลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2545) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ทำให้ผู้สอนทราบว่าสอนเนื้อหาใด เพื่อจุดประสงค์ใด สอนอย่างไร ใช้สื่ออย่างไร และวัดประเมินผลโดยวิธีใด

ถวัลย์ มาศจรัส, นิชนัน ประสงค์ และอาภรณ์ หนิมสุข (2546) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การนำวิชาการหรือกลุ่มประสบการณ์ที่ต้องการสอนตลอดภาคเรียนมาสร้างเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีจุดประสงค์ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล สอดคล้องคล้อยกับจุดเน้นของหลักสูตร สภาพของผู้เรียน ความพร้อมของโรงเรียนและตรงกับชีวิตจริงในท้องถิ่น

จิรภัทร แก้วแก้ว (2547) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนซึ่งครูเตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียน โดยวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการใช้สื่อการเรียนหรือแหล่งการเรียนรู้ แนวการวัดผลประเมินผล โดยการวิเคราะห์จากคำอธิบายรายวิชาหรือหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งยึดผลการเรียนที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้ที่กำหนด อันสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

เพลินพิศ ธรรมรัตน์ (2550) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การเตรียมการสอนเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าหรือคือบันทึกการสอนปกติตามปกติ เป็นการเตรียมการสอนอย่างมีระบบเป็นลายลักษณ์อักษรและเครื่องมือช่วยให้ครูวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อและอุปกรณ์ ตลอดจนการวัดผลและประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และสอดคล้องกับระดับพัฒนาการของผู้เรียน เพื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีและครบถ้วนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ครูรับผิดชอบ

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในหลักสูตร

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการเตรียมการสอนหรือการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและจัดทำไว้อย่างเป็นลายลักษณ์อักษร โดยมีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดหมายที่กำหนดไว้ โดยเริ่มต้นจากการกำหนดวัตถุประสงค์จะให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านใด (สติปัญญาหรือเจตคติหรือทักษะ) จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิธีใด ใช้สื่อการสอนหรือแหล่งเรียนรู้ใด และจะประเมินผลอย่างไร

ฉันท ชาติทอง (2552) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การเตรียมการสอนเป็นลายลักษณ์อักษร เป็นเอกสารแนวทางสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียน เป็นการนำวิชาหรือประสบการณ์ที่จะต้องทำการสอนตลอดปีการศึกษาหรือตลอดภาคเรียนมาสร้างเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีการกำหนดจุดประสงค์ กิจกรรม สื่อ อุปกรณ์ การวัดและประเมินผล

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการเตรียมการสอนหรือการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ และเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาการเรียนการสอนไปสู่จุดประสงค์ที่กำหนดไว้และสู่จุดหมายของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้จะก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. ก่อให้เกิดการวางแผนและการเตรียมตัวล่วงหน้า เป็นการนำเทคนิควิธีการสอนการเรียนรู้ สื่อเทคโนโลยี และจิตวิทยาการเรียนการสอนมาผสมผสานประยุกต์ให้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม

2. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อการวัดและการประเมินผลตลอดจนประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำเป็น

3. เป็นคู่มือการสอนสำหรับตัวครูผู้สอนและครูที่สอนแทน นำไปใช้ปฏิบัติการสอนอย่างมั่นใจ

4. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล ที่จะ
เป็นประโยชน์ต่อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนต่อไป

5. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอนซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงาน
ทางวิชาการได้

วิลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2545) ได้กล่าวไว้ว่า การวางแผนการสอนมีความสำคัญดังนี้

1. ทำให้ผู้สอนสอนด้วยความมั่นใจ เมื่อเกิดความมั่นใจในการสอนย่อมเกิดความ
คล่องแคล่วเป็นตามลำดับขั้นตอนอย่างราบรื่นไม่ติดขัดเพราะได้เตรียมทุกอย่างไว้พร้อมแล้ว

2. ทำให้การสอนมีความคุ้มค่าคุ้มกับเวลาที่ผ่านไป เพราะผู้สอนสอนอย่างมีแผน
เป้าหมาย และมีทิศทางในการสอนมิใช่สอนอย่างเลื่อนลอยผู้เรียนก็จะได้รับความรู้ ความคิด เกิดเจต
คติ เกิดทักษะ และประสบการณ์ใหม่ตามที่ผู้สอนวางแผนไว้ทำให้การเรียนการสอนมีคุณค่า

3. ทำให้เป็นการสอนที่ตรงตามหลักสูตร ทั้งนี้เพราะในการวางแผนการสอนผู้สอน
ต้องศึกษาหลักสูตรทั้งทางด้านจุดประสงค์การสอน เนื้อหาสาระ กิจกรรม การใช้สื่อการสอน และการ
วัดประเมินผล เมื่อผู้สอนสอนตามแผนการสอนก็เป็นการสอนที่ตรงตามจุดหมายและทิศทางของ
หลักสูตร

4. ทำให้การสอนบรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าการสอนที่ไม่มีการวางแผน
เนื่องจากการวางแผนการสอน ผู้สอนต้องวางแผนอย่างรอบครอบในทุกองค์ประกอบของการสอน
รวมทั้งการจัดเวลา สถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ซึ่งจะเอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้ได้
สะดวกและง่ายขึ้น

5. ทำให้ผู้สอนมีเอกสารเตือนความจำ สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการสอน
ต่อไป ทำให้ไม่เกิดความซ้ำซ้อน และเป็นแนวทางในการทบทวนหรือการออกข้อสอบเพื่อวัดผล
ประเมินผู้เรียนได้ นอกจากนี้ทำให้ผู้สอนมีเอกสารไว้ให้เป็นแนวทางแก่ผู้ที่สอนแทนในกรณีที่จำเป็น
เมื่อผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนเองได้ ผู้เรียนจะได้รับความรู้และประสบการณ์ที่ต่อเนื่องกัน

6. ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน ทั้งนี้เพราะว่าผู้สอน สอน
ด้วยความพร้อมทั้งทางด้านจิตใจและวัตถุ ความพร้อมทางด้านจิตใจ คือความมั่นใจในการสอน เพราะ
ผู้สอนได้เตรียมการสอนไว้อย่างพร้อมเพรียง เมื่อเกิดความพร้อมในการสอนย่อมสอนด้วยความ
กระฉับกระฉ่าง ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียน อันส่งผลให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อ
วิชาที่เรียน

จิรภัทร แก้วกู่ (2547) ได้กล่าวไว้ว่า การวางแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นการมองล่วงหน้าและเตรียมการกำหนดขั้นตอน แนวทาง และวิธีปฏิบัติงานในอนาคต เพื่อให้งานสำเร็จตามวัตถุประสงค์ว่า

1. ใคร ?
2. ทำอะไร ?
3. ที่ไหน ?
4. เมื่อไร ?
5. อย่างไร ?

โดยนัยนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ จึงเป็นการเตรียมการสอนอย่างเป็นระบบและเป็นลายลักษณ์อักษร ระบบการดำเนินงานที่ต้องมีมาตรฐานชัดเจน มีเวลา กิจกรรม แหล่ง - สื่อการเรียนรู้ และผู้รับผิดชอบที่แน่นอน ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้ทำให้สามารถคาดหวังได้ 3 ระยะ คือ

1. ก่อนการนำไปใช้ ตรวจสอบได้ว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างไร มีความเหมาะสมหรือไม่ และมีสิ่งใดยังบกพร่องที่ต้องนำไปแก้ไข
2. ระหว่างนำไปใช้ สามารถสังเกตแล้วบันทึกผลการดำเนินการทั้งในแง่ความสำเร็จ ความล้มเหลว และแนวทางแก้ไข
3. เมื่อสิ้นสุดการใช้ สามารถตรวจสอบได้ว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุผลสำเร็จอย่างไรบ้าง อาทิ
 - 3.1 เวลาในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากหรือน้อยเกินไป
 - 3.2 มาตรฐานกลุ่มช่วงชั้นสาระการเรียนรู้ บรรลุหรือไม่
 - 3.3 สื่อการเรียนรู้ ตรง ไม่ตรง ประหยัดหรือสิ้นเปลืองอย่างไร
 - 3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ เหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีสอนวิธีเรียนที่มีความหมายยิ่งขึ้น เพราะเป็นการจัดทำอย่างมีหลักการที่ถูกต้อง
2. ช่วยให้ผู้มีคู่มือการสอนที่ทำด้วยตนเอง ทำให้เกิดความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้สอนได้ครบถ้วนตรงตามหลักสูตร และสอนได้ทันเวลา
3. เป็นผลงานวิชาการที่สามารถเผยแพร่เป็นแบบอย่างได้
4. ช่วยให้ความสะดวกแก่ครูผู้มาสอนแทนในกรณีที่ผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนได้

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีสอนที่ดี วิธีเรียนที่ดี ที่เกิดจากการผสมผสานความรู้และจิตวิทยาการศึกษา

2. ช่วยให้ครูผู้สอนมีคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำได้ล่วงหน้าด้วยตนเอง และทำให้ครูมีความมั่นใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเป้าหมาย

3. ช่วยให้ครูผู้สอนทราบว่า การสอนของตนได้เดินไปในทิศทางใดหรือทราบว่า จะสอนอะไร ด้วยวิธีใด สอนทำไม สอนอย่างไร จะใช้สื่อและแหล่งการเรียนรู้และจะวัดหรือประเมินผลอย่างไร

4. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนเฝ้าศึกษาหาความรู้ทั้งเรื่องหลักสูตร วิธีจัดการเรียนรู้ จัดหา และใช้สื่อแหล่งเรียนรู้ตลอดจนการวัดและประเมินผล

5. ใช้เป็นคู่มือสำหรับผู้ที่มาสอน (จัดกิจกรรมการเรียนรู้) แทนได้

6. แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำไปใช้และพัฒนาแล้วจะเกิดประโยชน์ต่อวงการศึกษา

7. เป็นผลงานทางวิชาการที่แสดงถึงความชำนาญและความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน สำหรับประกอบการประเมินเพื่อขอเลื่อนตำแหน่งครูและวิทยฐานะให้สูงขึ้น

ฉันท ชาติทอง (2552) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีความหมายยิ่งขึ้น

2. ผู้สอนมีคู่มือการสอนที่มีคุณภาพ

3. เป็นผลงานที่มีศักยภาพของการเป็นครูมืออาชีพ

4. ผู้สอนคนอื่นใช้สอนแทนเราได้

5. ทำให้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามสภาพที่เป็นจริง

6. ทำให้เกิดการเรียนรู้แบบองค์รวมที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้หลายอย่าง

ในขณะเดียวกัน

7. ทำให้ขยายขอบเขตการศึกษาไปได้โดยไม่จำกัดโดยมีความเกี่ยวข้องกับวิชา

อื่น ๆ ได้อย่างกลมกลืน

8. ทำให้การเรียนการสอนมีคุณภาพตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา

9. ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความสมบูรณ์ ครบถ้วน โดยไม่จำกัดระยะเวลา

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญ คือ ช่วยให้ครูผู้สอนมีคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำล่วงหน้าด้วยตนเอง ทำให้ครูผู้สอนมีความมั่นใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเป้าหมาย เป็นแนวทางสำหรับครูและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดจนการวัดและประเมินผลอย่างละเอียด และเป็นการเตรียมความพร้อมในทุกด้าน ในการสอนเพื่อบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

3. รูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542) ได้กล่าวไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้กันมี 2 รูปแบบ คือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายหรือหัวข้อ
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบตาราง

กรมวิชาการ (2545) ได้กล่าวไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มี 3 รูปแบบ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย เขียนโดยใช้หัวข้อเรื่องตามที่กำหนดมากำกับ แต่ลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนจะเป็นเพียงเชิงบรรยายโดยกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ไม่ระบุชัดเจนว่านักเรียนทำอะไร
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบตาราง เขียนโดยใช้หัวข้อเรื่องตามที่กำหนดมากำกับ แต่บรรจุลงในตารางเกือบทั้งหมด
3. แผนการจัดการเรียนรู้แบบพิสตาร เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีรายละเอียดมากยิ่งขึ้น การลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนแยกเป็นกิจกรรมที่ครูปฏิบัติและสิ่งที่นักเรียนปฏิบัติซึ่งสอดคล้องกัน

จิรภัทร แก้วภู (2547) ได้กล่าวไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีรูปแบบการเขียนที่ใช้กันอยู่ 3 รูปแบบ คือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบเรียงหัวข้อหรือแบบบรรยาย
 ข้อดี : มีเนื้อที่ให้ลงรายละเอียดในแต่ละหัวข้อของแผนการสอนได้มาก
 ไม่มีข้อจำกัด
 ข้อด้อย : ไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละหัวข้อได้ชัดเจน
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบตาราง
 ข้อดี : หัวข้อแต่ละข้อสามารถแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละหัวข้อได้ชัดเจน
 ข้อด้อย : มีเนื้อที่ให้ลงรายละเอียดในแต่ละหัวข้อของแผนการสอนได้น้อย

3. แผนการจัดการเรียนรู้แบบกิ่งตาราง / ผสม เป็นแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น กล่าวคือ

1. นำหัวข้อแต่ละข้อที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน มาใส่ไว้ในตารางให้ชัดเจน
2. ส่วนหัวข้อที่มีความสัมพันธ์ห่างออกไป นำไปใส่ไว้ในนอกตารางให้มีเนื้อที่สำหรับลงรายละเอียดในแต่ละหัวข้อได้มากขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551) ได้กล่าวไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้กันทั่วไปมี 3 รูปแบบ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย เขียนโดยใช้ประเด็นทั้ง 10 ประเด็นมากำกับ แต่ลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนจะเป็นเพียงเชิงบรรยายโดยกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ไม่ระบุชัดเจนว่านักเรียนทำอะไร
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบตาราง เขียนโดยใช้ประเด็นสำคัญที่เป็นองค์ประกอบของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้มากำกับแต่บรรจุองค์ประกอบสำคัญเหล่านั้นลงในตารางเกือบทั้งหมด
3. แผนการจัดการเรียนรู้แบบพิสดาร เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีรายละเอียดมากยิ่งขึ้น การลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนแยกเป็นกิจกรรมที่ครูปฏิบัติและสิ่งที่นักเรียนปฏิบัติซึ่งสอดคล้องกัน

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่นิยมใช้กันทั่วไปมี 3 รูปแบบ คือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายหรือแบบเรียงหัวข้อ
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบตาราง
3. แผนการจัดการเรียนรู้แบบพิสดารหรือแบบกิ่งตาราง / ผสม
4. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

รุจิร ภูสาระ (2545) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. สารสำคัญ
2. จุดประสงค์ปลายทาง
3. จุดประสงค์นำทาง
4. เนื้อหา
5. กิจกรรมการเรียนการสอน

6. สื่อการเรียนการสอน

7. การวัดและประเมินผล

ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง (2545) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. หัวเรื่อง
2. สาระสำคัญ
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. เนื้อหาสาระ
5. กิจกรรมการเรียนรู้
6. สื่อการเรียนรู้
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สุคนธ์ สิ้นพนานนท์ และคณะ (2545) ได้กำหนดหัวข้อในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ (Lesson Plan) ประกอบด้วยหัวข้อสำคัญ 9 ข้อ โดยบูรณาการของหน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ 7 ข้อ และเพิ่มเติมของสำนักงานคณะกรรมการการข้าราชการครู อีก 2 หัวข้อ ดังนี้

1. สาระสำคัญ (Concept) เป็นความคิดรวบยอดหรือหลักการของเรื่องหนึ่งที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนเมื่อเรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objective) เป็นการกำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนเมื่อเรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว
3. เนื้อหาสาระ (Content) เป็นเนื้อหาที่จัดกิจกรรมและต้องการให้เกิดกับนักเรียนเมื่อเรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว
4. กิจกรรมการเรียนการสอน (Instructional Activities) เป็นการเสนอขั้นตอนหรือกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
5. สื่อการเรียนรู้และอุปกรณ์ (Instructional Media) เป็นสื่อการเรียนรู้และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
6. การวัดและประเมินผล (Measurement and Evaluation) เป็นการกำหนดขั้นตอนหรือวิธีการวัดและประเมินผลนักเรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดให้
7. กิจกรรมเสนอแนะ เป็นกิจกรรมที่บันทึกเพิ่มเติมของครูผู้สอนหลังจากที่ได้นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้บังคับบัญชาตรวจเพื่อปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ก่อนนำไปใช้สอน

8. กิจกรรมเสนอแนะของผู้บังคับบัญชา เป็นการตรวจแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเสนอแนะหลังจากได้ตรวจความถูกต้อง การกำหนดรายละเอียดในหัวข้อต่าง ๆ

9. บันทึกผลหลังสอน เป็นการบันทึกของผู้สอนหลังจากนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้แล้ว เพื่อนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปปรับปรุงและใช้สอนในคราวต่อไป ประกอบด้วย 3 หัวข้อ คือ

9.1 ผลการเรียนรู้ เป็นการบันทึกผลการเรียนด้านปริมาณและคุณภาพทั้ง 3 ด้าน คือด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัยและด้านกระบวนการ ซึ่งได้กำหนดขึ้นในกิจกรรมการเรียนการสอน และขึ้นประเมินผล

9.2 ปัญหาและอุปสรรค เป็นการบันทึกปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นในขณะสอน ก่อนสอนและหลังสอน

9.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข เป็นการบันทึกเสนอแนะเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่หลักสูตรกำหนด

จิรภัทร แก้วกู๋ (2547) ได้กล่าวไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ มุ่งแสดงให้เห็นถึงการนำรายวิชาแต่ละรายวิชาที่จะสอนมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรียกว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจุดแผนที่นำทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ที่ผูกโยงสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ 12 รายการ ดังนี้

1. เวลาที่ใช้สอน
2. กลุ่มสาระและมาตรฐานการเรียนรู้
3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์
4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
5. กิจกรรมการเรียนรู้
6. สาระการเรียนรู้
7. สื่อการเรียนรู้
8. การวัดผลประเมินผล
9. ใบความรู้
10. ใบงาน / แบบฝึกหัดทดสอบ
11. กิจกรรมเสนอแนะ

12. เครื่องมือวัดผลประเมินผล

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. วิชา หน่วยที่สอน สาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด) ของเรื่อง
2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. เนื้อหา
4. กิจกรรมการเรียนการสอน
5. สื่อการเรียนการสอน
6. การวัดและประเมินผล

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ คือ

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้
2. สาระสำคัญ
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
4. สาระการเรียนรู้
5. กิจกรรมการเรียนรู้
6. การวัดและประเมินผล
7. สื่อการเรียนรู้
8. บันทึกผลหลังสอน

5. ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. เลือกรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ นำหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้แล้วมาพิจารณาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้
2. ตั้งชื่อแผนตามหัวข้อสาระการเรียนรู้
3. กำหนดจำนวนเวลา ระบุระดับชั้น
4. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้จากผลการเรียนรู้รายปี / รายภาค ที่เลือกไว้

เขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชา โดยยึดหลักการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ของ ลินน์ มอริส (Lynn Morris) ที่ว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ต้อง

4.1 บรรยายจุดหมายปลายทาง ไม่ใช่วิธีการ

4.2 สะท้อนถึงระดับต่างๆ ของทักษะที่เกิด

4.3 ใช้คำกริยาที่เป็นรูปธรรม และใช้ข้อประกอบ 3 ส่วน ของโรเบิร์ต เมเจอร์ (Robert Mager) คือ

4.3.1 พฤติกรรม

4.3.2 สถานการณ์ หรือเงื่อนไข

4.3.3 เกณฑ์

5. เลือกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วิเคราะห์ไว้แล้ว เฉพาะข้อที่สัมพันธ์กับหัวข้อ
สาระการเรียนรู้ กำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือจุดประสงค์ปลายทางตามธรรมชาติวิชา

6. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ เป็นรายละเอียดสำหรับนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้
สาระการเรียนรู้เป็นเนื้อหาใหม่ของมวลเนื้อหาที่กำหนดไว้ ที่จำเป็นต้องใช้

7. กำหนดจุดประสงค์นำทางตามลำดับความยากง่ายของเนื้อหาอื่นๆ

8. เลือกกิจกรรมและเทคนิคการสอนที่เหมาะสม

9. เลือกสื่อ อุปกรณ์สำหรับใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับ
สาระการเรียนรู้ที่เลือกมา เช่น รูปปลา บัตรคำ วิดีทัศน์

10. จัดทำลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยคำนึงถึงขั้นตอนการสอน
ธรรมชาติวิชา ตามจุดประสงค์นำทางและควรคำนึงถึงการบูรณาการเทคนิคและกระบวนการเรียนรู้
รวมทั้งสาระการเรียนรู้อื่นๆ เข้าไว้ในแต่ละขั้นตอนด้วย

11. กำหนดการวัดประเมินผล โดยระบุวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดระหว่าง
เรียน ตามจุดประสงค์ย่อย จุดประสงค์นำทาง และที่เกิดหลังการเรียนการสอน เมื่อจบแผนการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ โดยวิธีการวัดหลากหลาย รูปแบบ ตามความเหมาะสม เช่น ปฏิบัติจริง การ
ทดสอบความรู้ การทำงานกลุ่ม

กรมวิชาการ (2545) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. เลือกรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ นำหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดไว้แล้วมา
พิจารณาจัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้

2. ตั้งชื่อแผนตามหัวข้อสาระการเรียนรู้

3. กำหนดจำนวนเวลา ระดับชั้น

4. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

5. เลือกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วิเคราะห์ไว้แล้ว เฉพาะข้อที่สัมพันธ์กับสาระการเรียนรู้ กำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือจุดประสงค์ปลายทาง

6. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ เป็นรายละเอียดสำหรับนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้
7. กำหนดจุดประสงค์นำทางตามลำดับความยากง่ายของเนื้อหา
8. เลือกกิจกรรมและเทคนิคการสอนที่เหมาะสม
9. เลือกสื่อ อุปกรณ์ สำหรับใช้ประกอบการสอน
10. จัดทำลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
11. กำหนดการวัดประเมินผลโดยระบุถึงวิธีการประเมินผลการเรียนรู้

อารมณ์ ใจเที่ยง (2550) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

ไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา รายปี หรือรายภาค และหน่วยการเรียนรู้ที่สถานศึกษาจัดทำขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเรียนรายละเอียดแต่ละหัวข้อของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อนำมาเขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้โดยให้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ทักษะ / กระบวนการ เจตคติและค่านิยม
3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ โดยเลือกและขยายสาระการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับผู้เรียน ชุมชน และท้องถิ่น
4. วิเคราะห์กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเลือกรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
5. วิเคราะห์กระบวนการประเมินผล โดยเลือกใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้
6. วิเคราะห์แหล่งการเรียนรู้ โดยคัดเลือกสื่อการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียน ให้เหมาะสม สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้

สรุปได้ว่า การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร
2. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา เวลา กิจกรรม วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา
3. จัดทำเครื่องมือวัดและประเมินผลให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้
6. ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

สิริพร ทิพย์คง (2545) ได้กล่าวถึงลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีจะช่วยให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จได้ดี ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรทราบถึงลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ดังนี้

1. สอดคล้องกับหลักสูตรและแนวการสอนของกรมวิชาการ และกระทรวงศึกษาธิการ

2. นำไปสอนได้จริงและมีประสิทธิภาพ

3. เขียนอย่างถูกต้องตามหลักวิชา เหมาะสมกับผู้เรียนและเวลาที่กำหนด

4. มีความกระชับชัดเจน ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและเข้าใจตรงกัน

5. มีรายละเอียดมากพอที่จะทำให้ผู้อ่านนำไปใช้ในการสอนได้

6. ทุกหัวข้อในแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน

7. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติมากที่สุด โดยครูเป็นผู้คอยชี้แนะ ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้กิจกรรมดำเนินไปตามความมุ่งหมาย

8. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุอุปกรณ์สำเร็จรูปราคาสูง

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550) ได้กล่าวถึงลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ไว้ดังนี้

1. สอดคล้องกับหลักสูตรและแนวการสอนของกรมวิชาการ และกระทรวงศึกษาธิการ

2. นำไปสอนได้จริงและมีประสิทธิภาพ

3. เขียนอย่างถูกต้องตามหลักวิชา เหมาะสมกับผู้เรียนและเวลาที่กำหนด

4. มีความกระชับชัดเจน ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและเข้าใจตรงกัน

5. มีรายละเอียดมากพอที่จะทำให้ผู้อ่านนำไปใช้ในการสอนได้

6. ทุกหัวข้อในแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2550) ได้กล่าวไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีจะช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จได้ดี ดังนั้นครูผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรทราบถึงลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ดังนี้

1. มีความสอดคล้องกับหลักสูตรและแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกรมวิชาการ และกระทรวงศึกษาธิการ

2. นำไปสอนได้จริงและมีประสิทธิภาพ

3. เขียนอย่างถูกต้องตามหลักวิชา เหมาะสมกับผู้เรียนและเวลาที่กำหนด
4. มีความกระชับชัดเจน ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและเข้าใจตรงกัน
5. มีรายละเอียดมากพอที่จะทำให้ผู้อ่านเข้าใจสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

ได้

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีความสอดคล้องกับหลักสูตร นำไปสอนได้จริง เหมาะสมกับผู้เรียนและเวลาที่กำหนด มีรายละเอียดมากพอที่จะนำไปใช้ในการสอน มีความกระชับชัดเจนทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและเข้าใจตรงกัน เน้นทักษะกระบวนการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น ทุกหัวข้อในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติมากที่สุด โดยครูเป็นผู้คอยชี้แนะ ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้กิจกรรมดำเนินไปตามความมุ่งหมาย

2.5 โปรแกรมจีโอเมตริก (The Geometer's Sketchpad)

โปรแกรมเดอะจีโอเมเตอร์สเก็ตแพด (The Geometer's Sketchpad : GSP) เป็นโปรแกรม คณิตศาสตร์ที่ผลิตจากประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพโปรแกรมหนึ่งสามารถนำไปใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายวิชา เช่น วิชาเรขาคณิต พีชคณิต ตรีโกณมิติ และแคลคูลัส เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาเรียนคณิตศาสตร์โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist Approach) และเป็นการเรียนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-Centered Learning) และเป็นสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะของการนิภาพ (Visualization) ทักษะของ กระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) นอกจากนี้การใช้โปรแกรม เดอะจีโอเมเตอร์ สเก็ตแพด (The Geometer's Sketchpad : GSP) ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นการบูรณาการสาระที่ เกี่ยวข้องกับความรู้คณิตศาสตร์ และทักษะด้านเทคโนโลยีเข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนมีโอกาพัฒนาพหุปัญญาอันได้แก่ ปัญญาทางภาษา ด้านตรรกศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และ ด้านศิลปะ โปรแกรมเดอะจีโอเมเตอร์สเก็ตแพด (The Geometer's Sketchpad : GSP) มีใช้อย่างแพร่หลายกว่า 50 ประเทศทั่วโลกอีกทั้งบรรจุอยู่ในหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับต่าง ๆ ถึง 10 ประเทศ เช่น สิงคโปร์ มาเลเซีย ญี่ปุ่น จีน อังกฤษ อเมริกา เป็นต้น นอกจากนี้ได้มีการแปล ซอฟต์แวร์โปรแกรม GSP เป็นภาษาต่าง ๆ ถึง 14 ภาษา ได้แก่ ฝรั่งเศส สเปน เดนมาร์ก เกาหลี ญี่ปุ่น รัสเซีย นอร์เวย์ ฟินแลนด์ อาหรับ เชคโก เปรู เยอรมัน จีน และอังกฤษ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ, 2546)

1. ความเป็นมาของโปรแกรมเดอะจีโอเมเตอร์สเก็ตแพด (The Geometer's Sketchpad : GSP) วรณวิภา สุทธิเกียรติ (2542) อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์ (2542) สุจิรา มุสิกะเจริญ (2542) วัชรสันต์ อินธิสาร (2547) ได้กล่าวถึงความเป็นมา ของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad สรุปได้ดังนี้

โปรแกรม เดอะจีโอเมเตอร์สเก็ตแพด (The Geometer's Sketchpad : GSP) พัฒนขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1991 โดยนิโคลัส แจคคว (Nicholas Jachiw) ในโครงการพัฒนาเรขาคณิตที่มองเห็นได้ (Visual Geometry Project) ของมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation : NSF) แห่งสหรัฐอเมริกา ภายใต้การนำของ ยูจีน คลอท (Eugene Klotz) จากวิทยาลัยสวาทมอร์ (Swartmore College) และดอริสชาทชไนเดอร์ (Doris Schatschneider) แห่งวิทยาลัย มอราเวียน (Moravian College) ในรัฐเพนซิลวาเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ซอฟต์แวร์นี้ในระยะแรกพัฒนาเป็นรุ่นเบต้า (Beta Version) เพื่อนำมาใช้กับเครื่องแมคอินทอช (Macintosh) ในปี ค.ศ.1993 ได้พัฒนาเพื่อใช้ ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ในปี ค.ศ. 1995 ได้พัฒนาขึ้นเป็นรุ่น 3.0 ด้วยการสนับสนุนของ NSF ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ และสำนักพิมพ์ คีย์เคอร์ริคูลัม (Key Curriculum Press) ในการจัดทำวีดิทัศน์หนังสือเรียน และสื่อสิ่งพิมพ์ที่ใช้สำหรับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ทำให้โปรแกรมนี้มีการใช้อย่างแพร่หลายในโรงเรียนของประเทศไทย สำหรับการให้ซอฟต์แวร์ คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้น ในระยะแรกกำหนดให้ใช้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีการเรียนการสอนในวิชาเรขาคณิตผลของการใช้ในเบื้องต้นสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนเรขาคณิตและเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ความสำคัญของโปรแกรมเดอะจีโอเมเตอร์สเก็ตแพด (The Geometer's Sketchpad : GSP) ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาจนถึงระดับมหาวิทยาลัยนั้น สำนักพิมพ์คีย์ เคอร์ริคูลัม (วัชรสันต์ อินธิสาร, 2547) ได้สรุปไว้ว่า การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือที่ใช้กับเนื้อหาเรขาคณิตแบบ Euclidean หรือ Non-Euclidean พีชคณิต แคลคูลัส และตรีโกณมิติ ในการเรียนรู้บทเรียนทางเรขาคณิตนั้นโปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถช่วยในการสร้างรูปเรขาคณิตในมิติต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเกิดการสำรวจ และ ทำความเข้าใจในเนื้อหาเรขาคณิต

ได้ง่ายขึ้นกว่าการสอนแบบเดิม โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดกระบวนการค้นพบ

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีความสามารถในการสร้างสื่อการสอน วิชาเรขาคณิต และวิชาอื่น ๆ เช่น ฟิสิกส์ เป็นต้น และลักษณะการใช้งานเบื้องต้นดังต่อไปนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ, 2546)

1. การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต การสร้างรูปเรขาคณิตที่เป็นพื้นฐานของ การศึกษาเรขาคณิตนั้น สามารถทำได้ด้วยวงเวียน และสันตรง การใช้ The Geometer's Sketchpad ในการช่วยสอนการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิตนี้ สามารถตรวจสอบร่องรอยการสร้างได้จากคำสั่ง แสดงสิ่งที่ซ่อนไว้ทั้งหมด การสร้างรูปเรขาคณิตต้องอาศัยความรู้เรื่องการสร้างพื้นฐาน 6 แบบ ดังนี้

1.1 การสร้างส่วนของเส้นตรงที่ ยาวเท่ากับความยาวของส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้

1.2 การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้

1.3 การสร้างมุมที่มีขนาดเท่ากับขนาดของมุมที่กำหนดให้

1.4 การแบ่งครึ่งมุมที่กำหนดให้

1.5 การสร้างเส้นตั้งฉากจากจุดภายนอกมายังเส้นตรงที่กำหนดให้

1.6 การสร้างเส้นตั้งฉากที่จุดจุดหนึ่งบนเส้นตรงที่กำหนดให้

2. การสร้างตารางความสัมพันธ์ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีสมบัติที่เอื้อให้ครูใช้สร้างตารางความสัมพันธ์เพื่อช่วยในการสอนเนื้อหาต่าง ๆ เช่น ตาราง ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้าง ความยาว พื้นที่ เส้นรอบรูปของรูปสี่ เหลี่ยมมุมฉาก เมื่อเรลาก จุดใดจุดหนึ่งของรูปสี่ เหลี่ยม จะทำให้ข้อมูลในตารางเปลี่ยนแปลงไปตามความสัมพันธ์ของ

3. การแปลงทางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตประกอบไปด้วย การสะท้อน การหมุน การเลื่อนขนาน และการย่อ/ขยาย ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการสร้างรูปเรขาคณิตต่าง ๆ ได้สะดวกมากขึ้น เช่น การสะท้อน

4. การสร้างกราฟ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถสร้างกราฟได้อย่างง่ายมาก ทำให้นักเรียนได้สำรวจลักษณะของกราฟเมื่อมีค่าของตัวแปรเปลี่ยนแปลงไปโดยไม่ต้องสร้างรูปกราฟขึ้นมาใหม่ เช่น กราฟสมการเชิงเส้น กราฟของพาราโบลากราฟของภาคตัดกรวยกราฟฟังก์ชัน

5. การสร้างรูปสามมิติ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถสร้างเป็นรูปสามมิติได้และสามารถเคลื่อนไหว (Animation) ให้เห็นลักษณะของรูปได้รอบด้านสามมิติ ในระนาบแกน x , y และ z

6. การพิสูจน์ทางเรขาคณิต โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถแสดงการพิสูจน์ทางเรขาคณิตเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี เช่นการพิสูจน์ เกี่ยวกับพีระมิด จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่าโปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีความสำคัญ ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ดังนี้

6.1 การสร้างความเข้าใจเกี่ยวเรขาคณิต ตรีโกณมิติ พีชคณิตและแคลคูลัสและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์

6.2 การนำเสนอเป็นรูปแบบการเคลื่อนที่ (Animation) ทำให้กระตุ้นให้นักเรียน มีความสนใจและตื่นเต้น และสามารถทำความเข้าใจหรือการหาคำตอบด้วยตนเอง ได้จากสำรวจกิจกรรมต่าง ๆ

6.3 มีฟังก์ชันคำนวณและฟังก์ชันต่าง ๆ สำหรับการสอนคณิตศาสตร์ง่ายต่อ การประยุกต์หรือดัดแปลงเพื่อประกอบการสอน

6.4 สามารถสร้างรูปที่ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ง่ายซึ่งผู้สอนสามารถบันทึก เป็นสคริปส์ เพื่อใช้ในการสาธิตการสอนได้

3. การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมเดอะจีโอมิเตอร์สเก็ตแพด (The Geometer's Sketchpad : GSP) จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้สื่อโปรแกรมเดอะจีโอมิเตอร์สเก็ตแพด ในการสอนคณิตศาสตร์ มีผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนการสอนไว้หลายท่านดังนี้

วรรณวิภา สุทธเกียรติ (2542) พัฒนบทเรียนเรขาคณิตโดยใช้ โปรแกรม GSP โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิด จินตนาการ ด้วยการลงมือปฏิบัติเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สำรวจ โดยสำรวจตามแนวทางที่แนะนำไว้เพื่อมองหาความสัมพันธ์
2. ตั้งข้อคาดเดา เป็นการบันทึกของนักเรียนที่คิดว่าเป็นไปได้ในรูปเรขาคณิต ที่มีเงื่อนไขตามกำหนด

3. การสืบเสาะหาเหตุผลเป็นการตรวจสอบข้อคาดเดาที่ตั้งไว้ โดยพิจารณา จากรูปเรขาคณิตที่สร้างไว้

4. สรุปเนื้อหา โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนตอบข้อซักถามและสรุป เนื้อหาที่ได้จากการปฏิบัติ

สุจิรา มุสิกะ (2542) ได้ใช้โปรแกรม GSP ในการสอนคณิตศาสตร์ โดยมีลักษณะการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ขั้นนำ นักเรียนทบทวนความรู้เดิมโดยใช้ไฟล์สำเร็จรูป สรุปเนื้อหา ที่ผ่านมา
2. ขั้นสอน

2.1 ขั้นสร้างรูป ให้นักเรียนสร้างรูปในเรื่องที่เรียน หรือใช้ไฟล์สำเร็จรูป ที่ครูเตรียมไว้ในกรณี ที่ต้องสร้างรูปที่ซับซ้อน

2.2 ทดลอง (ลองผิดลองถูก) นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนในใบงานนั้น ๆ เช่น วัดมุม โยกรูป เพื่อให้นักเรียนค้นพบสมบัติต่าง ๆ ด้วยตนเอง

2.3 ขั้นสรุป นักเรียนสรุปเรื่องที่นักเรียนทำได้

3. ขั้นสรุป ครูให้นักเรียนเปิดไฟล์ ซึ่งเป็นข้อสรุปของเนื้อหาในแต่ละชั่วโมง อรรถศาสตร์ นิमितพันธ์ (2542) ได้ใช้โปรแกรม GSP ประกอบกับ กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นคือ

3.1 ขั้นสำรวจ ให้นักเรียนใช้รูปจากไฟล์ สำเร็จรูปที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หรือ นักเรียนอาจสร้างรูปเองในการสำรวจค่าต่าง ๆ เช่นขนาดของมุม ความยาวของเส้นตรง

3.2 ขั้นตั้งข้อคาดเดา เป็นขั้นที่มีข้อความขึ้นมาและมีข้อความในวงเล็บ ให้นักเรียนเลือก โดยนักเรียนนักเรียนพิจารณาจากกิจกรรมขั้นสำรวจ

3.3 ขั้นสืบเสาะหาเหตุผลเป็นการตรวจสอบข้อคาดเดา โดยการโยกรูป เคลื่อนรูป และให้นักเรียนให้เหตุผล ในกรณีที่ข้อคาดเดาของนักเรียนไม่ถูก

3.4 ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสรุปผลจากการทำกิจกรรมที่ผ่านมาทั้ง 3 ขั้น
 วัชรสันต์ อินธิสาร (2547) ได้จัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์โดยให้ นักเรียนใช้โปรแกรม GSP โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้ไฟล์สำเร็จรูป และใช้คำถามตามสรุปเนื้อหาคาบที่ผ่านมา

2. ขั้นสอนนักเรียนเรียนเนื้อหาใหม่โดยทำกิจกรรมตามใบงานมีขั้นตอน ย่อย ๆ ดังนี้

2.1 ขั้นการสร้างรูป ให้นักเรียนสร้างรูปโดยใช้โปรแกรม GSP

2.2 ขั้นการทดลอง (เพื่อหาข้อค้นพบ) หลังจากนักเรียนสร้างรูปแล้วให้ นักเรียนปฏิบัติตามใบงานโดยใช้เครื่องมือในโปรแกรมวัดขนาดหรือความยาว นักเรียนสังเกต วิเคราะห์สิ่งที่ค้นพบ

2.3 ขั้นสรุปข้อค้นพบ นักเรียนนำข้อค้นพบ ที่ได้มาสรุปเป็นหลักการ

3. ขั้นสรุป นักเรียนเปิดไฟล์สำเร็จรูป ซึ่งเป็นข้อสรุปของเนื้อหา หลังการเรียนรู้ จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่าการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม เดอะจีโอเมเตอร์สเก็ตแพด (The Geometer's Sketchpad : GSP) มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำ เป็นขั้นครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้คำถามหรือไฟล์ สำเร็จรูป

2. ขั้นสอน มีขั้นตอนย่อยดังนี้

2.1 ขั้นสำรวจ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนใช้ไฟล์สำเร็จรูป ในการสำรวจค่าต่าง ๆ ที่ได้

2.2 ขั้นตั้งข้อคาดเดา เป็นขั้นที่มีข้อความคำถามให้นักเรียนตอบโดยนักเรียน ต้องพิจารณาจากกิจกรรมการสำรวจในขั้นที่ 1 เพื่อนำมาตอบในขั้นข้อคาดเดา

2.3 ขั้นสืบเสาะหาเหตุผล เป็นการตรวจสอบข้อคาดเดาโดยให้นักเรียนปฏิบัติขั้นตอนตามใบงาน

2.4 ขั้นสรุปผล เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสรุปข้อค้นพบจากการทำกิจกรรมใน 3 ขั้นที่ผ่านมา มาสรุปเป็นหลักการ

2.5 ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้โดยใช้ไฟล์สำเร็จรูปสรุปเนื้อหา

2.6 ประสิทธิภาพ

1 ความหมายของประสิทธิภาพ

ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพไว้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการทำงาน

วิมล เหล่าเคน (2552) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพไว้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง คุณภาพของสื่อการเรียนการสอนหรือนวัตกรรม ซึ่งนำไปจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

นิคม ชมพูลง (2545) ได้ให้ความหมายของการหาประสิทธิภาพไว้ว่า การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ คือ การนำแผนไปทดลองใช้ (Try Out) ตามขั้นตอนที่กำหนดแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองใช้จริง (Trail Run) เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้ ดังนั้น เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หากแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพถึงระดับแล้ว แผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แล้วทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

สมบัติ กาญจนารักษ์พงศ์ (2548) ได้กล่าวไว้ว่า ในการตั้งเกณฑ์ที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมนั้นนิยมตั้งเกณฑ์ดังนี้

1. รายวิชาที่เป็นวิชาปฏิบัติ นิยมตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) = 75/75

2. รายวิชาที่เป็นวิชาทฤษฎี นิยมตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) = 80/80

อนุวัติ คุณแก้ว (2555) ได้กล่าวไว้ว่า การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน เช่น บทเรียนสำเร็จรูป แบบฝึกทักษะ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร E_1/E_2 ดังนั้น สื่อการสอนที่นำมาหาประสิทธิภาพด้วยสูตรนี้ ต้องมีแบบฝึกหัดในแต่ละเนื้อหาหรือแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยที่ผู้วิจัยจะต้องให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนของนักเรียนทั้งหมดมาคิดเป็นร้อยละ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ซึ่งอาจจะเริ่มจาก 70/70 หรือ 80/80 ก็ได้ ความหมายของ 80/80 คือ

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยของผลรวมของคะแนนที่นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของผลรวมของคะแนนที่นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

สรุปได้ว่า การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อการสอน สำหรับรายวิชาที่เป็นวิชาปฏิบัติ นิยมตั้งเกณฑ์ 75/75 และรายวิชาที่เป็นวิชาทฤษฎี นิยมตั้งเกณฑ์ 80/80 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3 เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพ

สุรัชย์ สีขำบัณฑิต (2539) ได้กล่าวไว้ว่า การหาประสิทธิภาพของสื่อพิจารณาได้ 3 ระดับ ดังนี้

1. ระดับสูงกว่าเกณฑ์ หมายถึง ประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกิน 2.5% ขึ้นไป

2. ระดับเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้และต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ถ้าต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ถือว่าประสิทธิภาพยอมรับได้

3. ระดับต่ำกว่าเกณฑ์ หมายถึง ประสิทธิภาพของสื่อต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ถ้าต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 2.5% ถือว่าสื่อไม่มีประสิทธิภาพ

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2546) ได้กล่าวไว้ว่า จะยอมรับประสิทธิภาพแบบฝึกนั้นหรือไม่ ให้ถือค่าความแปรปรวน 2.5 - 5% นั่นคือ ประสิทธิภาพของแบบฝึกไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 5% แต่ปกติจะกำหนดไว้ 2.5% เช่น ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 80/80 เมื่อทดลอง 1:100 แล้ว แบบฝึกนั้นมีประสิทธิภาพ 82.5/82.5 เราก็สามารถยอมรับได้ว่า แบบฝึกนั้นมีประสิทธิภาพ การยอมรับแบบฝึกมี 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของแบบฝึกสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เกิน 2.5% ขึ้นไป
2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของแบบฝึกเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกิน 2.5%

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของแบบฝึกต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกิน 2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

เมื่อคำนวณหาร้อยละเฉลี่ยแล้วก็จะได้อัตราทั้งสองเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานต่อไป

สรุปได้ว่า ถ้าประสิทธิภาพของสื่อการสอนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้แต่ไม่เกิน 2.5% ถือว่ามีประสิทธิภาพยอมรับได้

4 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2541) กล่าวถึงขั้นตอนการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อว่าต้องนำเครื่องมือไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อปรับปรุงแล้วนำไปทดลองใช้จริง (Trail Run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงดำเนินการผลิตเป็นจำนวนมากและนำไปใช้สอนในชั้นเรียนตามปกติได้ การทดลองมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทดลองแบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่เมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นอีกมากก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่ม ในขั้นนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

ขั้นที่ 2 การทดลองแบบกลุ่มย่อย (1 : 10) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6 - 10 คน

(คณะผู้เรียนที่เก่งกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณร้อยละ 10 นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

ขั้นที่ 3 การทดลองแบบกลุ่มใหญ่ (1 : 100) เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 40 - 100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 2.5 ก็ยอมรับ หากแตกต่างกันมากผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของเครื่องมือใหม่ โดยยึดสภาพความจริงตามเกณฑ์ สมมติว่า เมื่อทดสอบประสิทธิภาพได้เกณฑ์ 85/85 ก็แสดงว่าเครื่องมือชิ้นนี้มีประสิทธิภาพ

นิคม ชมพูลอง (2545) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปหาประสิทธิภาพ ไว้ดังนี้

1. ทดลองกับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างทั้งกับเด็กเก่ง อ่อน ปานกลาง นำผลที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น ปกติคะแนนที่ได้ในขั้นนี้จะมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาก

2. ทดลองสนาม คือ ทดลองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 35 - 100 คน นำผลการทดลองที่ได้ไปคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วนำมาปรับปรุงให้สมบูรณ์อีกครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

สรุปได้ว่า การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนต้องนำเครื่องมือไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อปรับปรุงแล้วนำไปทดลองใช้จริง (Trail Run)

2.7 ดัชนีประสิทธิผล

1 ความหมายของดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.)

เผชิญ กิจระการ (2544) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ตัวเลขที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน

ดวงมาลา จาริขานนท์ (2551) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ตัวเลขที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน โดยใช้สื่อการเรียนการสอน เปรียบเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน

วิมล เหล่าเคน (2552) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง คะแนนที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน ที่ได้จากผลการเรียนรู้

สรุปได้ว่า ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ตัวเลขที่แสดงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเปรียบเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียน กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน

2 การหาดัชนีประสิทธิผล

บุญชม ศรีสะอาด (2550) ได้กล่าวไว้ว่า การหาดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) ใช้สูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี (2545) ได้กล่าวไว้ว่า การหาดัชนีประสิทธิผล (E.I.) จะเขียนในรูปของร้อยละก็ได้ ซึ่งผลการคำนวณจะได้เท่ากับผลการคำนวณจากคะแนนดิบ มีสูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ร้อยละของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ร้อยละของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{100 - \text{ร้อยละของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

ข้อสังเกต

1. E.I. เป็นเรื่องของอัตราส่วนผลต่าง จะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้ เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่า คะแนนผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียนซึ่งมีความหมายว่าระบบการเรียนการสอนหรือสื่อที่ใช้ไม่มีคุณภาพ

1.1 ถ้าผลสอบก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนได้คะแนนรวมเท่าไรก็ได้ (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) แต่ผลการสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนทำถูกหมดทุกข้อ (ได้คะแนนเต็มทุกคน) สรุปได้ว่า ถ้าหลังเรียนนักเรียนได้คะแนนเต็มทุกคน ค่า E.I. จะเป็น 1.00 เสมอ ไม่ว่าผลการทดสอบก่อนเรียนจะได้เท่าไรก็ตาม (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) หรือกล่าวได้ว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในเรื่องที่เรียน คิดเป็นร้อยละ 100 หรือบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนตามที่ต้องการ

1.2 ถ้าผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ค่า E.I. จะเป็นลบ ซึ่งต่ำกว่า

-1.00 ก็ได้ลักษณะเช่นนี้ถือว่าระบบการเรียนการสอนหลังการใช้สื่อล้มเหลวและเหตุการณ์เช่นนี้ไม่น่าเกิดขึ้น เพราะค่า E.I. ต่ำหรือเป็นลบ แสดงว่าคะแนนหลังสอนต่ำหรือน้อยกว่าคะแนนก่อนสอน และก่อนจะหาค่า E.I. ต้องหาค่า E_1/E_2 มาก่อน ค่า E_2 คือคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นค่าเดียวกับคะแนนหลังเรียนของการหาค่า E.I. ดังนั้นหากคะแนนหลังสอนต่ำหรือน้อยกว่าคะแนนก่อนสอนค่า E_2 จะไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด

1.3 การแปลความหมายของค่า E.I. ไม่น่าจะแปลความหมายเฉพาะค่าที่คำนวณได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าไรหรือคิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรจะดูข้อมูลเดิมประกอบด้วยว่าหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเพิ่มเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังสอนเพิ่มขึ้นน้อยเป็นเพราะว่ากลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมากอยู่แล้ว ซึ่งเป็นเรื่องดีและมักจะเป็นลักษณะของนักเรียนกลุ่มเก่ง สรุปว่าค่า E.I. ที่เกิดขึ้นจากนักเรียนแต่ละกลุ่มไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกัน เพราะไม่ได้เริ่มจากรากฐานของความรู้ที่เท่ากัน ค่า E.I. ของแต่ละกลุ่มก็ควรอธิบายพัฒนาการเฉพาะกลุ่มเท่านั้น

2. การแปลผล ถ้า E.I. ได้ตารางในบทที่ 4 (ผลการวิเคราะห์ข้อมูล) ของวิทยานิพนธ์ (Thesis) หรือการศึกษาค้นคว้าอิสระ (Independent Study) มักจะใช้ข้อความไม่เหมาะสมทำให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของ E.I. ผิดจากความเป็นจริง เช่น หากคำนวณแล้ว E.I. มีค่าเท่ากับ 0.6240 ก็มักจะกล่าวว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6240 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40” ซึ่งในความเป็นจริง ค่า E.I. เท่ากับ 0.6240 เพราะคิดเทียบจากค่า E.I. สูงสุดเป็น 1.00 ดังนั้น ถ้าคิดเทียบเป็นร้อยละ ก็คือเทียบจากค่าสูงสุดเป็น 100 E.I. จะมีค่า 62.40 จึงควรใช้ข้อความว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6240 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6240 หรือคิดเป็นร้อยละ 62.40” ไม่ใช่แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40

3. ถ้าค่าของ E_1/E_2 ของแผนการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและเมื่อหา E.I. ด้วยพบว่าการพัฒนาเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งที่ผู้วิจัยพอใจ หากคำนวณค่าความคงทนโดยใช้สูตร t-test (แบบ Dependent Samples) ดังกล่าวมาแล้วในสูตรที่ 1 ก็ไม่ได้แปลว่าจะไม่มีนัยสำคัญ เพราะผู้วิจัยคาดหวังว่าหากสื่อหรือแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ ผลการเรียนหลังสอนเมื่อผ่านไประยะหนึ่ง เช่น ผ่านไป 2 สัปดาห์ กับผลการเรียนหลังเรียนจบจะต้องไม่แตกต่างกัน หมายถึงนักเรียนลืมเนื้อหาที่เรียนผ่านแล้วระยะเวลาหนึ่งไม่มากนัก แสดงว่าการใช้สื่อนั้นส่งผลให้จำได้นาน

2.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2553) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น

เมษา นวลศรี (2556) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) เป็นความสามารถอันเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา การวัดความรู้ความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาของบุคคลนั้นวิธีการที่ใช้กันมากและเหมาะสมที่สุด คือการสอบ (Testing) และเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับการสอบคือแบบทดสอบ (Test) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในสอบผู้เรียน เรียกว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test)

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหาสาระตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2549) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

บุญชม ศรีสะอาด (2553) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

อนุวัติ คุณแก้ว (2555) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ซึ่งเป็นการวัดเกี่ยวกับความรู้ ซึ่งแบ่งระดับพฤติกรรมในการวัดด้านนี้เป็น 6 ด้าน คือ การวัดด้านความจำ ความเข้าใจนำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ลักษณะของแบบทดสอบจะมี 2 ประเภท คือ แบบปรนัย ประกอบด้วย ข้อสอบแบบถูกผิด จับคู่ เติมคำ หรือตอบสั้น ๆ และ เลือกตอบ และแบบอัตนัย หรือ แบบความเรียง

พรณี ลิกิจวัฒน์ (2556) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ของผู้เรียน เพื่อดูว่าเรียน

ไปแล้วเกิดผลการเรียนรู้มาน้อยเพียงใด

สมประสงค์ เสนารัตน์ (2556) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบ หมายถึง เครื่องมือวัดผล ประเภทหนึ่งที่ประกอบด้วยชุดของข้อคำถาม (Items) ที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้วัดพฤติกรรม ของบุคคลที่เกี่ยวกับความสามารถด้านสมอง (Cognitive Domain) หรือด้านอารมณ์ (Affective Domain) หรือด้านทักษะ (Psychomotor Domain) โดยมีการกำหนดหลักเกณฑ์การให้คะแนน อย่างชัดเจน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัด สมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

3. ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

สมนึก ภัททิยธนี (2549) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเภท ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) ดังนี้

ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนคำตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

หลักในการสร้าง

3.1 เขียนคำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบให้ชัดเจน ระบุจำนวนข้อคำถาม เวลาที่ใช้ สอบ และคะแนนเต็มของแต่ละข้อ

3.2 เนื่องจากข้อสอบแบบนี้มีเฉพาะคำถาม แต่ละข้อมักจะทำให้คะแนนมาก ดังนั้น ควรเขียนคำถามให้ชัดเจน เพื่อไม่ให้ไขว้เขวในการตอบ

3.3 ไม่ควรตั้งคำถามเฉพาะประเภทความรู้ความจำ หรือถามปัญหาที่มีคำตอบใน หนังสือ ซึ่งเป็นการให้ตอบแบบจำกัด (Restricted Response) แต่พยายามถามประเภทสูงกว่า ความรู้ความจำหรือถามให้ใช้ความคิด ซึ่งเป็นการตอบแบบขยาย (Unrestricted Response) มัก ขึ้นต้นด้วยคำว่า จงอธิบาย จงอภิปราย จงเปรียบเทียบ จงบรรยาย จงวิเคราะห์ ให้ประมาณค่า ให้ บอกความสัมพันธ์ ให้วิจารณ์ วิเคราะห์ เป็นต้น

3.4 กำหนดเวลาให้ตอบนานพอสมควร เพราะผู้ตอบต้องใช้เวลาในการรวบรวม ความคิด จัดระบบความคิด และเขียนคำตอบด้วยถ้อยคำของตนเอง หากกำหนดเวลาน้อยไม่สามารถ ใช้พลังความคิดได้เต็มความสามารถ

3.5 เลือกถามเฉพาะจุดที่สำคัญของเรื่อง เพราะไม่สามารถถามได้ทุก ๆ เนื้อหา ที่เรียน

3.6 ไม่ควรให้มีการเลือกตอบเป็นบางข้อ เช่น 7 ข้อ ให้เลือกทำ 6 ข้อ หรือ 4 ข้อ ให้เลือกทำ 3 ข้อ เหตุผลมีดังนี้

3.6.1 ไม่สามารถวัดเรื่องที่สำคัญได้ทุกเรื่อง

3.6.2 คำถามแต่ละข้อมีความยากง่ายไม่เท่ากัน จะมีปัญหาในการจัดตำแหน่ง ผู้เข้าสอบว่า ใครจะเก่งกว่ากัน โดยเฉพาะการประเมินผลแบบอิงกลุ่ม

3.6.3 ไม่ยุติธรรมกับผู้ที่สามารถตอบได้ทุกข้อ ซึ่งมีโอกาสได้คะแนนเท่ากับผู้ที่ตอบได้เพียงบางข้อ

3.7 การตรวจให้คะแนน ควรปฏิบัติดังนี้

3.7.1 เขียนแนวคำตอบไว้ก่อน และระบุคะแนนว่า ประเด็นใดตอนใดควรได้กี่คะแนน

3.7.2 ควรตรวจเฉพาะข้อเดียวจนครบทุกคน แล้วตรวจข้อต่อไป

3.7.3 ไม่ควรดูชื่อผู้สอบ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอคติในการให้คะแนน

ข้อดีของข้อสอบแบบอัตนัยหรือบรรยาย

1. สามารถวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ทุกด้าน โดยเฉพาะพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์

2. ผู้ตอบมีโอกาสแสดงความคิดเห็น หรือเจตคติของตน

3. โอกาสในการตอบโดยไม่มีความรู้ในเรื่องนั้นแล้วได้คะแนนมีน้อยมาก

4. วัดความสามารถในการเขียนและส่งเสริมการใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบอัตนัยหรือบรรยาย

1. ออกคำถามวัดได้น้อยข้อ เนื่องจากแต่ละข้อต้องใช้เวลาตอบนานจึงวัดได้ไม่ครอบคลุมหลักสูตร หรือเนื้อหาสาระที่สำคัญ ๆ

2. การตรวจให้คะแนนมักจะมีอคติคลาดเคลื่อนมากควบคุมให้เกิดความยุติธรรมได้ยาก

3. ไม่เหมาะที่จะใช้สอบกับนักเรียนที่มีจำนวนมาก ๆ เพราะใช้เวลาในการตรวจ

4. ลายมือของผู้ตอบและประสิทธิภาพในการเขียนบรรยายอาจจะมีผลต่อคะแนน

สรุปได้ว่า ข้อสอบแบบอัตนัยหรือบรรยาย มีลักษณะเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนคำตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

4. ข้อสอบแบบเลือกตอบ

สมนึก ภัททิยธนี (2549) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเภทข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ดังนี้

ลักษณะทั่วไป คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

หลักในการสร้าง

4.1 เขียนตอนนำให้เป็นประโยคที่สมบูรณ์ แล้วใส่เครื่องหมายปริศนา (?) ด้วย แต่ไม่ควรสร้างตอนนำให้เป็นแบบอ่านต่อความ เพราะทำให้คำถามไม่กระชับ เกิดปัญหาสองแง่หรือข้อความไม่ต่อกัน หรือเกิดความสับสนในการคิดหาคำตอบ

4.2 เน้นเรื่องจะถามให้ชัดเจนและตรงจุดไม่คลุมเครือ เพื่อว่าผู้อ่านจะไม่เข้าใจไขว้เขว สามารถมุ่งความคิดในคำตอบไปถูกทิศทาง (เป็นปรนัย) ไม่ต้องอ่านคำถามคำตอบย้อนขึ้นย้อนลงหลายครั้ง โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษาต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ให้มากๆ

4.3 ควรถามในเรื่องที่มีคุณค่าต่อการวัด หรือถามในสิ่งที่ดีงามมีประโยชน์ คำถามแบบตัวเลือกตอบสามารถถามพฤติกรรมในสมองได้หลายๆ ด้าน ไม่ใช่ถามเฉพาะความจำหรือความจริงตามตำรา หรือถามรายละเอียดเกินความจำเป็นซึ่งไม่ใช่สาระสำคัญ แต่ต้องถามให้คิดหรือนำความรู้ที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ จึงจะเรียกว่ามีคุณค่าต่อการวัด ส่วนการถามในสิ่งที่ดีงามมีประโยชน์ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งที่ดีงามหรือเป็นแบบอย่างที่ดี หรือเกิดคุณค่าในการปลูกฝังสิ่งที่สังคมยอมรับ ในทางตรงกันข้ามสิ่งใดไม่ดีก็ควรถามในแง่ไม่ดีหรือก่อให้เกิดโทษ

4.4 หลีกเลี่ยงคำถามปฏิเสธ ถ้าจำเป็นต้องใช้ก็ควรขีดเส้นใต้คำปฏิเสธนั้น แต่คำปฏิเสธซ้อนไม่ควรใช้อย่างยิ่ง เพราะปกติผู้เรียนจะยุ่งยากต่อการแปลความหมายของคำถาม และตอบคำถามที่ถามกับ หรือปฏิเสธซ้อนผิดมากกว่าถูก

4.5 อย่าใช้คำฟุ่มเฟือย ควรถามปัญหาโดยตรง สิ่งใดไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ได้ใช้เป็นเงื่อนไขในการคิด ก็ไม่ต้องนำมาเขียนไว้ในคำถาม จะช่วยให้คำถามรัดกุมชัดเจนขึ้น

4.6 เขียนตัวเลือกให้เป็นเอกพจน์ หมายถึง เขียนตัวเลือกทุกตัวให้เป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือมีทิศทางแบบเดียวกัน หรือมีโครงสร้างสอดคล้องเป็นทำนองเดียวกัน เช่น กล่าวถึงชื่อ คุณสมบัติ ลักษณะอาการ ประโยชน์ โทษ คำ วลี ประโยค ฯลฯ ในรูปแบบที่เหมือนกันช่วยให้การใช้ตัวถูกตัวลงมีคุณค่ามากขึ้น

4.7 ควรเรียงลำดับตัวเลขในตัวเลือกต่าง ๆ ได้แก่ คำตอบที่เป็นตัวเลข นิยมเรียงจากน้อยไปหามาก เพื่อช่วยให้ผู้ตอบพิจารณาหาคำตอบได้สะดวก ไม่หลง และป้องกันการเดาตัวเลือกที่มีค่ามาก

4.8 ใช้ตัวเลือกปลายเปิดหรือปลายปิดให้เหมาะสม ตัวเลือกปลายเปิด ได้แก่ ตัวเลือกสุดท้าย ใช้คำว่า สรุปรวมไม่ได้ หรือผิดหมดทุกข้อ ตัวเลือกปลายปิด ได้แก่ ตัวเลือกสุดท้าย ใช้คำว่า ถูกหมดทุกข้อ

4.9 ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว บางครั้งผู้ออกข้อสอบเผอเรอหรืออาจจะเกิดจากการเขียนตัวลงไม่รัดกุม จึงพิจารณาตัวลงเหล่านั้นได้อีกแง่หนึ่งทำให้เกิดปัญหาสองแง่สองมุม

4.10 เขียนทั้งตัวถูกและตัวผิดให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา คือจะกำหนดตัวถูกหรือผิด เพราะสอดคล้องกับความเชื่อโซกลาง คำพังเพยหรือขนบธรรมเนียมประเพณีเฉพาะท้องถิ่นย่อมไม่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากการเรียนการสอนมุ่งให้ผู้เรียนทราบความจริงตามหลักวิชาเป็นสำคัญ

4.11 เขียนตัวเลือกให้อิสระจากกัน คืออย่าให้ตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่งเป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนประกอบของตัวเลือกอื่น ต้องให้แต่ละตัวเป็นอิสระจากกันอย่างแท้จริง

4.12 ควรมีตัวเลือก 4 - 5 ตัว ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้ถ้าเขียนตัวเลือกเพียงสองตัวก็กลายเป็นข้อสอบแบบกาถูก - ผิด และเพื่อป้องกันไม่ให้เดาได้ง่าย ๆ จึงควรมีตัวเลือกมาก ๆ ที่นิยมใช้หากเป็นข้อสอบระดับประถมศึกษาปีที่ 1 - 2 ควรใช้ 3 ตัวเลือก ระดับประถมศึกษาปีที่ 3 - 6 ควรใช้ 4 ตัวเลือก และตั้งแต่ ระดับมัธยมศึกษา ขึ้นไป ควรใช้ 5 ตัวเลือก

4.13 อย่าแนะนำคำตอบซึ่งการแนะนำคำตอบ มีหลายกรณี ดังนี้

4.13.1 คำถามข้อหลัง ๆ แนะนำคำตอบข้อแรก ๆ

4.13.2 ถามเรื่องที่ผู้เรียนคล่องปากอยู่แล้ว

4.13.3 ใช้ข้อความของคำตอบถูกซ้ำกับคำถามหรือเกี่ยวข้องกันอย่างเห็นได้

ชัด

4.13.4 ข้อความของตัวถูกบางส่วนเป็นส่วนหนึ่งของทุกตัวเลือก

4.13.5 เขียนตัวถูกหรือตัวลงถูกหรือผิดเด่นชัดเกินไป

4.13.6 คำตอบไม่กระจาย

ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. มีความเที่ยงตรงสูงเพราะสามารถเขียนคำถามวัดได้ครอบคลุมทุกเนื้อหา และทุกพฤติกรรมของด้านพุทธิพิสัย

2. ตรวจสอบให้คะแนนได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว และยุติธรรม

3. สามารถนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นจนเป็นมาตรฐานได้

4. ตัดปัญหาเรื่องการอ่านเนื่องจากลายผู้ตอบอ่านยาก

5. สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องหรือความไม่เข้าใจในเนื้อหาได้อย่างเป็นระบบ

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง

2. ใช้เวลาในการสร้างมาก โดยเฉพาะการเขียนตัวลวงให้มีคุณภาพ

3. ไม่เหมาะที่จะวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า ข้อสอบแบบเลือกตอบ มีลักษณะเป็นคำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันดูเิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักรู้น้อยต่างกัน

2.9 ความพึงพอใจในการเรียนรู้

1. ความหมายของความพึงพอใจ

ฉัตรลดา ปุณณพันธ์ (2548) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนและต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

ลักขณา สรวิวัฒน์ (2549) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง พฤติกรรมที่สนองความต้องการของมนุษย์และเป็นพฤติกรรมที่นำไปสู่จุดหมายที่ตั้งไว้

พัชระ งามชัด (2549) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้ หมายถึง ความคิดเห็นของผู้เรียนว่ามีความพอใจหรือไม่พอใจต่อการเรียนหรือการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่ได้รับมอบหมายซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการเรียน

สุลักษณ์ สุขแก้ว (2549) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกพอใจที่มีต่อการได้ร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ หรือบรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกพอใจที่มีต่อการได้ร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้

2. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ประกาศิต อานภาพแสนยากร (2556) ได้กล่าวไว้ว่า มาสโลว์ได้นิยามว่า อุดมคติของคนใดคนหนึ่ง ก็คือ ความรู้สึกนึกคิด ซึ่งเป็นผลมาจากการรับรู้ในตนเองหรือเข้าใจตนเองอย่างแท้จริง และความรู้สึกนึกคิดนี้จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อความต้องการขั้นพื้นฐานได้รับการตอบสนองอย่างสมบูรณ์แล้ว และได้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้ของมาสโลว์ (Maslow) ไว้ดังนี้

2.1 มนุษย์ทุกคนมีความต้องการพื้นฐานตามธรรมชาติเป็นลำดับขั้น คือ ขั้นความต้องการทางร่างกาย (Physical Need) ขั้นความต้องการทางความมั่นคงปลอดภัย (Safety Need) ขั้นความต้องการความรัก (Love Need) ขั้นความต้องการยอมรับและการยกย่องจากสังคม (Esteem Need) และขั้นความต้องการที่จะพัฒนาศักยภาพของตนอย่างเต็มที่ (Self - actualization Need) หากความต้องการขั้นพื้นฐานได้รับการตอบสนองอย่างพอเพียงสำหรับตนในแต่ละขั้น มนุษย์จะสามารถพัฒนาตนไปสู่ขั้นที่สูงขึ้น

2.2 มนุษย์มีความต้องการที่จะรู้จักตนเองและพัฒนาตนเอง ประสบการณ์ที่เรียกว่า “Peak Experience” เป็นประสบการณ์ที่เป็นจุดสูงสุดหรือเป็นภาวะดีมีค่าของสภาพ การรู้จักตนเองตรงตามสภาพความเป็นจริง มีลักษณะน่าตื่นเต้น เป็นความรู้สึกปีติ เป็นช่วงเวลาที่คุณคคลเข้าใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างถ่องแท้ เป็นสภาพที่สมบูรณ์มีลักษณะผสมผสานกลมกลืน เป็นช่วงเวลาแห่งการรู้จักตนเองอย่างแท้จริง บุคคลที่มีประสบการณ์เช่นนี้บ่อย ๆ จะสามารถพัฒนาตนไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์

ประกาศิต อานภาพแสนยากร (2556) ได้กล่าวไว้ว่า คาร์ล อาร์ โรเจอร์ เป็นนักจิตวิทยาที่มีบทบาทมากเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่ยึดแรงจูงใจเป็นหลัก เขาได้นิยามการเรียนรู้

ในประเด็นที่ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าผู้เรียนมีแรงจูงใจ มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ในสิ่งนั้น บรรยากาศของการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญ และได้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้ของโรเจอร์ส (Rogers) ไว้ว่า มนุษย์จะสามารถพัฒนาตนเองได้ดีหากอยู่ในสถานการณ์ผ่อนคลายและเป็นอิสระ การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ (Supportive Atmosphere) และเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student – center Teaching) โดยครูใช้วิธีการสอนแบบชี้แนะ (Non - directive) และทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน (Facilitator) และการเรียนรู้จะเน้นกระบวนการ (Process Learning) เป็นสำคัญ

ประกาศิต อานุกาฬแสนยากร (2556) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ของโคมส์ (Combs) ไว้ว่า ความรู้สึกของผู้เรียนมีความสำคัญต่อการเรียนรู้มาก เพราะความรู้สึกและเจตคติของผู้เรียนมีอิทธิพลต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

ประกาศิต อานุกาฬแสนยากร (2556) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ของโนลส์ (Knowles) ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้มากหากมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. การเรียนรู้ของมนุษย์เป็นกระบวนการภายในตัวของมนุษย์เอง ซึ่งอยู่ในความควบคุมของผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนจะนำประสบการณ์ ความรู้ ทักษะและค่านิยมต่างๆ เข้ามาสู่การเรียนรู้ของตน
3. มนุษย์จะเรียนรู้ได้ดีหากมีอิสระที่จะเรียนในสิ่งที่ตนต้องการและด้วยวิธีการที่ตนพอใจ
4. มนุษย์ทุกคนมีลักษณะเฉพาะ ความเป็นเอกลักษณ์เป็นสิ่งที่มีคุณค่า มนุษย์ควรได้รับการส่งเสริมในการพัฒนาความเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง
5. มนุษย์เป็นผู้มีความสามารถและเสรีภาพที่จะต้องตัดสินใจ และเลือกกระทำสิ่งต่างๆ ตามที่ตนพอใจ และรับผิดชอบในผลของการกระทำนั้น

สรุปได้ว่า ความรู้สึกของผู้เรียนมีความสำคัญต่อการเรียนรู้มาก เพราะความรู้สึกและเจตคติของผู้เรียนมีอิทธิพลต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน การเรียนรู้จะเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าผู้เรียนมีแรงจูงใจ มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ในสิ่งนั้น บรรยากาศของการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญ

3. การวัดความพึงพอใจ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2550) ได้อธิบายไว้ว่า มาตรฐานประมาณค่าเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดคุณลักษณะนิสัยหรือลักษณะจิตวิทยา เช่น ความคิดเห็น ค่านิยม ความสนใจ การปรับตัว เป็นต้น

รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่านี้หากเป็นความรู้สึก ความคิดเห็น เจตคติหรือพฤติกรรมในเชิงสนับสนุนข้อความนั้น กำหนดคำตอบเป็น 5 ระดับ เป็นการประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert) หากกำหนดคำคุณศัพท์ที่มีความหมายตรงกันข้ามโดยมีคำหรือตัวเลขแสดงระดับพฤติกรรมตั้งแต่ต่ำสุดไปจนถึงสูงสุด เป็นการประมาณค่าของออสกู๊ด (Osgood)

วโร เฟิงส์วีสต์ (2551) ได้กล่าวไว้ว่า แบบสอบถาม (Questionnaire) หมายถึง ชุดของคำถามเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา ซึ่งได้แก่ ข้อเท็จจริง ความคิดเห็น บุคลิกภาพ และความสนใจต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบสอบถามปลายเปิด และแบบสอบถามปลายปิด โดยทั่วไปแบบสอบถามปลายปิดจะมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แบบคำถามโดด และแบบคำตอบรวม แบบคำถามโดดเป็นรูปแบบที่คำถามและคำตอบของแต่ละข้อแยกออกจากกันอย่างเด็ดขาด แบบคำตอบรวมจะใช้คำตอบชุดเดียวกันสำหรับคำถามหลาย ๆ ข้อ โดยแบบสอบถามจะมีคำตอบให้ผู้ตอบพิจารณา พร้อมทั้งมีคำตอบที่แสดงความเข้มของความคิดเห็นในเรื่องนั้น ซึ่งระดับความคิดเห็นจะเป็นเลขคี่ คือ 3, 5, 7, 9 หรือ 11 ระดับก็ได้ แต่ที่นิยมมากที่สุดคือ 3 หรือ 5 ระดับ คือ มาก ปานกลาง น้อย หรือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด เป็นต้น แบบสอบถามชนิดนี้เรียกว่า มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่ง ซึ่งส่วนมากจะใช้วัดพฤติกรรมด้านจิตพิสัย ได้แก่ มาตราส่วนประมาณค่าแบบตัวเลข มาตราส่วนประมาณค่าแบบบรรยาย มาตราส่วนประมาณค่าแบบกราฟ โครงสร้างของแบบสอบถามประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ คำชี้แจง ข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการศึกษา

บุญชม ศรีสะอาด (2553) ได้กล่าวไว้ว่า แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยชุดข้อความที่ต้องการให้กลุ่มตัวอย่างตอบ โดยกาเครื่องหมายหรือเขียนตอบ หรือกรณีที่กลุ่มตัวอย่างอ่านหนังสือไม่ได้หรืออ่านยาก อาจใช้วิธีการสัมภาษณ์ตามแบบสอบถาม นิยมถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดเห็นของบุคคล แบบสอบถามโดยทั่วไปจะมีโครงสร้างหรือส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ คำชี้แจงในการตอบ สถานภาพส่วนตัวผู้ตอบ ข้อคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อคำถามในแบบสอบถามอาจมีลักษณะเป็นปลายเปิดหรือปลายปิด แบบสอบถามฉบับหนึ่งอาจเป็นแบบสอบถามปลายเปิดทั้งหมดหรือแบบผสมก็ได้ ข้อคำถามแบบปลายปิดมีหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบให้เลือกคำตอบเดียวจาก 2 คำตอบ แบบให้เลือกคำตอบเดียวจากหลายคำตอบ แบบให้เลือกได้หลายคำตอบ แบบมาตราส่วนประมาณค่า แบบผสม แบบให้เรียงอันดับความสำคัญ และแบบเติมคำสั้น ๆ ในช่องว่าง มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

เป็นมาตราวัดชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือประเภทแบบสอบถาม แบบวัดด้านจิตพิสัย เช่น เจตคติ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ฯลฯ โดยให้ผู้ตอบเลือกตอบตามระดับความคิดเห็นของตน

อนุวัติ คุณแก้ว (2555) ได้กล่าวไว้ว่า มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน โดยอาจจะให้ผู้วิจัยเป็นผู้ประเมินหรือนักเรียนเป็นผู้ประเมินตามความรู้สึก หรือความคิดเห็นของตนเอง ลักษณะของเครื่องมือประกอบด้วยข้อความที่จะประเมิน และระดับความรู้สึก มีหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบตัวเลข แบบบรรยาย แบบกราฟ แบบใช้สัญลักษณ์ แบบจัดลำดับที่

เมษา นวลศรี (2556) ได้กล่าวถึงมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ไว้ว่า แบบสอบถามลักษณะนี้ มุ่งให้ผู้ตอบประเมินข้อความ ที่ถามออกมาเป็นระดับ มาตราส่วนประมาณค่า อาจมีระดับตั้งแต่ 3, 5, 7, 9 หรือ 11 ระดับ เป็นการสร้างรายการพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะค่านิยม คุณธรรม จริยธรรม เจตคติที่ต้องการ มาตราส่วนประมาณค่ามีหลายรูปแบบ ได้แก่ แบบบรรยาย แบบตัวเลข แบบเส้นหรือกราฟ แบบใช้สัญลักษณ์ แบบให้จัดลำดับ แบบออสกูด

สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจของนักเรียน สามารถวัดได้จากแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยในครั้งนี้แบ่งเป็น 3 หัวข้อคือ

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เรขาคณิตตามรูปแบบของแวนฮิลี
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมจีเอสพี
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวงกลม

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เรขาคณิตตามรูปแบบของแวนฮิลี

พนิดา กองเกตุใหญ่ (2542) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ระดับการคิดทางเรขาคณิตตามแบบแวนฮิลีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในจังหวัดกาญจนบุรี โดยแยกศึกษาในแต่ละระดับชั้นคือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับ 1 – 3 มีจำนวนใกล้เคียงกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 – 3 ส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ 3

เบญจพร สว่างศรี (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาผลการสอนเรขาคณิตด้วยลำดับขั้นการสอนของ ไดอานา แวนฮิลล์ที่มีต่อระดับการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ระดับการคิดทางการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยลำดับขั้นการสอนของ ไดอานา แวนฮิลล์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และนักเรียนร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดที่ได้รับการสอนด้วยลำดับขั้นการสอนของ ไดอานาแวนฮิลล์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 หรือมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

บุญเสริม ยุพจันทร์ (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการพิสูจน์เรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจัดกิจกรรมตามลำดับขั้นของแวนฮิลล์ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความสามารถในการพิสูจน์เรขาคณิตคิดเป็นร้อยละ 40.74 และนักเรียนร้อยละ 51.85 สามารถพัฒนาระดับความคิดทางเรขาคณิตจากระดับ 2 ไประดับ 3

ชนิศวรา ฉัตรแก้ว (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรขาคณิตและลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮิลล์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1 ห้องเรียน จำนวน 39 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม จากทั้งหมด 7 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้เรขาคณิตที่สร้างขึ้นมีลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮิลล์เพิ่มขึ้นมากที่สุดในช่วงชั้น 2 ซึ่งเป็นการพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้เรขาคณิตที่สร้างขึ้นมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเรขาคณิตโดยคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนและก่อนการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นที่ดีต่อการจัดหน่วยการเรียนรู้เรขาคณิตโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเรขาคณิตแบบพลวัตและการใช้โปรแกรม GSP มีความเหมาะสมในการเรียนหน่วยการเรียนรู้เรขาคณิต

สมควร สีชมพู (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนตามโมเดลแวนฮิลล์ ผลการวิจัยพบว่าการใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดในเนื้อหาด้านเรขาคณิตทำให้นักเรียนแสดงความสามารถในการคิดทางเรขาคณิตของตนเองออกมาได้เมื่อจำแนกแล้วได้เป็นระดับพื้นฐาน (level 1) จำนวน 9 โปรโตคอลและระดับที่หนึ่ง (level 2)

จำนวน 9 โปรโตคอล โดยที่ลักษณะการคิดในแต่ละระดับเป็นดังนี้ ระดับพื้นฐาน (level 1) การคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนพบว่ายังกักด้วยชื่อ (name) ของรูปทรงเรขาคณิตที่นักเรียนเคยเรียนในชั้นเรียน ระดับที่หนึ่ง (level 2) การคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนพบว่าเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบ คุณสมบัติหรือกฎ และพิจารณาความสัมพันธ์องค์ประกอบของรูปทรงเรขาคณิตโดยการทดลองด้วยวิธีการต่าง ๆ และยังพบว่าลักษณะของคำถามที่เป็นแบบ “อะไร (what) ?” “อย่างไร (How) ?” “ทำไม (why) ?” ที่ใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียนหลังการทำกิจกรรมจะส่งผลต่อภาษาที่นักเรียนใช้ในการอธิบายการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนให้มีความชัดเจนมากขึ้น

นวลศรี ชำนาญกิจ (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการสอนโดยใช้ลำดับขั้นของไดนาแวนฮิลีที่มีต่อระดับการคิดทางเรขาคณิต ตามตัวแบบแวน ฮิลีและความสามารถในการพิสูจน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครูสาขาวิชาคณิตศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ผลการวิจัยพบว่า 1) นักศึกษาครูที่ได้รับการสอนโดยใช้ลำดับขั้นของไดนาแวน ฮิลีที่มีต่อระดับการคิดทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2) นักศึกษาครูที่ได้รับการสอนโดยใช้ลำดับขั้นของไดนาแวน ฮิลีที่มีระดับการคิดทางเรขาคณิตตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไปมีจำนวนร้อยละ 92.9 ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์จำนวนที่คาดหวังไว้ร้อยละ 80 3) นักศึกษาครูที่ได้รับการสอนโดยใช้ลำดับขั้นของไดนาแวน ฮิลีมีความสามารถในการพิสูจน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 4) นักศึกษาครูที่ได้รับการสอนโดยใช้ลำดับขั้นของไดนาแวนฮิลีที่มีความสามารถในการพิสูจน์ทางเรขาคณิตตั้งแต่ร้อยละ 60 มีจำนวนร้อยละ 53.57 ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์จำนวนที่คาดหวังไว้ร้อยละ 50 5) ระดับการคิดทางเรขาคณิตกับความสามารถในการพิสูจน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครูที่ได้รับการสอนโดยใช้ลำดับขั้นของไดนา แวน ฮิลีมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Janet and Karen (2001 อ้างถึงใน อนนท์ ฤชัยนาม, 2554) ได้ศึกษาเป็นกรณีศึกษา โดยใช้ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele เป็นกรอบของการศึกษาวิเคราะห์การคิดของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ จากการศึกษาค้นพบว่านักเรียนสามารถผ่านระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ทั้ง 5 ระดับ ถ้าได้รับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสม

กมลทิพย์ สมบัติธีระ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอน van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ และปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele อยู่ในระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น การวิเคราะห์และระดับที่ 2 หรือการพรรณนารูปลักษณะ สามารถพัฒนาไปอยู่ใน ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน

สุนันทา โสสีทา (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กล่าวว่า นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ได้ปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่น มีการสำรวจ มีการซักถาม มีความพยายามในการหาคำตอบ ทำให้นักเรียนได้ระลึกถึงความรู้ที่นักเรียนมีมาก่อน เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนเผชิญอยู่เพื่อเรียนรู้เรขาคณิตได้อย่างเข้าใจ นำไปใช้ได้ และให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele อยู่ในระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น และระดับที่ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนารูปลักษณะ สามารถพัฒนาไปสู่ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับ

วิภาพร งอยกุลจิก (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลจากการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้และเนื้อหาในบทเรียนที่จัดไว้ พบว่า นักเรียนมีผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 85.09 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 89.66 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

Janet and karen (2001) ได้ศึกษาเป็นกรณีศึกษา โดยใช้ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ Van Hiele เป็นกรอบของการศึกษา วิเคราะห์การคิดของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ จากการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถผ่านระดับการคิดเชิงเรขาคณิตทั้ง 5 ระดับ ถ้าได้รับการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสม

Kelly (2009) เรขาคณิตเป็นมโนทัศน์ที่สำคัญสำหรับนักเรียนเกรด 5 ที่บรรจุอยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ก่อนที่เด็กจะเรียนเกรด 5 เด็กเคยเรียนรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele ในระดับที่ 1 คือการมองเห็น ซึ่งเด็กสามารถจำแนกรูปหลายเหลี่ยมด้วยการมองเห็น แต่ไม่ใช่แยกตามลักษณะของด้านและมุม ผู้วิจัยได้ศึกษาเด็กเกรด 5 ที่อาศัยอยู่รอบนอกเมือง 20 คน เป็นชาย 8 คน และหญิง 12 คน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ที่มีความสามารถในการเขียนและอ่านอยู่ในระดับต่ำ บางคนได้รับการสอนเพิ่มเติมเกี่ยวกับการอ่าน วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับเรขาคณิตอย่างลึกซึ้งมากขึ้นโดยผ่านกระบวนการกระบวนการเขียน อ่าน และพูด การออกแบบการเรียนรู้ได้ใช้โลโก้เป็นเครื่องมือในการ

เรียนรู้ ซึ่งข้อดีก็คือ นักเรียนจะต้องช่วยในการสร้างโลโก้ ซึ่งทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตมากขึ้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติของเรขาคณิตมากขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมจีเอสพี

สุนทรีย์ สวางค์นาม (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นตรง โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเป็นกิจกรรมที่สามารถทำให้นักเรียนสามารถจัดกระทำและค้นพบองค์ความรู้จากกิจกรรม ได้อย่างหลากหลายด้วยตัวของนักเรียนเองนักเรียนสามารถที่จะสร้างความเข้าใจด้วยตนเองจากการจัดกระทำกับวัตถุโดยการจัดกระทำทีละขั้นตอน โดยสามารถที่จะเรียงจากขั้นตอนง่าย ๆ ก่อนแล้วค่อยเพิ่มขึ้นทีละน้อยสร้างโอกาสในการคิดและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีนักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน บทบาทของการจัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ยังคงเป็นทางเลือกหนึ่งในการสร้างโอกาสในการคิดและแก้ปัญหาต่างๆได้ดี

นิตยา อุดมผล (2551) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง วงรีโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้และใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดของ van Hiele ปรากฏว่าเป็นกิจกรรมที่มีความท้าทาย สามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีการคาดเดาหรือทำนายผล และตรวจสอบผลการเดา ส่งเสริมพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ด้วยตนเองและยกระดับความคิดเชิงเรขาคณิตพัฒนาจากระดับ 2 เป็นระดับ 3 ที่เป็นการให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์

ศุภวรัญญู ภูประเสริฐ (2552) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สาระเรขาคณิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า 1) บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สาระเรขาคณิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 77.11/76.12 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 2) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สาระเรขาคณิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะ

การเชื่อมโยง สาระเรขาคณิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับมาก

นิรชา ปักกะโต (2553) ได้ศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์แบบยืดหยุ่นที่ก่อให้เกิดการพัฒนาการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วงกลม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่าระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนแสดงการคิดทางคณิตศาสตร์แบบยืดหยุ่นที่ก่อให้เกิดการพัฒนาการคิดเชิงเรขาคณิต ดังนี้ 1) การคิดทางคณิตศาสตร์แบบยืดหยุ่นที่ก่อให้เกิดการพัฒนาการคิดเชิงเรขาคณิตจากระดับ 1: การรับรู้จากการมองเห็น (Visualization, or Recognition) ไปสู่ระดับ 2: การวิเคราะห์ (Analysis) ได้แก่ความสามารถในการตีความความคิดของคนอื่น การมีสถานการณ์ปัญหาเชิงสมมติฐานบนปัญหาที่มีอยู่การใช้แนวคิดเดิมหรือยุทธวิธีเดิมในบริบทที่แตกต่างจากเดิมหรือการเปลี่ยนยุทธวิธีเดิมให้เข้ากับบริบทใหม่การใช้การนำเสนอที่หลากหลายสำหรับปัญหาทางคณิตศาสตร์เดียวกันหรือเพื่อแสดงแนวคิดเดียวกัน และความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ทั้งทางตรงและย้อนกลับ 2) การคิดทางคณิตศาสตร์แบบยืดหยุ่นที่ก่อให้เกิดการพัฒนาการคิดเชิงเรขาคณิตจากระดับ 2: การวิเคราะห์ (Analysis) ไปสู่ระดับ 3: การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ (Informal deduction, or Ordering) ได้แก่ การมีสถานการณ์ปัญหาเชิงสมมติฐานบนปัญหาที่มีอยู่ การใช้แนวคิดเดิมหรือยุทธวิธีเดิมในบริบทที่แตกต่างจากเดิมหรือการเปลี่ยนยุทธวิธีเดิมให้เข้ากับบริบทใหม่ และความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ทั้งทางตรงและย้อนกลับ 3) การคิดทางคณิตศาสตร์แบบยืดหยุ่นที่ก่อให้เกิดการพัฒนาการคิดเชิงเรขาคณิตจากระดับ 3: การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ (Informal deduction, or Ordering) ไปสู่ระดับ 4: การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างเป็นแบบแผน (Formal deduction) ได้แก่ การใช้เครื่องหมายที่กำกวม การใช้แนวคิดเดิมหรือยุทธวิธีเดิมในบริบทที่แตกต่างจากเดิมหรือการเปลี่ยนยุทธวิธีเดิมให้เข้ากับบริบทใหม่ การใช้การนำเสนอที่หลากหลายสำหรับปัญหาทางคณิตศาสตร์เดียวกันหรือเพื่อแสดงแนวคิดเดียวกัน และความสามารถในการตีความแนวคิดของคนอื่น

สิริณัฐ ประจิมทิศ (2553) ได้ทำการศึกษาการศึกษาความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเต็ม โดยใช้สถานการณ์จริงและโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนมีความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มในระดับการจัดกระทำโดย

นักเรียนกลุ่มที่ใช้สถานการณ์จริงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สามารถหาการบวกและลบจำนวนเต็มได้ โดยใช้กิจกรรมที่เป็นสถานการณ์จริง สำหรับนักเรียนกลุ่มที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สามารถหาการบวกและลบจำนวนเต็มโดยทำกิจกรรมในโปรแกรม GSP ได้ 2) นักเรียนทั้งกลุ่มที่ใช้สถานการณ์จริงและใช้โปรแกรม GSP มีความเข้าใจในโมเดลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับกระบวนการในเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ซึ่งเห็นได้จากชิ้นงานและการสัมภาษณ์นักเรียน นั่นคือ นักเรียนสามารถบวกและลบจำนวนเต็มโดยไม่ต้องไปจัดกระทำกับกิจกรรมที่เป็นสถานการณ์จริงและโปรแกรม GSP อีก นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถอธิบายและสรุปผลของการบวกและการลบจำนวนเต็มในรูปทั่วไปได้ 3) มีนักเรียนบางคนที่มีความเข้าใจในระดับโครงสร้างในเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม นั่นคือ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงโมเดลที่เกี่ยวข้องกับการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อที่จะหาคำตอบที่ถูกต้องในการบวกและการลบจำนวนเต็ม

ยุพิน พลเรือง (2557) ทำการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง ผลการศึกษาพบว่า ดัชนีประสิทธิผลประสิทธิผลของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงมีค่าเท่ากับ 0.7476 คิดเป็นร้อยละ 74.76 และดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เท่ากับ 0.6903 คิดเป็นร้อยละ 69.03 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ธิติยา เคนศร (2559) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการให้เหตุผลวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อ ผลการศึกษาพบว่า มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 83.47/81.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ศราวุฒิ คล่องดี (2559) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบทเรียนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 81.57/84.22 และ พบว่าดัชนีประสิทธิผลของโปรแกรมบทเรียนที่พัฒนาขึ้น มีค่าเท่ากับ 0.7825 แสดงว่าโปรแกรมบทเรียนทำให้นักเรียนมีคะแนนในการเรียนเพิ่มขึ้น ร้อยละ 78.25 ที่เป็นเช่นนี้เพราะโปรแกรมบทเรียนได้คำนึงถึงหลักการสร้างให้โปรแกรมบทเรียนมีการเคลื่อนไหว ทำให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และความเพลิดเพลิน

เลสเตอร์ (Lester, 1966) ได้ศึกษาการสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีผลต่อการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย รัฐแคลิฟอร์เนีย

ประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนตามปกติโดยการใช้ดินสอ ไม่โปรแกรมเตอร์และวงเวียน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของผลการสอบหลังเรียนเกี่ยวกับความรู้ทางเรขาคณิตและการสร้าง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และค่าเฉลี่ย ของผลการสอบหลังเรียนเกี่ยวกับการตั้งข้อคาตเดาทางเรขาคณิตของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

อัลเมคดาดี (Almeqdadi, 2000) ได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีต่อความเข้าใจโน้ตส์ทางเรขาคณิตของนักเรียนในประเทศจอร์แดน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนในโรงเรียนสาธิต ของมหาวิทยาลัยยาร์มอกแบ่งเป็นกลุ่มทดลองซึ่งสอนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และกลุ่มควบคุมสอนแบบปกติกลุ่มละ 1 ห้อง พบว่าความ เข้าใจโน้ตส์ทางเรขาคณิตหลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียน และกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จูลี (July, 2001) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่มีต่อโน้ตส์ทางเรขาคณิตในการสร้างรูป และวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สองมิติและสามมิติ กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กระตุ้นให้นักเรียนสำรวจ อภิปราย และสร้างรูปด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนที่ เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับนักเรียนกลุ่มต่ำ

3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวงกลม

กฏมพี กาสีชา (2550) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องวงกลม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และวิเคราะห์ระดับความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 12 คน ในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่าการปฏิบัติกิจกรรมที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาเรื่องวงกลมดีขึ้น ระดับความเข้าใจของนักเรียนที่แสดงออกจากการปฏิบัติการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่องวงกลม สามารถแบ่งระดับความเข้าใจออกเป็น 3 ระดับ ซึ่งประกอบด้วย 1) ความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (Action conceptual understanding) นักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับนี้สามารถใช้โปรแกรม GSP ตามคำสั่ง เช่น เลือจุดหรือพิกัด วาดรูปวงกลมหาระยะห่างระหว่างจุด กระจายรูปสมการมาตรฐานอยู่ในรูปสมการรูปทั่วไป 2) ความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process conceptual understanding) นักเรียนที่เข้าใจในระดับนี้สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์ที่ครู

เตรียมในโปรแกรม GSP เช่นเมื่อเลื่อนจุดศูนย์กลางของวงกลมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เปลี่ยนแปลงของค่า h , k , E , D และ F ในสมการวงกลม การเปลี่ยนขนาดของรัศมีจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงของค่า h , k , E , D และ F ในสมการวงกลม และ 3) ความเข้าใจระดับโครงสร้าง (Structural conceptual understanding) นักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับนี้เช่นสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างค่าของ h , k หรือ r ในรูปสมการรูปมาตรฐานของวงกลมและค่าของ D , E และ F ในรูปของรูปสมการทั่วไปของวงกลมเป็น $F = h^2 + k^2 - r^2$ นอกจากนี้ยังให้ข้อเสนอแนะไว้ว่าครูควรเตรียมสถานการณ์ปัญหาและสร้างกิจกรรมโดยใช้โปรแกรมเป็นส่วนประกอบให้โอกาสนักเรียนสำรวจแนวคิดจากกิจกรรม เพื่อสร้างความเข้าใจด้วยตัวของนักเรียนเอง

กาญดา ฉลาดล้ำ (2550) ได้ศึกษากระบวนการสร้างมโนทัศน์เชิงมโนภาพของนักเรียนเรื่องวงกลมโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้และการวิเคราะห์ข้อมูลตามกรอบทฤษฎี APS (Action-Process-Structure) ที่พัฒนาโดย Heingraj(2006) ผลการวิจัยพบว่า 1) ระดับการจัดกระทำ (Action) นักเรียนสามารถแปลความหมายจากข้อมูลโดยการสังเกตและนำความรู้เดิมมาใช้ 2) ระดับกระบวนการ (Process) นักเรียนสามารถอธิบายเปรียบเทียบสะท้อนสิ่งที่สังเกตได้จากภาพเคลื่อนไหวบนหน้าจอ 3) ระดับโครงสร้าง (Structural) นักเรียนมีการสร้างมโนทัศน์เชิงมโนภาพในระดับที่สูงขึ้น และในการศึกษาความคิดเห็นต่อการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความคิดเห็นว่าการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยให้เรียนคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้นและเข้าใจโดยการเปรียบเทียบและสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เกิดความสนุกสนานเพราะเป็นภาพที่เคลื่อนไหวได้และมองเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น

กัณทิมา ตราบุรี (2556) ได้ทำการศึกษาการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องวงกลม ผลการศึกษาการจัดกิจกรรม โดยการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม ที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้เรื่อง วงกลม ที่ประกอบด้วย 4 มโนติย่อย คือ (1) วงกลม, (2) มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม, (3) คอร์ด และ (4) เส้นสัมผัสวงกลม ซึ่งมี ทั้งหมด 9 กิจกรรม พบว่า การจัดกิจกรรมซ่อมเสริม ที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้โดยที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนส่วนใหญ่ได้คิดวิเคราะห์ ฝึกการจินตนาการ ทำให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีบท ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละมโนติย่อยเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งทำให้การพัฒนาการคิด เชิงเรขาคณิตของนักเรียนสูงขึ้น ส่งผลทำให้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ดีขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง วงกลม ตามขั้นตอนของ แวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดการกระทำกับข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากร ได้แก่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 กลุ่มเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาที่ 4 อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 2 โดยมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อย่างละ 1 ห้อง จำนวน 13 โรงเรียน ได้แก่

- 1) โรงเรียนบ้านสนาม
- 2) โรงเรียนบ้านเสือโก้
- 3) โรงเรียนบ้านหนองผือ
- 4) โรงเรียนบ้านหนองกุ้ง
- 5) โรงเรียนบ้านไถ่นา
- 6) โรงเรียนบ้านหนองแสน
- 7) โรงเรียนบ้านโนนจาน
- 8) โรงเรียนบ้านโนน
- 9) โรงเรียนบ้านหนองแวงบกไผ่ล้อมวิทยา
- 10) โรงเรียนบ้านดู่หนองโกโนนสมบูรณ์
- 11) โรงเรียนบ้านกุดนาดีโนนลาน

12) โรงเรียนบ้านดงน้อย

13) โรงเรียนบ้านขามป้อม

รวม 13 ห้องเรียน นักเรียนทั้งสิ้น 200 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ห้อง นักเรียนจำนวน 11 คน ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านหนองผือ อำเภอลำดวน จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 2 โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งใช้โรงเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการ ประกอบด้วย

1.1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแผนโฮลิสติก โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 แผน เวลา 18 ชั่วโมง ทั้งนี้ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแผนการจัดการเรียนรู้ละ 1 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ส่วนต่าง ๆ ของวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การหาเส้นผ่านศูนย์กลางและรัศมีของวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การสร้างรูปวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การหาความยาวเส้นรอบวงของวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 โจทย์ปัญหาความยาวรอบวงของวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การหาพื้นที่รูปวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 โจทย์ปัญหาการหาพื้นที่ของวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 บทประยุกต์เรื่องวงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 การนำวงกลมไปใช้ในชีวิตประจำวัน

1.2. แบบทดสอบวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิต เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก และอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้ทดสอบนักเรียนเพื่อวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนตั้งแต่ระดับที่ 1-3 ซึ่งประกอบไปด้วย

ระดับที่ 1 ข้อสอบข้อที่ 1-6 ใช้วัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิต การรับรู้จากการมองเห็น

ระดับที่ 2 ข้อสอบข้อที่ 7-8 ใช้วัดการคิดเชิงเรขาคณิต การวิเคราะห์หรือพรรณารูปลักษณะ

ระดับที่ 3 ข้อสอบข้อที่ 9-10 ใช้วัดการคิดเชิงเรขาคณิต การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับ

ซึ่งการระบุว่านักเรียนคนใดมีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตอยู่ในระดับใด ๆ นั้น นักเรียนคนนั้นต้องตอบข้อสอบที่ใช้วัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตในระดับนั้น ๆ ถูกต้อง และได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ระดับที่ 1 ร้อยละ 70 คิดเป็น 4 คะแนนขึ้นไป และระดับที่ 2 ร้อยละ 70 คิดเป็น 3 คะแนนขึ้นไป ใช้ทดสอบวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนก่อนการให้แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน ซึ่งเป็นการประเมินตามแนวคิดของแวนฮิลี คือ การพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิต นักเรียนต้องมีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตั้งแต่ระดับที่ 1 ขึ้นไป เพราะนักเรียนต้องมองเห็นรูปจึงจะเรียนรู้ได้ การวิจัยครั้งนี้จึงวัดระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 เท่านั้น

1.3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

1.4. แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ใช้โปรแกรมจีเอสพี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1 ฉบับเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วงกลม สำหรับทดสอบหลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 18 ชั่วโมง เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ผู้วิจัยได้ออกแบบข้อทดสอบชุดนี้เพื่อวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของแวนฮิลี ด้วย โดยใช้เกณฑ์การผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของแต่ละระดับการคิด

3.3 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผู้วิจัย

ได้ดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม โดยใช้วิธีสอนตามขั้นตอนของแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร และขอขอยืมเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง วงกลม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.2 วิเคราะห์การคิดเชิงเรขาคณิตของแวนฮิลี แล้วจัดทำหน่วยการเรียนรู้

1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามขั้นตอนของแวนฮิลี

1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

1.5 วิเคราะห์มาตรฐาน ผลการเรียนรู้และเวลาเรียน เรื่อง วงกลม และ จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม โดยใช้วิธีสอนตามขั้นตอนของแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี จำนวน 9 แผนแผนละ 2 ชั่วโมง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 18 แผน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมทั้ง ด้านเนื้อหา การใช้ภาษา ขั้นตอนการจัดกิจกรรม และสื่อประกอบการเรียนรู้โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินครั้งละแผน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

1.6.1 ดร.ดรุณี บุญขารี วุฒิกการศึกษา ปร.ด. คณิตศาสตร์ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านจีเอสพี

1.6.2 ผศ.ดร.จันทร์เพ็ญ ภูโสภาก วุฒิกการศึกษา ปร.ด.จิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว อาจารย์ประจำภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาและการแนะแนว

1.6.3 นางอรุณรัตน์ ทรงมีสิงห์สกุล ศษ.ม. หลักสูตรและการสอน ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพัยคมภูมิวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.6.4 นายพลวัต วัฒนบุตร กศ.บ.คณิตศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านสนาม ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมจีเอสพี

1.6.5 นายเรืองศักดิ์ มัททวีวงศ์ วุฒิกการศึกษา กศ.บ.คณิตศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษโรงเรียนวชิรวิทย์ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคอร์ท (Likert) คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.62-4.81 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ได้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินมาหาค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

ค่าเฉลี่ย	4.51 - 5.00 แปลความว่า	เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51 - 4.50 แปลความว่า	เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย	2.51 - 3.50 แปลความว่า	เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51 - 2.50 แปลความว่า	เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 - 1.50 แปลความว่า	เหมาะสมน้อยที่สุด

1.8 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบแผนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ตามคำแนะนำ และนำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 แผนไปทดลองใช้ (Try Out) กับ นักเรียนโรงเรียนบ้านหนองแสน และ โรงเรียนบ้านดู่หนองโกโนนสมบูรณ์ ตำบลหนองแสน อำเภอลำปำ จังหวัดมหาสารคาม รวมทั้งสองโรงเรียนมีนักเรียนจำนวน 28 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการใช้ภาษา เวลา เนื้อหา สื่อการเรียนรู้ และคอยสังเกตพฤติกรรม ของนักเรียน พร้อมทั้งซักถามเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบแผนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านหนองผือ ตำบลเสือโก้ก อำเภอลำปำ จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 11 คน

2. แบบทดสอบวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิต เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็น ข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบจากเอกสารตำราการวัดผลการศึกษาของ สมนึก ภัททิยธนี (2549: 82 - 154)

2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามขั้นตอนการเรียนรู้ของแผนฮิลี

ตาราง 3 ตารางการเทียบพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิต เรื่องวงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านหนองผือ

แบบทดสอบวัด	จำนวน	พฤติกรรมในแต่ละระดับการคิด
-------------	-------	----------------------------

ระดับ การคิดเชิงเรขาคณิต เรื่องวงกลม(ข้อที่)	ข้อสอบที่ สร้าง	ระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ของ van Hiele	เชิงเรขาคณิต รวบรวมจากงานวิจัยของ Pierre van Hiele และ Dina van Hiele (1957-1979) (Usiskin,1982)
1-6	6 ข้อ	ระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น (Visualization, or Recognition)	1. จำรูปร่างที่มองเห็นได้บอกเกี่ยวกับรูปร่างที่มองเห็นได้โดยภาพรวมแต่บอกรายละเอียดไม่ได้ 2. จำวงกลมได้จากรูปร่างภายนอก 3. ลักษณะคำถาม เป็นคำถามที่เกี่ยวกับความจำในภาพรวมของวงกลมเป็นคำถามที่ตอบได้ว่า “เป็นสิ่งที่ฉันเห็นมัน”
7-10	4 ข้อ	ระดับที่ 2 การวิเคราะห์หรือการ พรรณนารูปลักษณะ (Analysis , or Description)	1. บอกรูปร่างวงกลม ได้ถูกต้อง 2. บอกสมบัติ บอกลักษณะและองค์ประกอบของวงกลมที่มองเห็นได้ เช่น รูปร่างวงกลมเป็นรูปที่มีความยาวรอบรูปเป็นเส้นโค้ง 3. ใช้ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตในระดับที่ 1 เป็นฐาน 4. ลักษณะคำถาม เช่น ส่วนไหนที่เรียกว่า..... , ส่วนไหนเรียกว่ารัศมี , รูปร่างวงกลมมีหน้าตาคล้ายอะไร
11-13 (อัตรันย)	3 ข้อ	ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัย อย่างไม่เป็นแบบแผน หรือการจัดลำดับ	1. บอกความสัมพันธ์ในสมบัติต่าง ๆ ของรูปร่างวงกลมได้ เช่น รูปร่างวงกลมมีส่วนต่าง ๆ คืออะไรบ้าง 2. บอกได้ว่าหน้าตัดแบบไหนบ้างที่เป็นรูปร่างวงกลม 3. ลักษณะของคำถามเป็นคำถามย้อนกลับ เช่น บอกชื่อวงกลมและส่วนต่าง ๆ ของวงกลม , ยกตัวอย่างหน้าตัดที่เป็นรูปร่างวงกลมในชีวิตประจำวันมา
แบบทดสอบวัด ระดับ การคิดเชิงเรขาคณิต	จำนวน ข้อสอบที่ สร้าง	ระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ของ van Hiele	พฤติกรรมในแต่ละระดับการคิด เชิงเรขาคณิต รวบรวมจากงานวิจัยของ Pierre van Hiele และ Dina van Hiele (1957-1979) (Usiskin,1982)

เรื่องวงกลม(ข้อที่)			
-	-	ระดับที่ 4 การให้เหตุผล เชิงนิรนัย (Formal Deduction)	- ใช้ลักษณะภายในของรูปให้สัมพันธ์กัน เช่น บอกข้อแตกต่างและบทกลับได้ - สรุประบบสัจพจน์ สามารถให้เหตุผล - อย่างเป็นแบบแผน จากสมบัติของรูปต่าง ๆ ได้ถูกต้อง - พิสูจน์สิ่งที่กำหนดให้ว่าเป็นจริงหรือเท็จ และบอกความสัมพันธ์และอ้างเหตุผลได้
-	-	ระดับที่ 5 การเป็นนามธรรม (Rigor)	- เปรียบเทียบสัจพจน์ในระบบเรขาคณิตระบบอื่น ๆ ได้ - เรียนรู้สัจพจน์ได้อย่างเข้าใจอย่างแท้จริง - เรียนรู้สัจพจน์ได้ด้วยตนเอง - ลักษณะของคำถามจะเป็นคำถามเกี่ยวกับรูปต่าง ๆ จะสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันอย่างไร การค้นหาความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ การค้นหาสิ่งที่เป็นนามธรรมต่าง ๆ

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต เป็นข้อสอบแบบปรนัยและอัตนัย จำนวน 13 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับพฤติกรรมในแต่ละระดับการคิดเชิงเรขาคณิต และสร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต

2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมตามระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามขั้นตอนของแวนฮิลี มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องตามระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ระบุไว้จริง

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องตามระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ระบุไว้

คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ได้สอดคล้องตามระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่ระบุไว้

2.5 นำผลการประเมินแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้สูตร IOC คัดเลือกข้อสอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 1.00 ทั้งหมด อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

2.6 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งได้เคยเรียนมาแล้ว โรงเรียนบ้านหนองแสนและโรงเรียนบ้านคูหนองโกโนนสมบูรณ์ ตำบลหนองแสน อำเภอลำดวน จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 28 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.7 นำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ตามวิธีการของวิทนีและซาเบอร์ ผลปรากฏว่า แบบทดสอบฉบับจริงมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30-0.50 และมีค่าความยากตั้งแต่ 0.35-0.50 อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

2.8 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ 10 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ตามวิธีการของครอนบาค โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ได้ ค่า ความ เชื่อ มั่น ของ แบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.83

2.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความคิดเชิงเรขาคณิต เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 ข้อ เป็นข้อสอบปรนัย 8 ข้อ และ ข้อสอบอัตนัย 2 ข้อ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านหนองผือ ตำบลเสื่อโก้ง อำเภอลำดวน จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 11 คน

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบจากเอกสารตำราการวัดผลการศึกษาของ สมนึก ภัททิยธนี (2549)

3.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านหนองผือ สารและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.3 ศึกษาคู่มือครู หนังสือเรียนและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง วงกลม ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านหนองผือ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสร้างแบบทดสอบ

3.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ เรื่อง วงกลม รายวิชาคณิตศาสตร์ (ค16102) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังตาราง 4

ตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ เรื่อง วงกลม
รายวิชาคณิตศาสตร์ (ค16102) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	คัดเลือก
1. ส่วนต่าง ๆ ของวงกลม	1. นักเรียนสามารถบอกส่วนต่าง ๆ ของวงกลม	2	2	1
2. รัศมีและเส้นผ่านศูนย์กลาง	2. นักเรียนสามารถหารัศมีและเส้นผ่านศูนย์กลางที่กำหนดให้	2	2	1
3. สร้างรูปวงกลม	3. นักเรียนสามารถสร้างรูปวงกลมที่กำหนดให้	2	2	1
4. ความยาวรอบวงของวงกลม	4. นักเรียนสามารถหาความยาวรอบวงของวงกลมที่กำหนดให้	2	3	2
5. โจทย์ปัญหาความยาวรอบวงของกลมวง	5. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาความยาวรอบวงของวงกลมที่กำหนดให้	2	4	3
6. พื้นที่วงกลม	6. นักเรียนสามารถหาพื้นที่ของวงกลมที่กำหนดให้	2	3	2
7. โจทย์ปัญหาพื้นที่วงกลม	7. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาพื้นที่ของวงกลมที่กำหนดให้	2	4	3
8. บทประยุกต์วงกลม และการนำไปใช้กับชีวิตประจำวัน	8. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาประยุกต์ที่กำหนดให้	4	10	7
รวม		18	30	20

3.5 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และครอบคลุมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วงกลม ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วงกลม เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้จริง

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้

คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้

3.8 นำผลการประเมินแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยใช้สูตร IOC คัดเลือกข้อสอบ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60-1.00 อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

3.9 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองแสนและโรงเรียนบ้านดู่หนองโกโนนสมบูรณ์ ตำบลหนองแสน อำเภอลำดวน จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 28 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.10 นำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ตามวิธีการของเบรนแนน (Brennan) โดย แบบทดสอบฉบับจริงมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.43-0.71 และมีค่าความยากตั้งแต่ 0.29-0.64 อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

3.11 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ 20 ข้อ มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ตามวิธีการของโลเวท (Lovett) โดยใช้สูตร r_{cc} ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.99

3.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 ข้อ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านหนองผือ ตำบลเสือโก้ก อำเภอลำดวน จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 11 คน

4. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีโอสปี เรื่องวงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีการของลิเคอร์ท (Likert) ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบวัดความพึงพอใจจากเอกสารตำราการวิจัยเบื้องต้น (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

4.2 สร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีโอสปี เรื่องวงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคอร์ท (Likert) คือ ความพึงพอใจมากที่สุด

ความพึงพอใจมาก ความพึงพอใจปานกลาง ความพึงพอใจน้อย และความพึงพอใจน้อยที่สุด จำนวน 20 ข้อ

4.3 นำแบบวัดพึงพอใจที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับพฤติกรรมชีวิต ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.4 นำแบบวัดความพึงพอใจเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมเพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับพฤติกรรมชีวิต มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นวัดพฤติกรรมชีวิตที่ระบุไว้จริง

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นวัดพฤติกรรมชีวิตที่ระบุไว้

คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นไม่ได้วัดพฤติกรรมชีวิตที่ระบุไว้จริง

4.5 นำผลการประเมินแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชีวิต (Index of Consistency : IOC) โดยใช้สูตร IOC คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00 อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้

4.6 นำแบบวัดความพึงพอใจไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองแสนและโรงเรียนบ้านคูหนองโกโนนสมบูรณ์ ตำบลหนองแสน อำเภอลำดวน จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 28 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

4.7 นำแบบวัดความพึงพอใจที่ได้มาตรวจให้คะแนน วิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item Total Correlation : r_{xy}) หาค่าเกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถามโดยเปิดตารางค่าวิกฤตของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

4.8 นำข้อคำถามที่คัดเลือกไว้ 10 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจทั้งฉบับ ตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach)

4.9 จัดพิมพ์แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่องวงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 ข้อ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านหนองผือ ตำบลเสือโก้ก อำเภอลำดวน จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 11 คน

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบแผนการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดแบบแผนการวิจัย ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบมีกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม และมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest - posttest design) รายละเอียด (อนุวัติ คุณแก้ว, 2555) ดังตาราง 5

ตาราง 5 แบบแผนการวิจัยแบบมีกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม และมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest - posttest design)

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบ ก่อนการทดลอง	การทดลอง	การทดสอบ หลังการทดลอง
R	T ₁	X	T ₂

เมื่อ R หมายถึง มีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

T₁ หมายถึง การทดสอบก่อนการทดลอง

X หมายถึง ทำการทดลองให้กับกลุ่มตัวอย่าง

T₂ หมายถึง การทดสอบหลังการทดลอง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านหนองผือ อำเภอลำดวน จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 2 จำนวน 11 คน ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลา 1 ชั่วโมง และทดสอบก่อนเรียน (Pre-

test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดเชิงเรขาคณิต เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง ตามรูปแบบแผนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.3 เมื่อดำเนินการสอนเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนตามรูปแบบแผนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

2.4 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลา 1 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดเชิงเรขาคณิต เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

2.5 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล แล้วดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมายของการวิจัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพคณิตศาสตร์ตามรูปแบบแผนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยหาค่า E_1 / E_2 ตามเกณฑ์ 70/70
2. วิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแผนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยหาค่า E.I.
3. วิเคราะห์การคิดเชิงเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแผนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม โดยใช้ ความถี่และร้อยละ

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแผนฮีลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม โดยใช้ t-test (One Sample)

วิเคราะห์ข้อตกลงเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

- 1) มีการแจกแจงแบบปกติ
- 2) เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาโดยการสุ่ม
- 3) ข้อมูลจะต้องอยู่ในมาตราอันตรภาค หรือ มาตราอัตราส่วน

หากเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ t-test for One Sample

หากไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ Wilcoxon Signed-Ranks Test

5. วิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแผนฮีลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม โดยหาค่าเฉลี่ย

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$p = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ	p	แทน	ร้อยละ
	f	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ
	n	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum_{i=1}^n x_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่ม

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) ใช้สูตรดังนี้
(บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum x_i)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	x_i	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่ม

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังต่อไปนี้

2.1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ จุดประสงค์การเรียนรู้
	$\sum_{i=1}^N R_i$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.1.2 ค่าความยาก ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

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

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

2.1.3 ค่าอำนาจจำแนก ตามวิธีการของเบรนนัน (Brennan) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	n_1	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์
	n_2	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

2.1.4 ค่าความเชื่อมั่น ตามวิธีการของโลเวท (Lovett) ใช้สูตรดังนี้ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum_{i=1}^n x_i - \sum_{i=1}^n x_i^2}{(k-1) \sum_{i=1}^n (x_i - c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ

x_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

c แทน คะแนนจุดตัด

n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

2.2 หากคุณภาพของแบบทดสอบวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ดังต่อไปนี้

2.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum_{i=1}^N R_i$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2.2 ค่าความยาก

1. ค่าความยากข้อสอบแบบปรนัย ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2549)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนตอบถูก

N แทน จำนวนคนทั้งหมด

2. ค่าความยากข้อสอบอัตนัยตามวิธีการของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ใช้สูตรดังนี้ (สาคร แสงผิ้ง, 2546)

$$p = \frac{(S_H + S_L) - (N_T)(X_{\min})}{(N_T)(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
$X_{\max}$	แทน	คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็มของข้อสอบข้อนั้น ๆ)
$X_{\min}$	แทน	คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)
N_T	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.2.3 ค่าอำนาจจำแนก

1. ค่าอำนาจจำแนกข้อสอบปรนัย ตามวิธีการของเบรนนัน (Brennan) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	n_1	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์
	n_2	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

2. ค่าอำนาจจำแนกข้อสอบอัตนัย ตามวิธีการของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ใช้สูตรดังนี้ (สาคร แสงผิ้ง, 2546)

$$D = \frac{S_H - S_L}{(N_H)(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$	แทน	คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็มของข้อสอบข้อนั้น ๆ)
$X_{\min}$	แทน	คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้น ๆ)
N_H	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

2.2.4 ค่าความเชื่อมั่น ตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ในที่นี้คือค่าความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\sum_{i=1}^k S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2.3 หาคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจ ดังต่อไปนี้

2.3.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชี้วัด (Index of Consistency : IOC) ใช้สูตรดังนี้ (สมประสงค์ เสนารัตน์, 2556)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ พฤติกรรมชี้วัด
-------	-----	-----	---

$$\sum_{i=1}^N R_i \quad \text{แทน ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ}$$

$$N \quad \text{แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ}$$

2.3.2 ค่าอำนาจจำแนก โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item Total Correlation : r_{xy}) ใช้สูตรดังนี้ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551)

$$r_{xy} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

เมื่อ r_{xy} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม

n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

$\sum_{i=1}^n x_i$ แทน ผลรวมของคะแนนรายข้อของทุกคน

$\sum_{i=1}^n y_i$ แทน ผลรวมของคะแนนรวมทุกข้อ

$\sum_{i=1}^n x_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนรายข้อแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum_{i=1}^n y_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนรวมทุกข้อแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum_{i=1}^n x_i y_i$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมทุกข้อของทุกคน

2.3.3 ค่าความเชื่อมั่น ตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ในที่นี้คือค่าความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$$\sum_{i=1}^k S_i^2 \quad \text{แทน ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ}$$

$$S_i^2 \quad \text{แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม}$$

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

3.1 หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ใช้สูตรดังนี้ (อนวัติ คุณแก้ว, 2555)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้
	E_2	แทน ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	$\sum_{i=1}^n x_i$	แทน คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรม แบบฝึกทักษะและแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียนแต่ละชุด
	$\sum_{i=1}^n y_i$	แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
	n	แทน จำนวนนักเรียน
	A	แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบหลังเรียนของแบบฝึกทักษะทั้งหมด
	B	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

3.2 หาดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

4. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ โดยใช้ t - test (one sample) ดังนี้
(บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต ในการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยของเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น

ค่า Degrees of Freedom (df) เท่ากับ n-1

พูน ปณ จิต ชีวะ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

- 4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
- 4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
- 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
- S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
- E1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
- E2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
- E.I. แทน ดัชนีประสิทธิผล
- df แทน ชั้นแห่งความอิสระ (Degrees of Freedom)
- t แทน t- value

4.2 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์รูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดเชิงเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแผนยี่สิบ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแผนยี่สิบ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์รูปแบบแผนยี่สิบ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 ผลปรากฏดังตาราง

ตาราง 6 ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนระหว่างเรียน จากการประเมินใบกิจกรรม แบบฝึกหัดในชั้นเรียน และแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน กับคะแนนการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์รูปแบบแผนยี่สิบ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี

เลขที่	E ₁			รวม (100)	ทดสอบหลังเรียน (20) E ₂
	ใบกิจกรรม (30)	แบบฝึกหัด (30)	ทดสอบย่อย (40)		
1	25	24	32	81	13
2	24	25	33	82	12
3	24	24	32	80	15
4	25	24	33	82	14
5	26	26	34	86	11
6	27	28	35	90	16
7	28	28	36	92	18
8	28	29	38	95	19

เลขที่	E ₁			รวม (100)	ทดสอบหลัง เรียน (20) E ₂
	ใบกิจกรรม (30)	แบบฝึกหัด (30)	ทดสอบย่อย (40)		
9	28	29	39	96	20
10	28	27	37	92	19
11	28	28	37	93	18
รวม	291	292	386	969	175
$\bar{X}$	26.3	26.4	34.9	87.6	15.91
S.D.	1.69	2.02	2.47	6.02	3.11
ร้อยละ	87.67	88.00	87.25	87.60	79.55
ประสิทธิภาพแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เท่ากับ 87.60/79.55					

จากตาราง 4 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม มีคะแนนเฉลี่ยจากการประเมินใบกิจกรรม แบบฝึกหัดในชั้นเรียน และ แบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 87.60 แสดงว่าประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E₁) เท่ากับ 87.60 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.91 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.55 แสดงว่า ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E₂) เท่ากับ 79.55

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลปรากฏดังตาราง

ตาราง 7 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ประถมศึกษาปีที่ 6

การจัดการเรียนรู้	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน		ดัชนีประสิทธิผล E.I.
			ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	
Van hiele + GSP	11	20	71	188	0.7852

จากตาราง 8 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ แวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม มีค่าเท่ากับ 0.7852 หรือ คิดเป็นร้อยละ 78.52 แสดงว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีคะแนน เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.7852 หรือ คิดเป็นร้อยละ 78.52

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดเชิงเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปรากฏดังตาราง

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความคิดเชิงเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เลขที่	ความคิดเชิงเรขาคณิต													
	ก่อนเรียน							หลังเรียน						
	ระดับ บ1	ผ่าน เกณฑ์	ระดับ 2	ผ่าน เกณฑ์	ระดับ 3	ผ่าน เกณฑ์	รวม	ระดับ 1	ผ่าน เกณฑ์	ระดับ 2	ผ่าน เกณฑ์	ระดับ 3	ผ่าน เกณฑ์	รวม
1	2	×	1	×	0	×	3	4	✓	3	✓	2	×	9
2	2	×	1	×	0	×	3	3	✓	3	✓	2	×	8
3	2	×	1	×	0	×	3	5	✓	2	✓	2	×	9
4	3	×	1	×	2	×	6	4	✓	2	✓	4	✓	10
5	3	×	0	×	2	×	5	4	✓	2	✓	4	✓	10
6	2	×	1	×	2	×	5	4	✓	2	✓	4	✓	10
7	4	✓	1	×	2	×	7	5	✓	3	✓	4	✓	12
8	4	✓	2	✓	2	×	8	5	✓	3	✓	4	✓	12
9	4	✓	2	✓	2	×	8	5	✓	3	✓	4	✓	12
10	4	✓	2	✓	2	×	8	5	✓	3	✓	4	✓	12
11	4	✓	2	✓	2	×	8	5	✓	3	✓	4	✓	12
รวม		5		4		0			11		11		8	
ร้อยละ		45.45		36.36		0			100		100		72.73	

จากตารางที่ 7 ผลการวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนจากการทดสอบความคิดเชิงเรขาคณิตก่อนเรียน ระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น คะแนนเต็ม 5 คะแนน คะแนนที่ผ่านเกณฑ์คือ 4 คะแนน มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 5 คน คิดเป็นร้อยละ 45.45 ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตระดับที่ 2 การคิดวิเคราะห์หรือการพรรณนารูปลักษณะคะแนนเต็ม 3 คะแนน คะแนนที่ผ่านเกณฑ์คือ 2 คะแนน มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 36.36 และคะแนนเฉลี่ยระดับการคิดเชิงเรขาคณิตระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างเป็นทางการ คะแนนเต็ม 4 คะแนน คะแนนที่ผ่านเกณฑ์คือ 3 คะแนน มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 0 คน คิดเป็นร้อยละ 0 และจากการทดสอบความคิดเชิงเรขาคณิตหลังเรียน คะแนนระดับการคิดเชิงเรขาคณิตหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น คะแนนเต็ม 5 คะแนน คะแนนที่ผ่านเกณฑ์คือ 4 คะแนน มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 11 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตระดับที่ 2 การคิดวิเคราะห์หรือการพรรณนารูปลักษณะคะแนนเต็ม 3 คะแนน คะแนนที่ผ่านเกณฑ์คือ 2 คะแนน มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 11 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และคะแนนเฉลี่ยระดับการคิดเชิงเรขาคณิตระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างเป็นทางการ คะแนนเต็ม 4 คะแนน คะแนนที่ผ่านเกณฑ์คือ 3 คะแนน มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 8 คน คิดเป็นร้อยละ 72.73

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ปรากฏดังตาราง

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

แบบทดสอบ	การจัดการเรียนรู้แบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี					
	N	$\bar{X}$	S.D.	t^*	df	p-value
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	11	15.91	3.11	2.034	10	0.0345

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

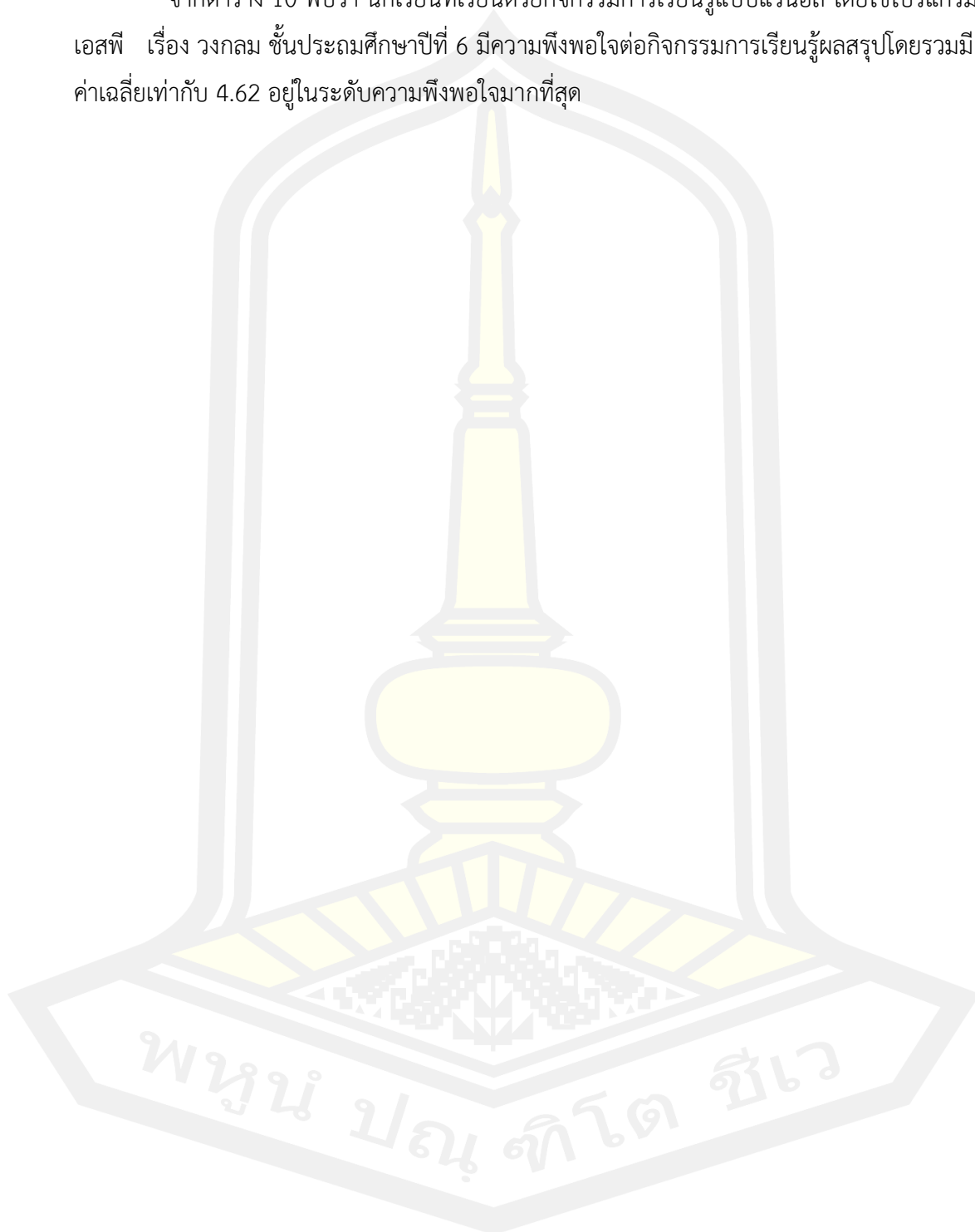
จากตาราง 9 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 15.91 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.55 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.11 จากการทดสอบด้วยสถิติ t-test for one sample ได้ค่า t เป็น 2.034 และ p-value = 0.0345 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปรากฏดังตาราง

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบ แวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อความ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์			
1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่น่าเบื่อ	4.55	0.52	มากที่สุด
2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	4.73	0.47	มากที่สุด
3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานของวิชาอื่นๆ	4.27	0.47	มาก
4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยให้พัฒนาตนเอง	4.82	0.40	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน			
5. นักเรียนร่วมทำกิจกรรมในการเรียนการสอนด้วยความสนุกสนาน	4.55	0.52	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนการสอนโดยโปรแกรมจีเอสพีทำให้นักเรียนมีความสุขและเพลิดเพลิน	4.36	0.50	มาก
7. กิจกรรมการเรียนการสอนโดยโปรแกรมจีเอสพีทำให้นักเรียนมีทักษะด้านความคิดเชิงเรขาคณิต	4.82	0.40	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนกระตือรือร้นในการหาคำตอบ	4.91	0.30	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน			
9. กิจกรรมช่วยให้นักเรียนพัฒนาตนเองด้านเทคโนโลยี	4.45	0.52	มาก
10. กิจกรรมทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น	4.64	0.50	มากที่สุด
11. ความเหมาะสมในระยะเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	4.55	0.52	มากที่สุด

จากตาราง 10 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ผลสรุปโดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้สรุปผลของการวิจัยหลังจากการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

- 5.1 สรุปผล
- 5.2 อภิปรายผล
- 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยเรื่องการพัฒนาการเรียนรู้นักเรียนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สรุปผลที่ได้ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 87.60/79.55
2. ดัชนีประสิทธิผล (E.I) ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลมชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เท่ากับ 0.7852 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 78.52
3. ความคิดเชิงเรขาคณิตก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้แบบแวนฮิลล์ มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ในระดับที่1 การรับรู้จากการมองเห็น มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 11 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตระดับที่ 2 การคิดวิเคราะห์หรือการพรรณารูปลักษณะ มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 11 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และคะแนนเฉลี่ยระดับการคิดเชิงเรขาคณิตระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างเป็นทางการ มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 8 คน คิดเป็นร้อยละ 72.73
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลมชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 79.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ 05

5. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\% = 4.62$ และ $S.D. = 0.47$)

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อภิปรายผลได้ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ $87.60/79.55$ ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีในการสอนเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมองเห็นภาพเรขาคณิตได้ชัดเจนขึ้น และการสอนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเข้ามาช่วยสอนนั้น ทำให้นักเรียนมีสมาธิในการเรียนรู้ รู้สึกสนุกสนาน และมีความสุขในการเรียนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ธิติยา เคนสร (2559) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการให้เหตุผลวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อ ผลการศึกษาพบว่า มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ $83.47/81.67$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ $70/70$ เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศราวุฒิ คล่องดี (2559) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบทเรียนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่องระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ $81.57/84.22$

2. ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เท่ากับ 0.7852 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 78.52 ทั้งนี้เป็นเพราะ กิจกรรมเหมาะสมกับเนื้อหา มีการบูรณาการเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้ฝึกลงมือทำด้วยตัวเอง ได้ความรู้และความเพลิดเพลิน วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการฝึกลงมือทำสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยุพิน พลเรือง (2557) ทำการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง ผลการศึกษาพบว่า ดัชนีประสิทธิผลประสิทธิผลของการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริงมีค่าเท่ากับ 0.7476 คิดเป็นร้อยละ 74.76 และดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เท่ากับ 0.6903 คิดเป็นร้อยละ 69.03 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศราวุฒิ คล่องดี (2559) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบทเรียน

โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าดัชนีประสิทธิผลของโปรแกรมบทเรียนที่พัฒนาขึ้น มีค่าเท่ากับ 0.7825 แสดงว่าโปรแกรมบทเรียนทำให้นักเรียนมีคะแนนในการเรียนเพิ่มขึ้น ร้อยละ 78.25 ที่เป็นเช่นนี้เพราะโปรแกรมบทเรียนได้คำนึงถึงหลักการสร้างให้โปรแกรมบทเรียนมีการเคลื่อนไหว ทำให้นักเรียนได้ทั้งความรู้และความเพลิดเพลิน

3. ความคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแวนฮีลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์มากกว่าก่อนเรียน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele อยู่ในระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น และระดับที่ 2 การวิเคราะห์ หรือการพรรณนารูปลักษณะสามารถพัฒนาไปอยู่ใน ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน ซึ่งสอดคล้องกับสุนันทา โสสีทา (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กล่าวว่า นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ได้ปฏิบัติงานร่วมกับผู้อื่น มีการสำรวจ มีการซักถาม มีความพยายามในการหาคำตอบ ทำให้นักเรียนได้ระลึกถึงความรู้ที่นักเรียนมีมาก่อน เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนเผชิญอยู่เพื่อเรียนรู้เรขาคณิตได้อย่างเข้าใจ นำไปใช้ได้ และให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele อยู่ในระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น และระดับที่ 2 การวิเคราะห์ หรือการพรรณนารูปลักษณะ สามารถพัฒนาไปสู่ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ กมลทิพย์ สมบัติธีระ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอน van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ และปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele อยู่ในระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น การวิเคราะห์และระดับที่ 2 หรือการพรรณนารูปลักษณะ สามารถพัฒนาไปอยู่ใน ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแวนฮีลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 79.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนรู้แบบฝึกลงมือทำด้วยตัวเอง ได้ความรู้และความเพลิดเพลิน เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองการคิดวิเคราะห์ และรู้จักการแก้ปัญหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนันทา โสสีทา (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The

Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 84.38 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 14 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ กำหนดให้นักเรียนมีจำนวนคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ กมลทิพย์ สมบัติธีระ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอน van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ และปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 76.87 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 21 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาพร งอยกุลจิต (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลจากการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้และเนื้อหาในบทเรียนที่จัดไว้ พบว่านักเรียนมีผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 85.09 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 89.66 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

5. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ เป็นรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การฝึกปฏิบัติ และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธิติยา เคนศรี (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการให้เหตุผลวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อ ผลการศึกษาพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรารุณี คล่องดี (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมบทเรียนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1.1 ครูผู้สอนต้องมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี และรู้เรื่องเกี่ยวกับโปรแกรมจีเอสพี

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ต้องจัดเตรียมสื่อและอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ให้เพียงพอตามจำนวนผู้เรียน สามารถยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสมตามสถานการณ์ แล้วทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือทำได้อย่างเต็มที่ ไม่จำกัดขอบข่ายความรู้ และสามารถนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์วิชาอื่น ๆ ได้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนแสดงความสามารถทางเรขาคณิตได้อย่างเต็มที่

2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ครูผู้สอนควรจำกัดการเข้าใช้อินเทอร์เน็ต เนื่องจากมีนักเรียนบางกลุ่มใช้อินเทอร์เน็ตในเวลาทำการเรียนการสอน

2.2 ควรนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยรูปแบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ไปใช้ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในชั้นเรียนต่าง ๆ โดยเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม

2.3 ควรนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยรูปแบบแวนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่น เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นในด้านอื่น ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน

พหุ ประถมศึกษา

บรรณานุกรม



กณภูมิ กาสิชา. (2550). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์เรื่องวงกลม โดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กมลทิพย์ สมบัติธีระ. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ *van hiele* โดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad* ช่วยในการเรียนรู้ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ และปริมาตรของ ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กรมวิชาการ. (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545. สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ.

กัณทิมา ทรายบุรี. (2556). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม โดยการจัดกิจกรรมซ่อมเสริมที่ใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad* เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กาญจนา ฉลาดสัน. (2550). การศึกษากระบวนการสร้างความคิดรวบยอดเชิงมโนภาพของนักเรียนเรื่อง วงกลมโดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เกื้อจิตต์ นิยมพิมพ์. (2550). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 1-2. คลังน่านวิทยา.

ฉันท ชาติทอง. (2552). การออกแบบการสอนแบบย้อนกลับ (*Backward Design*). เพชรเกษมการพิมพ์.

จิรภัทร แก้วคู่. (2547). หลักและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้. ศรีจันทร์ ออฟเซ็ท.

ฉัตรลดา ปุณณจันทร์. (2548). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่องเพลงไทย กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชนิสวรา ฉัตรแก้ว. (2549). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรขาคณิตและลำดับขั้นการคิดทาง

เรขาคณิตตามรูปแบบของแวนฮีลี โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. (2541). *แผนการจัดการเรียนรู้*. สุวีริยาสาส์น.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ พิมพ์ครั้งที่ 3. แด
เน็กซ์ อินเตอร์ คอร์ปอเรชั่น.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2546). *การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์*. มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.

ณัฐวุฒิ กิรุ่งเรือง. (2545). *ผู้เรียนเป็นสำคัญและการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ของครูมืออาชีพ*.
เขตโล่การพิมพ์.

ดนัย ช่างคง. (2551). *การสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยใช้ The Geometer's
Sketchpad* สร้างสื่อ. สสวท.

ดวงมาลา จาริขานนท์. (2551). *การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การอ่านเพื่อฝึกการคิด
วิเคราะห์ด้วยแบบฝึกทักษะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ถวัลย์ มาศจรัส, นิชนันท์ ประสงค์, อารักษ์ หนิมสุข. (2546). *นวัตกรรมการศึกษา ชุดการเขียน
แผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการ*. ธารอักษร.

ธิดิยา เณศร. (2559). *การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการให้เหตุผลวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง
ระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้โปรแกรมจีเอสพีเป็นสื่อ*. มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.

นวลศรี ชำนาญกิจ. (2550). *ผลการสอนโดยใช้ลำดับขั้นของแวนฮีลีที่มีต่อระดับการคิดทาง
เรขาคณิต ตามตัวแบบแวน ฮีลีและความสามารถในการพิสูจน์ทางเรขาคณิตของนักศึกษาครู
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ . วารสารวิชาการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*.

นิคม ชมพูหลง. (2545). *วิธีการและขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่นและการจัดทำหลักสูตร
สถานศึกษาตามหลักสูตรประถมศึกษาและหลักสูตรมัธยมศึกษา พุทธศักราช 2551* (ฉบับ

ปรับปรุง 2553) และหลักสูตรขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 . อภิชิตการพิมพ์.

นิตยา อุดมพล. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงรีโดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad*. . มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นिरชา ปักกะโต. (2553). การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ แบบยืดหยุ่นที่ก่อให้เกิดการพัฒนา การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องวงกลม โดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad* เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2550). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัยเล่ม 1. สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่: พิมพ์ครั้งที่ 8. สุวีริยาสาส์น.

บุญเสริม ยุพจันทร์. (2549). การพัฒนาความสามารถในการพิสูจน์เรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจัดกิจกรรมตามลำดับขั้นของแวนฮิลลี. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

เบญจพร สว่างศรี. (2543). การศึกษาผลการสอนเลขาคณิตด้วยลำดับขั้นการสอนของไดอนาแวนฮิลลี ที่มีต่อระดับการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สถาบันราชภัฏนครสวรรค์.

ประกาศิต อานุภาพแสนยากร. (2556). การจัดการเรียนรู้. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย ราชภัฏมหาสารคาม.

เพ็ญญ์ กิจระการ. (2544). การวิจัยและทฤษฎีเทคโนโลยีทางการศึกษา: พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เพ็ญญ์ กิจระการ, สมนึก ภัททิยธนี. (2545). ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I.). วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พนิดา กองเกตใหญ่. (2542). ระดับความคิดทางเรขาคณิตตามแบบแวนฮิลลีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดกาญจนบุรี. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

พรรณิ ลีกิจวัฒน์. (2556). การวิจัยทางการศึกษา: พิมพ์ครั้งที่ 8. คณะครุศาสตร์ อุดสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พัชระ งามชัด. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องบทประยุกต์ความพึงพอใจต่อ
การเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษา
ปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค STAD และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม
คู่มือครู. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2550). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา: พิมพ์ครั้งที่ 4. ศูนย์หนังสือ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เพลินพิศ ธรรมรัตน์. (2550). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้. . คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สกลนคร.

เมษา นวลศรี. (2556). การประเมินผลการเรียนรู้. ศูนย์เรียนรู้การผลิตและจัดการธุรกิจ สิ่งพิมพ์
ดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

ยุพิน พลเรือง. (2557). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง
ภาคตัดกรวยโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี (GSP) ที่เน้นการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์จริง.
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่น.

รุจิร ภู่อาระ. (2545). การเขียนแผนการเรียนรู้. บุ๊ค พอยท์.

ลักขณา ศรีวัฒน์. (2549). การคิด *Thinking*. โอเดียนสโตร์.

ลาวัลย์ พลกล้า. (2545). เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์. แสงจันทร์การพิมพ์.

วรรณวิภา สุทธิเกียรติ. (2542). การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็น
เครื่องมือ ในการเรียนรู้. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ค. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- วัชรสันต์ อินธิสาร. (2547). ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิต และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัฒนาพร กระจับทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง: พิมพ์ครั้งที่ 2. คอมพิวเตอร์กราฟฟิก.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). วิธีวิทยาการวิจัย. สุวีริยาสาส์น.
- วิภาพร งอยกุลจิต. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดของ *van Hiele* โดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad* เป็นเครื่องมือช่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิมล เหล่าเคน. (2552). ผลการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่องการสร้างคำตามหลักเกณฑ์ทางภาษาด้วย การจัดกิจกรรมตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2545). เอกสารประกอบการสอนวิชา 0505703 พัฒนาการเรียนการสอน. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2550). นวัตกรรมตามแนวคิดแบบ *Backward Design*. สำนักพิมพ์ช้างทอง.
- ศรารุณี คล่องดี. (2559). การพัฒนาโปรแกรมบทเรียนโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศุภวัตร ภูประเสริฐ. (2552). ผลการใ้บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม *GSP* ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงสาระเรขาคณิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน). (2562). คู่มือการจัดสอบทางการศึกษา ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (*O-NET*) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สถาบัน

ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน).

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. (2548). *คู่มืออ้างอิงซอฟต์แวร์เชิงสำรวจคณิตศาสตร์ เรขาคณิตพลวัต เวอร์ชัน 4.06*. สสวท.

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา*. สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมควร สีชมพู. (2549). *การศึกษาระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนตามโมเดลแวนฮิลี*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมนึก ภัททิยชนี. (2549). *การวัดผลทางการศึกษา: พิมพ์ครั้งที่ 5*. ประสานการพิมพ์.

สมบัติ กาญจนารักพงศ์. (2548). *เคล็ดลับวิธีคิดและวิธีสร้างนวัตกรรมสำหรับครูมืออาชีพ*. ชารอักษร.

สมประสงค์ เสนารัตน์. (2556). *การวิจัยทางการศึกษา*. อภิชาติการพิมพ์.

สาคร แสงผึ้ง. (2546). *การวิเคราะห์ข้อสอบแบบเลือกตอบโดยวิธี B-Index และการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์*. หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขต พื้นที่การศึกษา เชียงใหม่ เขต 1.

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2545). *ปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด*. โรงพิมพ์การศาสนา.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, ส. (2552). *ตัวชี้วัดและ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

- สิริณัฐ ประจิมทิส. (2553). การศึกษาความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่องจำนวนเต็มโดยใช้
สถานการณ์จริงและโปรแกรม *The Geometer's Sketchpad* เป็นเครื่องมือใน
การเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุคนธ์ สินธพานานท์ และคณะ. (2545). การจัดกระบวนการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตาม
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. อักษรเจริญทัศน์.
- สุจิรา มุสิกะ. (2542). ผลของการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้วิชา
คณิตศาสตร์ 4 ชั้นที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุก
ประการของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุตใจ ศรีจามร. (2542). การสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุนทรีย์ สาวงศ์นาม. (2550). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นตรง โดย
ใช้ *The Geometer's Sketchpad* เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้.
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุนันทา โสสีทา. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ *van Hiele*
โดยใช้โปรแกรม *The Geometer's Sketchpad* ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูป
สี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรัชย์ สีขำบัณฑิต. (2539). ศัพท์เทคโนโลยีทางการศึกษา *Educational Technology*
Vocabulary. ดวงกมล.
- สุลักษณ์ สุขแก้ว. (2549). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง บท
ประยุกต์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ *STAD*. มหาวิทยาลัยราช
ภัฏบุรีรัมย์.
- สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. (2551). การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด: พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาพ

พิมพ์.

อนนท์ ฤาชัยนาม. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิดของ *van Hiele* และโปรแกรม *The Geometer's Sketchpad* เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อนุวัติ คุณแก้ว. (2555). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ผู้ผลงานทางวิชาการเพื่อการเลื่อนวิทยฐานะ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อมรรัตน์ ใจไหว. (2551). การพัฒนาแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวการสอนของแวนฮีลี เพื่อส่งเสริมการคิดทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อรรถศาสน์ นิมิตรพันธ์. (2542). ผลของการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 4 ชั้น ที่มีต่อความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). หลักการสอน. โอเอสพริ้นติ้งเฮาส์.

Almeqdadi, F. (2000). *The effect of using Goometer's Sketchpad (GSP) on Jordanian.*

Crowley, M. . (1987). *The van Heile Model of the Development of Geometric Thought.*

Janet, S.M., Karen, H. B. (2001). And then there was Luke: the geomatric thinking of a young mathematician. *Teaching Children Mathematic*, 7(3), 432–439.

July, R. A. (2001). Thinking in Three Dimensions. In *Exploring Students' Geometry.*

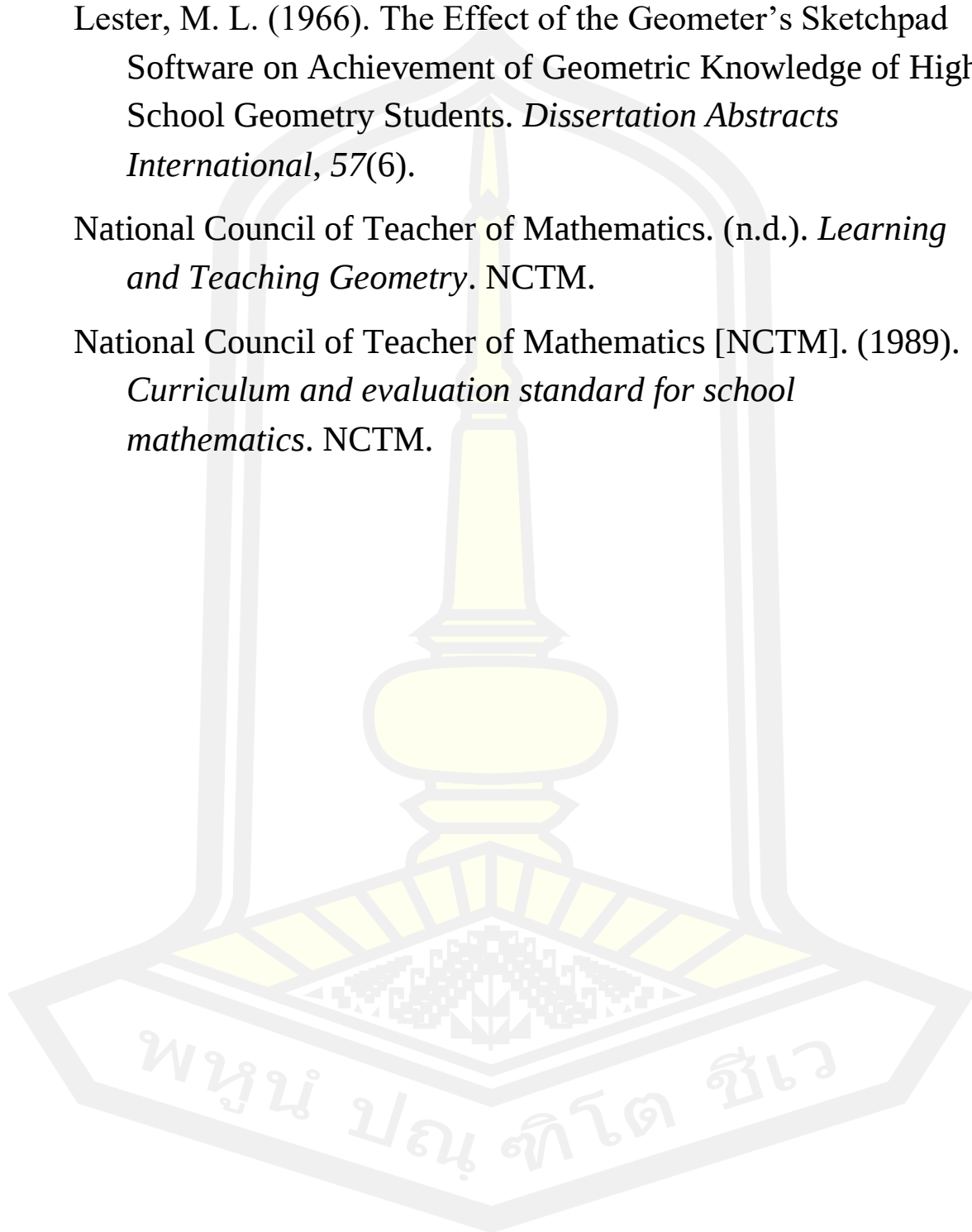
Kelly, F. S., McCain, T., Jukes, I. (2009). Teaching the digital generation. In *No more cookie cutter high schools.* Corwin

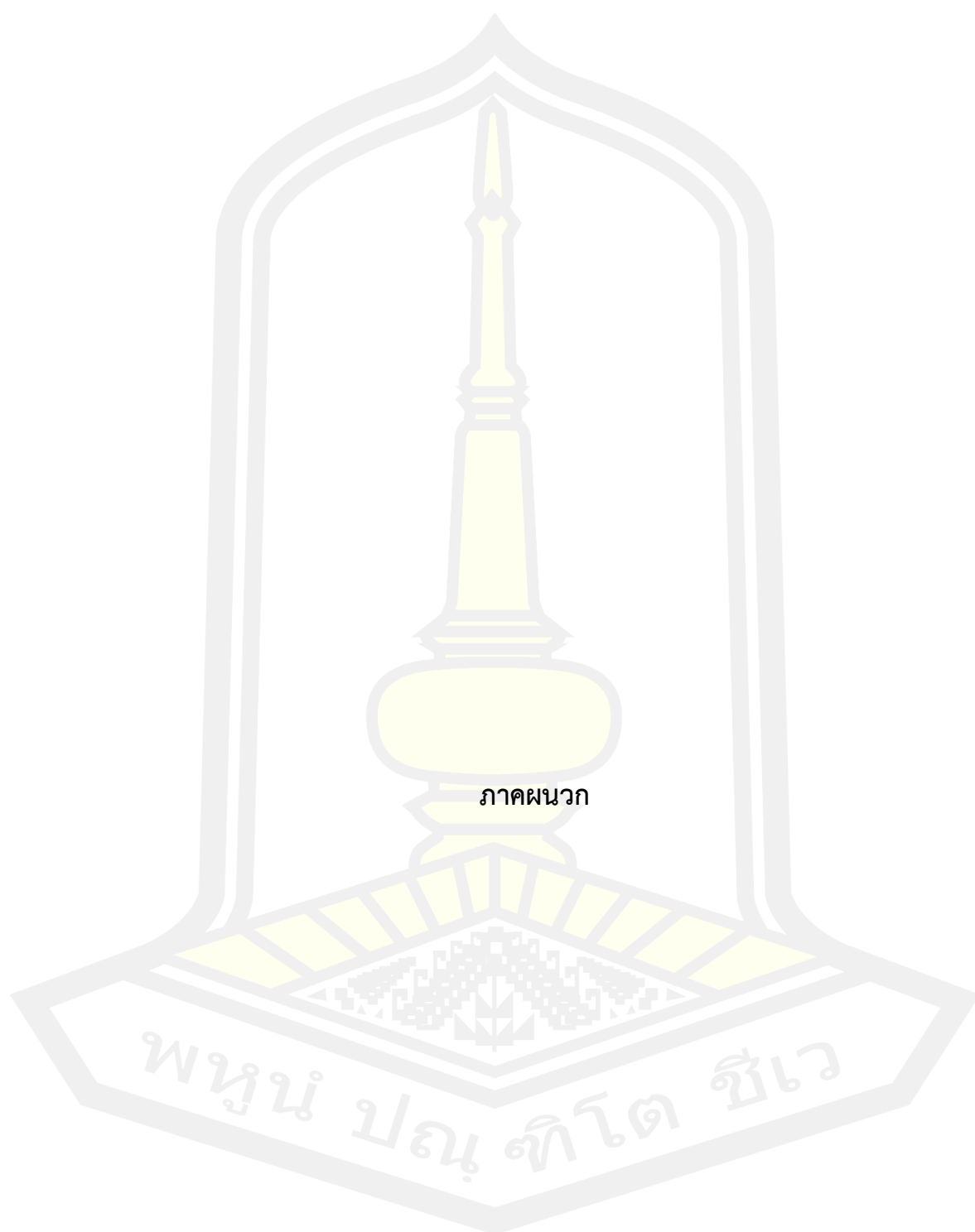
Press.

Lester, M. L. (1966). The Effect of the Geometer's Sketchpad Software on Achievement of Geometric Knowledge of High School Geometry Students. *Dissertation Abstracts International*, 57(6).

National Council of Teacher of Mathematics. (n.d.). *Learning and Teaching Geometry*. NCTM.

National Council of Teacher of Mathematics [NCTM]. (1989). *Curriculum and evaluation standard for school mathematics*. NCTM.









ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ๑๒๓

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเริญ อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้ผลิตเก็บข้อมูลในการทำวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านหนองแสน

ด้วยนายณัฐวุฒิ จิตราพิเนตร นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสที เรื่อง วงกลม” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการอนุญาตให้ผลิตได้เก็บข้อมูล ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑)/๑๒๘



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่ให้บันทึกเก็บข้อมูลในการทำวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านดู่หนองโกโนนสมบูรณ์

ด้วยนายณัฐวุฒิ จิตราพิเนตร นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จึงใคร่ขออนุญาตจากท่านในการอนุญาตให้บันทึกเก็บข้อมูล ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์โพโจจน์ ประมวล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๒๗



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์จันทร์เพ็ญ ภูโสภามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ด้วยนายณัฐวุฒิ จิตราพิเนตร นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ โทร.0-4375-4244 ภายใน 1102

ที่ อว 0605.4(2)/๕๖7

วันที่ 8 กรกฎาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ณี บุญขารี

ด้วยนายณัฐวุฒิ จิตราพิเนตร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลล์โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา โดยมี ผศ.มะลิวัลย์ ภัทรชาลิกุล เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มะลิวัลย์ ภัทรชาลิกุล)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๒๓๗



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางอรุณรัตน์ ทรงมีสิงห์สกุล โรงเรียนพยุหะภูมิวิทยาคาร

ด้วยนายณัฐวุฒิ จิตราพิเนตร นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ภูนาพรรณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘



ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๒๓

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๘ มกราคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นายเรืองศักดิ์ มัททวิวงศ์ โรงเรียนวาปีปทุม

ด้วยนายณัฐวุฒิ จิตราพิเนตร นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤณาพรณ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว 0605.4(2)/334



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

8 กรกฎาคม 2564

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านสนาม (ผู้อำนวยการพลวัต วัฒนบุตร)

ด้วยนายณัฐภูมิ จิตราพิเนตร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบแวนฮิลโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา โดยมี ผศ.มะลิวัลย์ ภักธชาลีกุล เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่นิสิตจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาควิชาคณิตศาสตร์
โทร./ โทรสาร 0-4375-4244





แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564
 หน่วยการเรียนรู้ที่.... เรื่อง วงกลม เวลา 2 ชั่วโมง
 เรื่อง การสร้างรูปวงกลม
 ผู้สอน นายณัฐวุฒิ จิตราพิเนตร
 โรงเรียนบ้านหนองผือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามหาสารคาม เขต 2

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค ๒.๒ เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์
 ระหว่าง

รูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

สร้างรูปวงกลม พร้อมระบุเส้นรอบวง จุดศูนย์กลาง รัศมี เส้นผ่านศูนย์กลาง คอร์ด

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนเกิด

ทักษะการสื่อสารและสร้างสัมพันธ์ภาพ

2.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) : นักเรียนมี

1. วินัย
2. มุ่งมั่นในการทำงาน
3. มีจิตสาธารณะ
4. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

3. สาระสำคัญ

สร้างวงกลมจากส่วนของเส้นตรง

4. สารการเรียนรู้

- การสร้างรูปวงกลม

5. ชิ้นงานหรือภาระงาน

ใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ให้นักเรียนสร้างรูปวงกลมจากความยาวที่
แบบฝึกหัด ที่ 1.3 สร้างรูปตามข้อกำหนด

6. กิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง โดยใช้วิธีสอนตามแนวคิดของ Van Hiele และใช้โปรแกรม GSP ช่วยในการเรียนรู้
เวลา 1 ชั่วโมง

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (5 นาที)

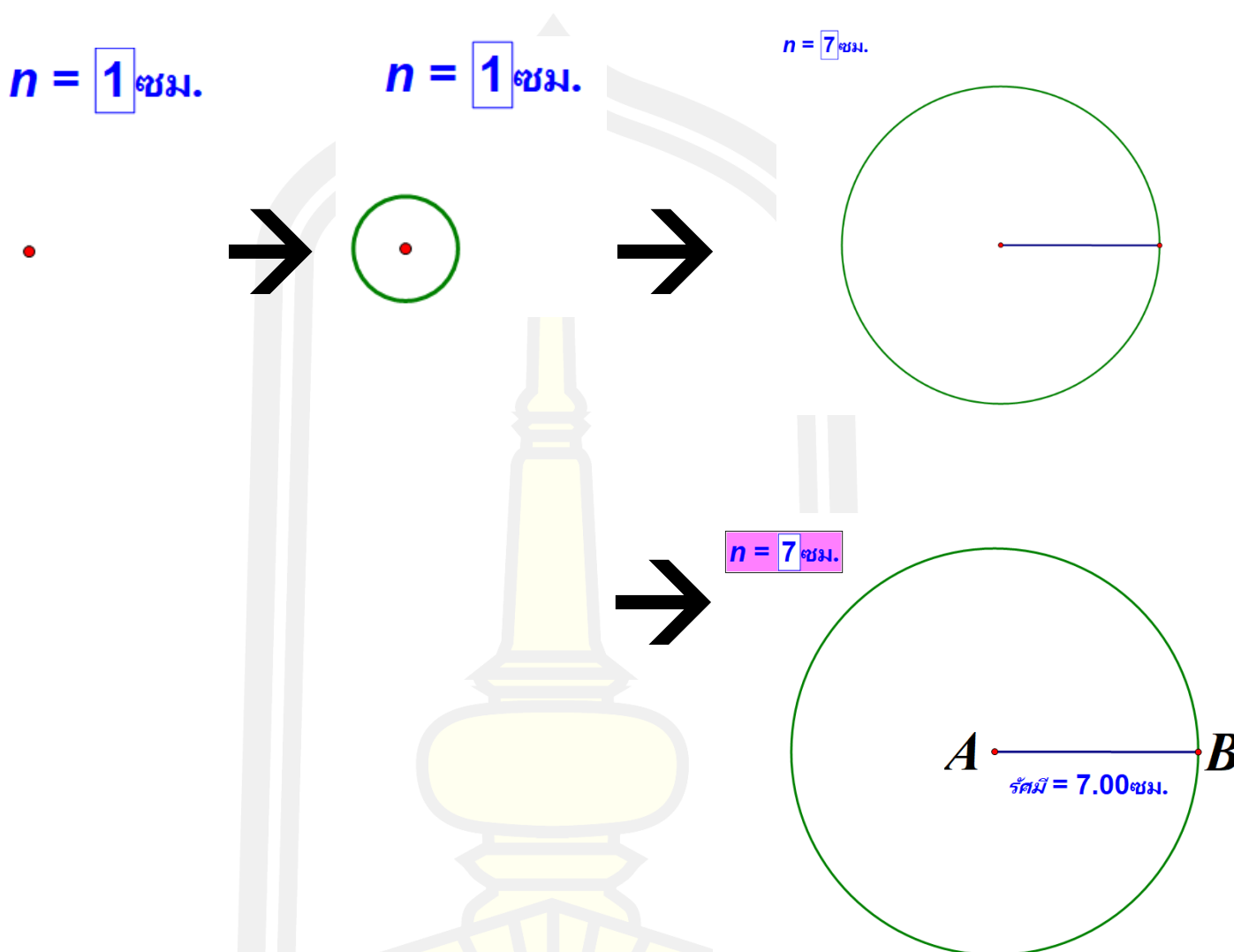
ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่จะสอน และยกตัวอย่างเกี่ยวกับวงกลมใน
ชีวิตประจำวัน โดยครูจะยกตัวอย่างก่อน 3 – 5 ตัวอย่าง และให้นักเรียนยกตัวอย่างวงกลมใน
ชีวิตประจำวันขึ้นมาคนละ 2 ตัวอย่าง

6.2 ขั้นสอน

ขั้นที่ 1 ขั้นรับรู้ข้อมูล (Information หรือ Inquiry) (15 นาที)

ครูทบทวนความรู้จากคาบที่แล้ว ที่คุณครูพานักเรียนหาความยาวของเส้นผ่าน
ศูนย์กลางและรัศมีจากตัวอย่าง คือตัวอย่างที่มีขนาดเล็กกว่าล้อจักรยาน เพื่อง่ายต่อการวัดให้นักเรียน
ดู เช่น ห่วงยา เหยียดบาท ฝาขวดน้ำ เป็นต้น ซึ่งมีการวัดจากจุดศูนย์กลางไปยังเส้นรอบรูป จากนั้น
ใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวจากจุดศูนย์กลางไปยังเส้นรอบวง จากนั้นบอกนักเรียนว่าสิ่งที่หาได้นั้นคือ
รัศมี

ขั้นที่ 2 ขั้นการแนะแนวสิ่งใหม่ (Directed orientation) (40 นาที)



จากภาพให้ครูพนักเรียนดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

รูปที่ 1 สร้างจุดขึ้นมา 1 จุด

ขั้นที่ 2 จากนั้นให้กดที่ ตัวเลข $\rightarrow$ พารามิเตอร์ใหม่ $\rightarrow$ กดเลือก ซม. เพื่อให้

หน่วยเป็นเซนติเมตร กำหนดค่าชื่อ และค่าความยาวดังรูปที่ 2

รูปที่ 3 คลิกจุดศูนย์กลางและพารามิเตอร์ที่สร้าง จากนั้นกดที่สร้าง $\rightarrow$ เลือก

วงกลมที่สร้างจากจุดศูนย์กลางและรัศมี

รูปที่ 4 คลิกที่รัศมี $\rightarrow$ วัด $\rightarrow$ ความยาว

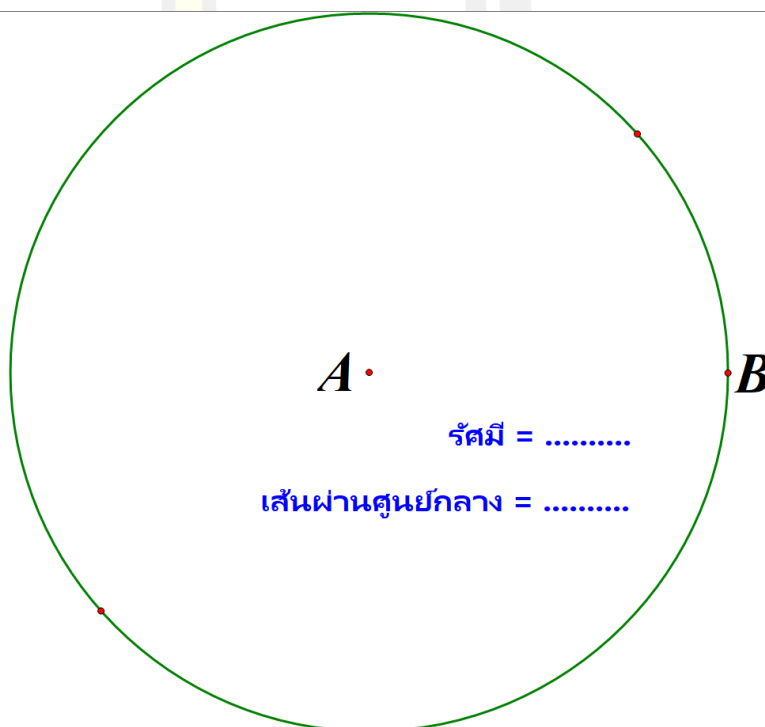
ครูสร้างรูปวงกลมที่สร้างได้ให้นักเรียนฟังว่า วงกลมที่สร้างได้มีชื่อว่าวงกลม A มีส่วนของเส้นตรง AB ยาว 7 เซนติเมตร หรือ รัศมี คือ 7 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางมีความยาวเป็น 2 เท่าของรัศมี มีความยาว 14 เซนติเมตร

หลังจากนั้นครูแจกใบกิจกรรมที่ 1.3 ให้นักเรียนสร้างรูปวงกลมจากความยาวที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (Explication) (20 นาที)

ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมการสร้างรูปวงกลมที่ครูแจกให้ พร้อมตอบคำถาม

$n = 12$ ซม.



จากภาพ ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

1. ชื่อของวงกลมนี้ชื่อว่าอะไร
2. รัศมีที่สร้างได้มีความยาวเท่าไร
3. เส้นผ่านศูนย์กลางที่สร้างได้มีความยาวเท่าไร

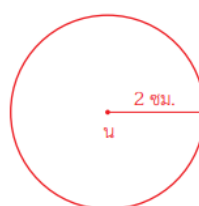
ขั้นที่ 4 ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างมีอิสระ (Free orientation) (20 นาที)

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ที่ 8.3 ในหนังสือแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ สสวท. ป.6 เล่ม 2 บอกชื่อวงกลม จุดศูนย์กลาง เส้นผ่านศูนย์กลาง และรัศมี โดยให้นักเรียนสร้างรูปวงกลมให้ถูกต้อง

แบบฝึกหัด 8.3

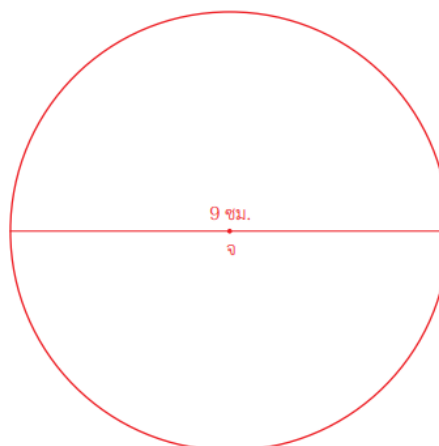
1 สร้างรูปตามข้อกำหนด

- 1) วงกลม n ที่มีรัศมียาว 2 เซนติเมตร



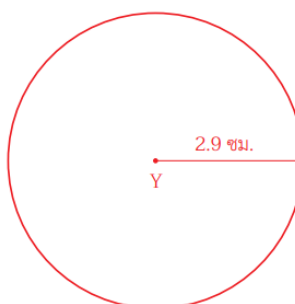
- 2) วงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 9 เซนติเมตร พร้อมกำหนดชื่อวงกลม

ตัวอย่าง



3) วงกลมที่มีรัศมียาว 2.9 เซนติเมตร พร้อมกำหนดชื่อวงกลม

ตัวอย่าง



ขั้นที่ 5 ขั้นบูรณาการ (Integration) (15 นาที)

1. ครูนำกระดาษมา 1 แผ่น จากนั้นให้นักเรียนเจาะรูตรงกลางของกระดาษ และให้นักเรียนใช้ไม้บรรทัดวัดตัดออกไปจากรูที่เจาะ 7 เซนติเมตร จากนั้นครูเจาะรูอีก 1 รู ตรงปลายไม้บรรทัดที่วัดได้จากจุดศูนย์กลางออกไป 7 เซนติเมตร จากนั้นให้นักเรียนใช้ปากกา 2 ด้าม ด้ามที่ 1 ปักไว้ตรงจุดศูนย์กลาง ปากกาอีก 1 ด้าม ปักไว้อีกรูหนึ่งที่เจาะไว้ จากนั้นให้ใช้จุดศูนย์กลางเป็นจุดศูนย์กลางของการหมุน ให้ลากปากกาที่เจาะไว้ที่ไม่ใช่จุดศูนย์กลาง ลากอ้อมจุดศูนย์กลาง เมื่อครบ 1 รอบ ให้นำกระดาษและปากกาออก

2. รูปที่ได้คือรูวงกลมที่มีรัศมีขนาด 7 เซนติเมตร

ขั้นสรุป (5 นาที)

1. ครูสรุปเกี่ยวกับการสร้างวงกลม โดยเปิดโปรแกรม GSP ประกอบการสรุปเกี่ยวกับการสร้างรูปวงกลม สรุปได้ว่า การสร้างวงกลมนั้น จะต้องมีจุดศูนย์กลางและรัศมีในการสร้างรูปวงกลม
2. ครูแนะนำให้นักเรียนไปทบทวน การสร้างวงกลม และไปศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการหาความยาวรอบรูปของวงกลมมาล่วงหน้าในหนังสือเรียน และทำการสืบค้นที่ห้องสมุด หรือ อินเทอร์เน็ต

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- 7.1 ใบกิจกรรมที่ 1.3 ให้นักเรียนสร้างรูปวงกลมจากความยาวที่กำหนดให้
- 7.2 แบบฝึกหัด ที่ 8.3 สร้างรูปตามข้อกำหนด ในหนังสือแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ เล่ม 2
- 7.3 ไฟล์กิจกรรมที่ 1.3 สร้างรูปวงกลมจากความยาวที่กำหนดให้ .gsp
- 7.4 หน้าต่างโปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ประกอบการอธิบาย

8. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ - สร้างรูปร่างวงกลม พร้อมระบุเส้นรอบวง จุดศูนย์กลาง รัศมี เส้นผ่านศูนย์กลาง คอร์ด	ประเมินความรู้จาก ใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของวงกลม และ แบบฝึกหัดที่ 1.3	- ใบกิจกรรมที่ 1.3 ให้นักเรียนสร้างรูป วงกลมจากความยาว ที่กำหนดให้ - แบบฝึกหัดที่ 1.3	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ด้านทักษะ/ กระบวนการ - ทักษะการสื่อสาร และสร้าง สัมพันธภาพ	ประเมินทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	แบบประเมินทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ 1. วินัย 2. มุ่งมั่นในการทำงาน 3. มีจิตสาธารณะ 4. มีเจตคติที่ดีต่อ วิชาคณิตศาสตร์	- สังเกตพฤติกรรม - ตั้งใจเรียน - ให้ความร่วมมือใน การทำงาน	- แบบสังเกต พฤติกรรม - การมีส่วนร่วมใน การทำงาน	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

9. ข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็นของผู้บริหาร

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน

2.1 ขั้นการรับข้อมูล

.....

.....

.....

2.2 ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่

.....

.....

.....

2.3 ขั้นอธิบาย

.....

.....

.....

2.4 ขั้นกำหนดทิศทางอย่างมีอิสระ

.....

.....

.....

2.5 ^๕ขั้นบูรณาการ

ขั้นที่ 3 ^๕ขั้นสรุป

ปัญหาและอุปสรรค

แนวทางการแก้ไข

พหุ ม ประ โท ชี เว

ใบกิจกรรมที่ 1.3 “ให้นักเรียนสร้างรูปวงกลมจากความยาวที่กำหนดให้”

ชื่อ.....ชั้น.....

.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1.3 “ให้นักเรียนสร้างรูปวงกลมจากความยาวที่กำหนดให้ โดยใช้โปรแกรมจีโอสปีพร้อมทำลูกศรชี้รัศมีและเส้นผ่านศูนย์กลาง”

$n = 5$ ซม.

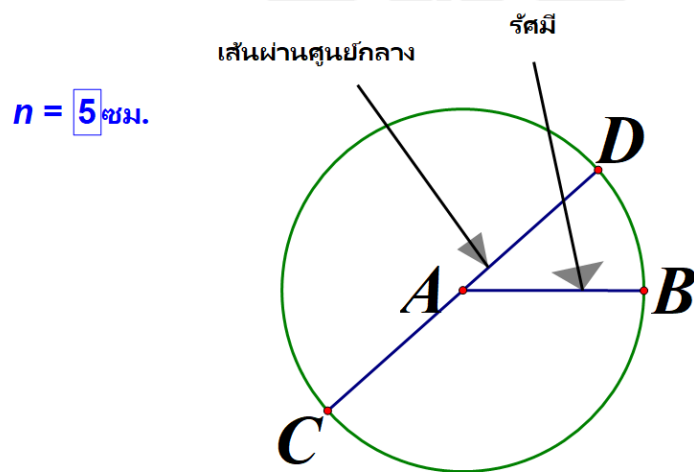
$A \cdot$

รัศมีมีความยาว =

เส้นผ่านศูนย์กลางมีความยาว =



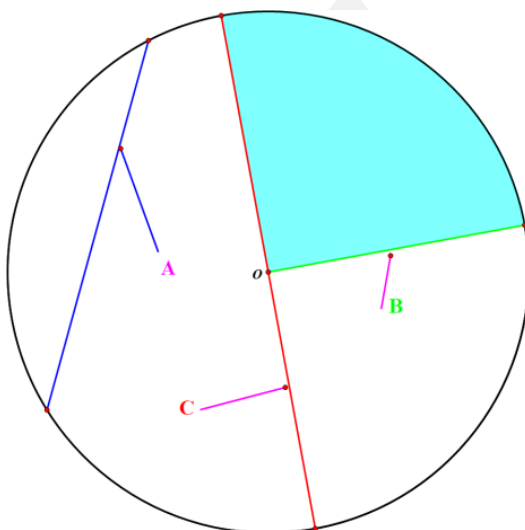
เฉลย ใบกิจกรรมที่ 1.3 “ให้นักเรียนสร้างรูปวงกลมจากความยาวที่กำหนดให้”



รัศมีมีความยาว = 5 เซนติเมตร

เส้นผ่านศูนย์กลางมีความยาว = 10 เซนติเมตร

ข้อสอบท้ายบทเรียน



1. จากภาพข้อใดต่อไปนี้เป็น B และ C ตามลำดับ

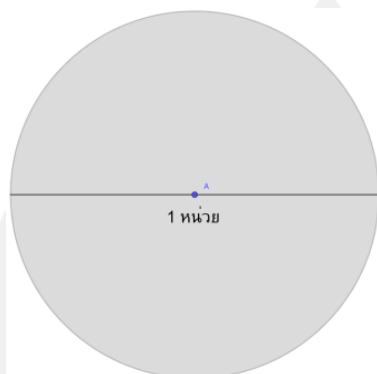
- ก. เส้นผ่านศูนย์กลาง รัศมี
- ข. เส้นผ่านศูนย์กลาง คอร์ด
- ค. คอร์ด รัศมี
- ง. รัศมี เส้นผ่านศูนย์กลาง

2.. ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง

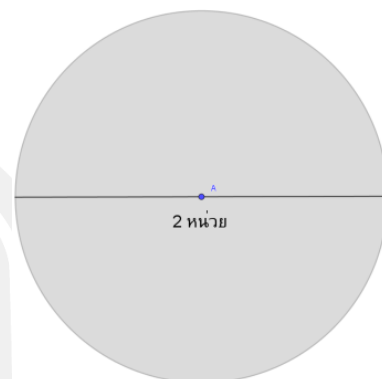
- ก. วงกลมที่มี รัศมี 7 เซนติเมตร จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร
- ข. วงกลมที่มี รัศมี 8 เซนติเมตร จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.9 เซนติเมตร
- ค. วงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 44 เซนติเมตร จะมี รัศมี 22 เซนติเมตร
- ง. วงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร จะมี รัศมี 14 เซนติเมตร

3. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นวงกลมที่มีรัศมี 2 หน่วย

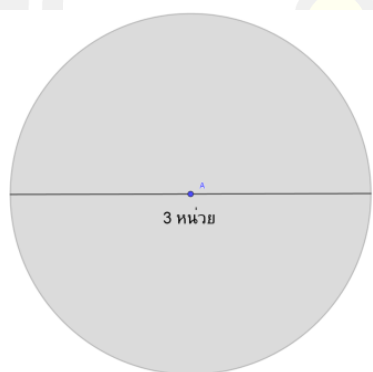
ก.



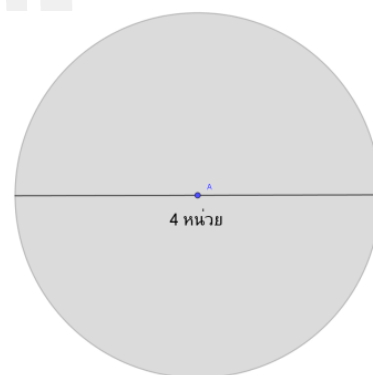
ข.



ค.



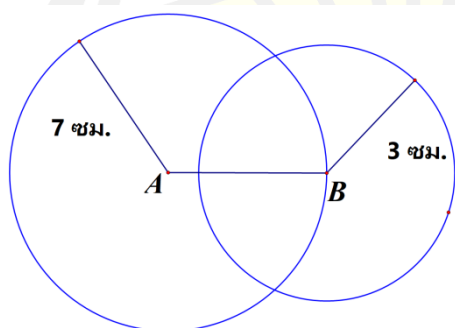
ง.



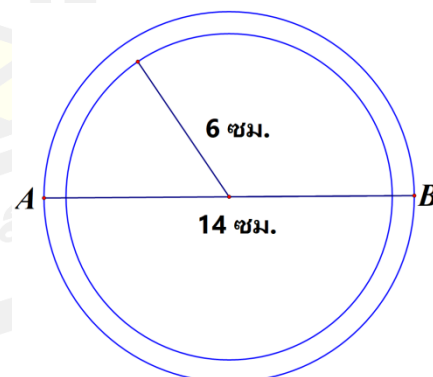
4. ข้อใดคือรูปต่อไปนี้

กำหนดให้ $\overline{AB}$ ยาว 7 เซนติเมตร สร้างวงกลม 2 วง ให้มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน โดยวงกลมวงหนึ่งมี $\overline{AB}$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง อีกวงหนึ่งมีรัศมียาว 3 เซนติเมตร

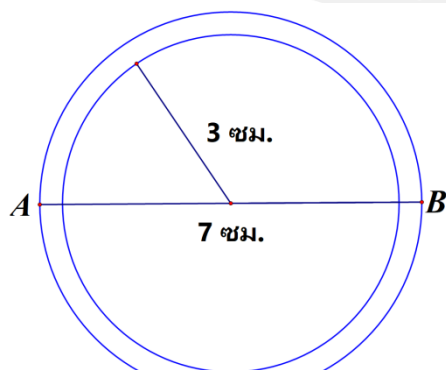
ก.



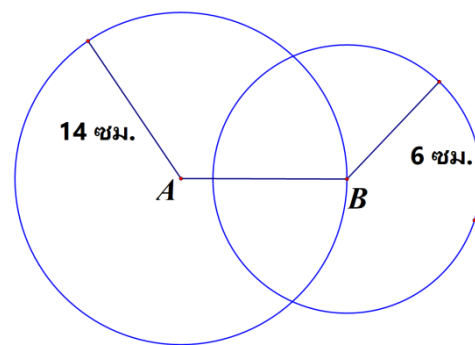
ข.



ค.



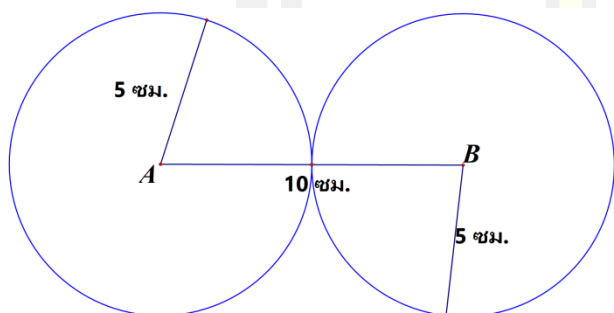
ง.



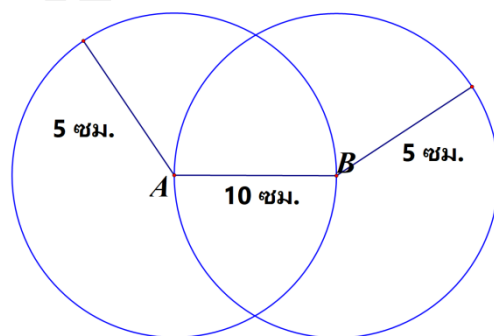
5. ข้อใดคือรูปต่อไปนี้

กำหนดให้ $\overline{AB}$ ยาว 5 เซนติเมตร สร้างวงกลม O ให้มีรัศมี 10 เซนติเมตร และ วงกลม P ให้มีรัศมี ยาว 5 เซนติเมตร

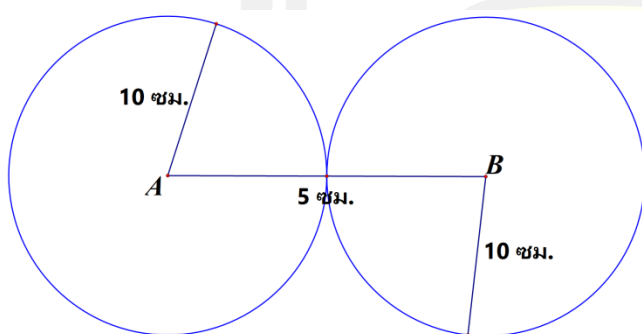
ก.



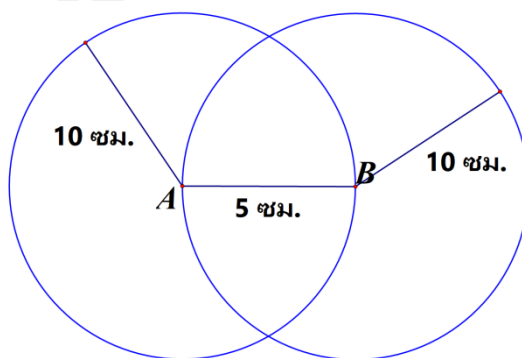
ข.



ค. .



ง.





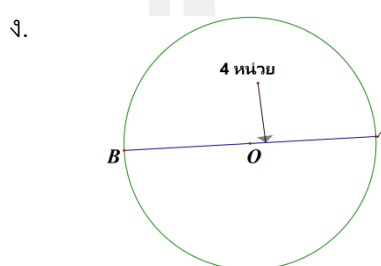
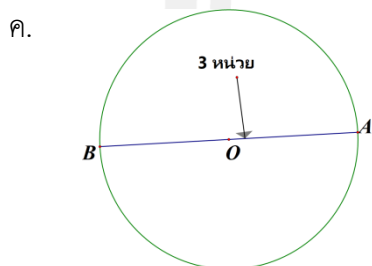
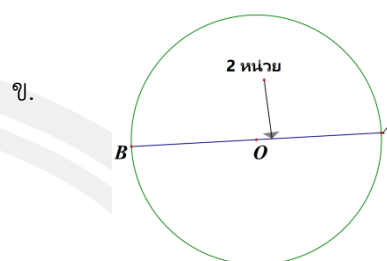
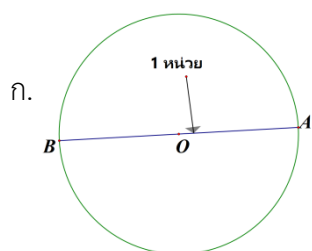
ภาคผนวก ค

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

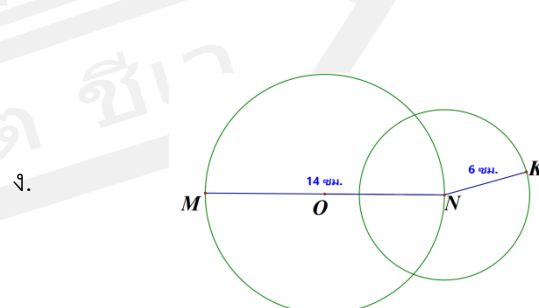
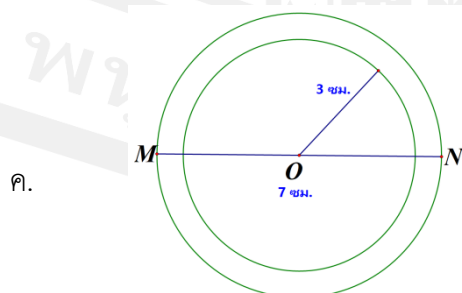
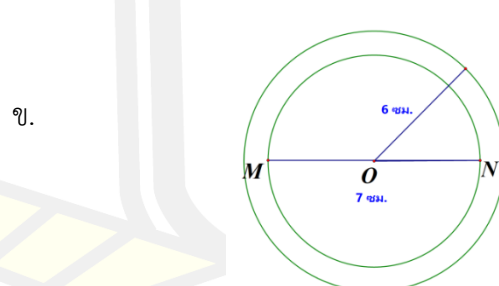
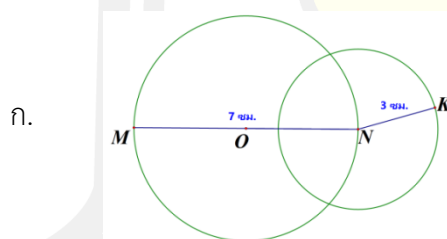
- แบบวัดความคิดเชิงเรขาคณิต

พหุ ประถมศึกษา

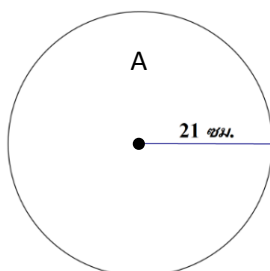
2. ข้อใดต่อไปนี้ เป็นวงกลมที่มีรัศมี 1 หน่วย



3. กำหนดให้ $\overline{MN}$ ยาว 7 เซนติเมตร สร้างวงกลม 2 วง ให้มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน โดยวงกลมวงหนึ่งมี $\overline{MN}$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง อีกวงหนึ่งมีรัศมียาว 3 เซนติเมตร แล้วข้อใดคือรูปดังกล่าว

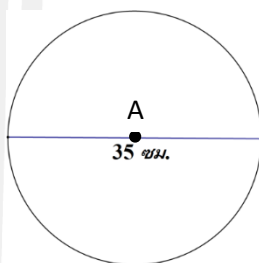


4. จากรูป จงหาความยาวรอบวงของวงกลม A (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)



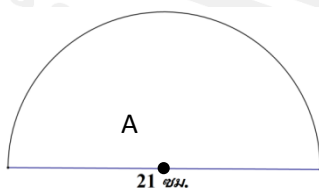
- ก. 44 เซนติเมตร ข. 88 เซนติเมตร
ค. 132 เซนติเมตร ง. 154 เซนติเมตร

5. จากรูป จงหาความยาวรอบวงของวงกลม A (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)



- ก. 55 เซนติเมตร ข. 110 เซนติเมตร
ค. 220 เซนติเมตร ง. 175 เซนติเมตร

6. จากรูป จงหาความยาวรอบวงของครึ่งวงกลม A (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)



- ก. 33 เซนติเมตร ข. 66 เซนติเมตร
ค. 132 เซนติเมตร ง. 154 เซนติเมตร

7. อดอมต้องการติดเชือกตามขอบกระดาดสี่เหลี่ยมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 42 เซนติเมตร

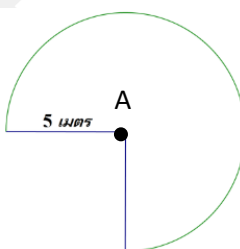
อดอมต้องใช้เชือกยาวอย่างน้อยเท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)

- ก. 33 เซนติเมตร ข. 66 เซนติเมตร
ค. 132 เซนติเมตร ง. 154 เซนติเมตร

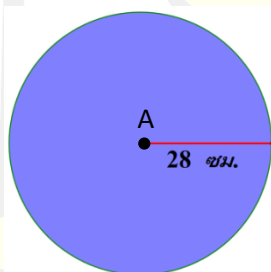
8. สวนหย่อมบริเวณมุขมีลักษณะดังรูป ถ้าเปรมต้องการปลูกผัก ตามแนวขอบของสวนหย่อม

โดยรอบ เปรมจะต้องปลูกผักเป็นระยะทางเท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)

- ก. 165 เมตร ข. 170 เมตร
ค. 330 เมตร ง. 335 เมตร



9. จากรูป จงหาพื้นที่แรเงาของวงกลม (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)



- ก. 88 ตร.ซม. ข. 176 ตร.ซม.
ค. 616 ตร.ซม. ง. 2,464 ตร.ซม.

10. วงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 112 เซนติเมตร มีพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)

ก. 352 ตร.ซม.

ข. 704 ตร.ซม.

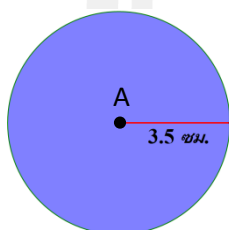
ค. 9,856 ตร.ซม.

ง. 137,984 ตร.ซม.

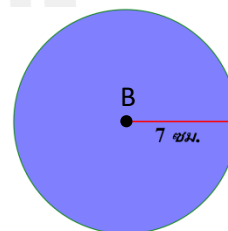
11. ข้อใดต่อไปนี้มีพื้นที่เท่ากับ 38.5 ตารางเซนติเมตร

(ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)

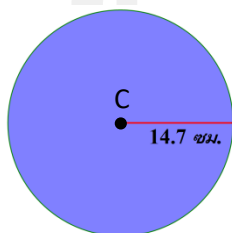
ก.



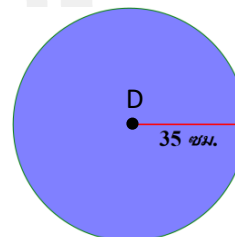
ข.



ค.



ง.



12. แปลงปลุกดอกไม้มີลักษณะเป็นวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 70 เมตร แปลงปลุกดอกไม้นี้มีพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)

ก. 220 ตร.ม.

ข. 3,850 ตร.ม.

ค. 7,900 ตร.ม.

ง. 15,400 ตร.ม.

13. โต๊ะกลมตัวหนึ่งมีรัศมียาว 21 เซนติเมตร พื้นที่โต๊ะมีพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)

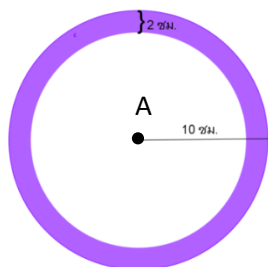
ก. 346.5 ตร.ม.

ข. 924 ตร.ม.

ค. 1,286 ตร.ม.

ง. 1,386 ตร.ม.

14. กรอบรูปมีลักษณะเป็นวงกลมทำด้วยไม้ มีขนาดดังรูป ส่วนที่เป็นกรอบไม้มีพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)



ก. 50.24 ตร.ม. ข. 138.29 ตร.ม.

ค. 200.96 ตร.ม. ง. 314 ตร.ม.

15. ครูเฟิร์สประดิษฐ์ชิ้นงาน มีลักษณะชิ้นงานเป็นครึ่งวงกลม มีรัศมียาว 20 เซนติเมตร ถ้าต้องการทาสีบนชิ้นงานทั้งสองด้าน จะต้องทาสีเป็นพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)

ก. 628 ตร.ซม. ข. 800 ตร.ซม.

ค. 1,256 ตร.ซม. ง. 2,512 ตร.ซม.

16. ห่วงยางชูชีพอันหนึ่งเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 50 เซนติเมตร มีรูสำหรับร้อยเชือก 4 รู ที่มีระยะห่างเท่า ๆ กัน ระยะระหว่างรู 2 รูที่อยู่ติดกันเป็นเท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)

ก. 39.25 เซนติเมตร ข. 78.50 เซนติเมตร

ค. 117.75 เซนติเมตร ง. 157 เซนติเมตร



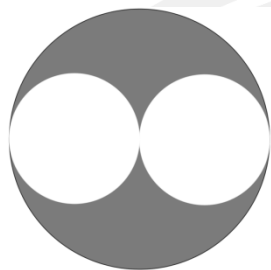
17. ครูเฟิร์สนำผ้าที่มีลักษณะเป็นวงกลม รัศมียาว 49 เซนติเมตร มาคลุมโต๊ะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีความยาวด้านละ 80 เซนติเมตร ผ้าส่วนที่ห้อยลงมาคิดเป็นพื้นที่เท่าใด

(ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)

ก. 308 ตร.ซม. ข. 1,146 ตร.ซม.

ค. 6,092 ตร.ซม. ง. 6,400 ตร.ซม.

18. อะตอมมีแผ่นไม้ลักษณะเป็นวงกลมขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 400 เซนติเมตร เจาะแผ่นไม้นี้เป็นวงกลมขนาดเล็ก 2 วง เท่ากัน ดังรูป หลังจากแผ่นไม้ถูกเจาะแล้วจะเหลือพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = 3.14$)



ก. 62,800 ตร.ซม. ข. 125,600 ตร.ซม.

ค. 251,200 ตร.ซม. ง. 400,000 ตร.ซม.

19. ถ้าวางกลมนี้มีพื้นที่ 12.56 ตารางเมตร เส้นรอบวงจะยาวเท่าใด (ให้ $\pi = 3.14$)

ก. 3.14 เมตร ข. 6.28 เมตร

ค. 12.56 เมตร ง. 25.12 เมตร

20. วงล้อที่มีความยาวรอบวง 263.76 เซนติเมตร แบ่งพื้นที่ของวงล้อออกเป็น 8 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละส่วนมีพื้นที่เท่าใด

(ให้ $\pi = 3.14$)

ก. 32.97 ตร.ซม. ข. 346.5 ตร.ซม.

ค. 693 ตร.ซม. ง. 1,386 ตร.ซม.

พหุ ประถมศึกษา

แบบทดสอบวัดความคิดเชิงเรขาคณิต

วิชา คณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คะแนนเต็ม 12 คะแนน

เวลา 30 นาที

ข้อสอบชุดที่ 1 ข้อที่ 1-5 ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย (X) ทับตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเดียว (ข้อละ 1 คะแนน)

1. รูปในข้อใดเป็นรูปวงกลม

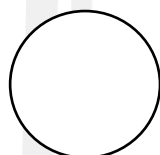
ก.



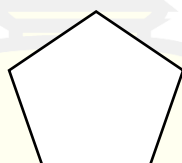
ข.



ค.



ง.



2. ข้อใดเป็นรูปเรขาคณิต 2 มิติรูปวงกลม

ก.



ข.



ค.



ง.



3. รูปในข้อใดเป็นรูปเรขาคณิต 2 มิติ

ก.

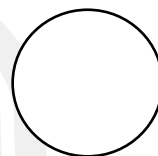
ข.



ข.



ง.

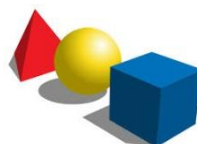


4. ข้อใดต่อไปนี้มีรูปเรขาคณิต 2 มิติที่เป็นรูปวงกลม

ก.



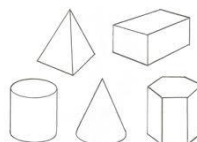
ข.



ค.

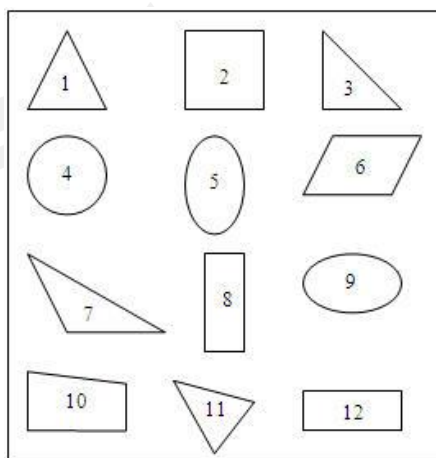


ง.



พหุบัน ปณ จิต ชีเว

5. จากรูปหมายเลขใดที่เป็นรูปวงกลม

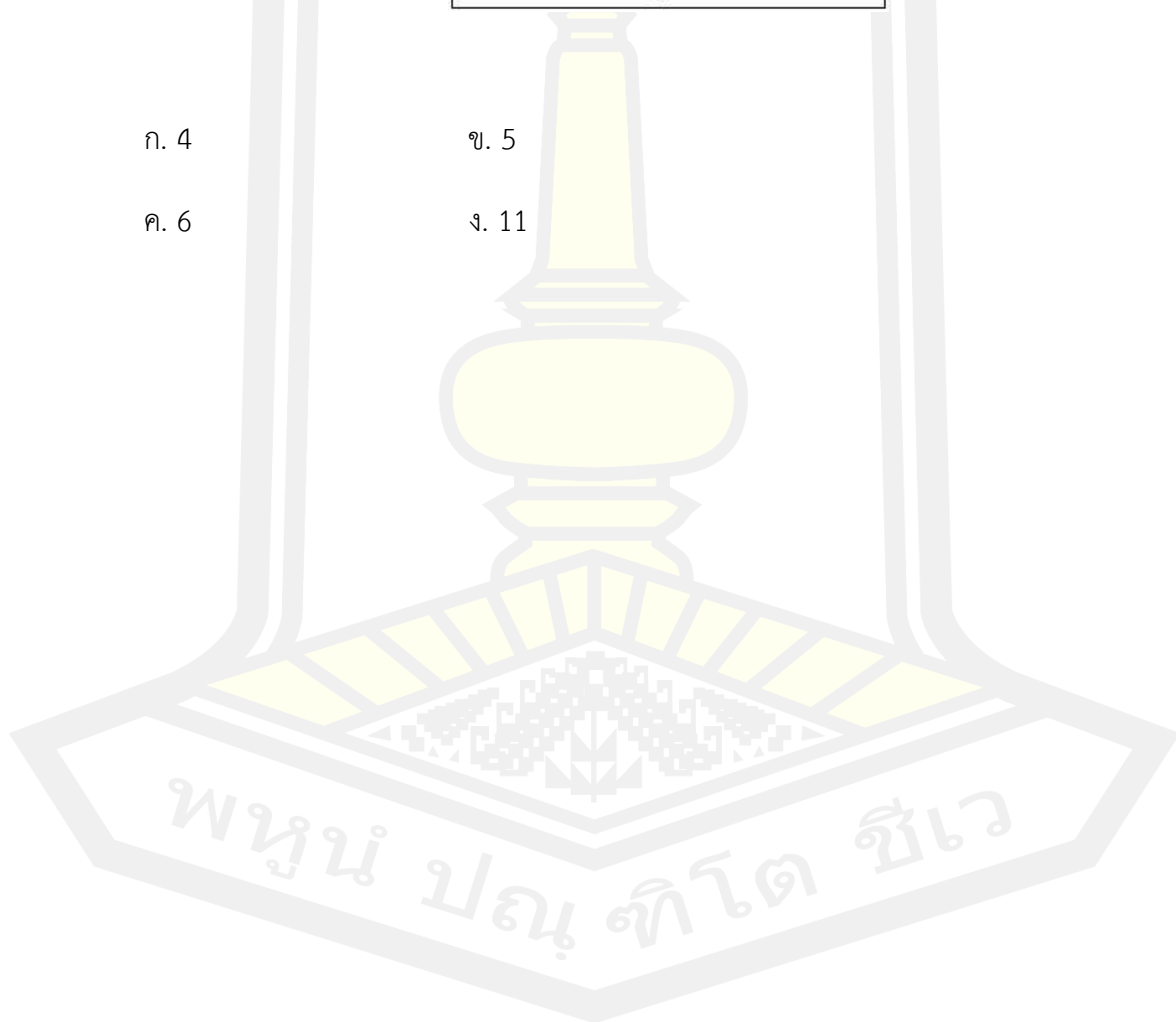


ก. 4

ข. 5

ค. 6

ง. 11



ข้อสอบชุดที่ 2 ข้อที่ 6-8 ให้นักเรียนกาเครื่องหมาย (X) ทับตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเดียว (ข้อละ 1 คะแนน)

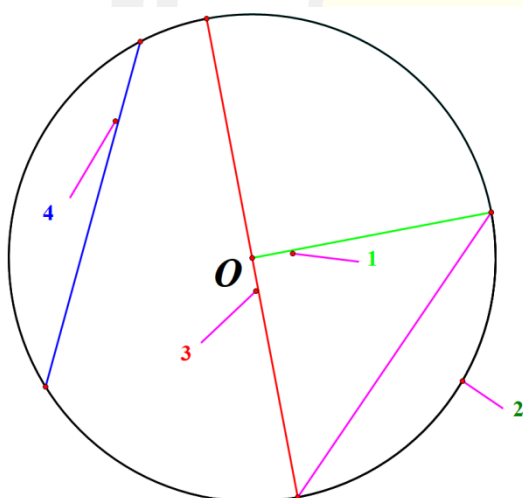
6. ข้อใดต่อไปนี้มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม

- | | |
|--------------------|------------|
| ก. ลูกฟุตบอล | ข. สมุด |
| ค. กล่องใส่หนังสือ | ง. พีระมิด |

7. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. ลูกฟุตบอลมีหน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยม
- ข. กระบอกไม้ไผ่มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม
- ค. ถ้วยไฟฉายมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม
- ง. หนังสือเรียนมีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม

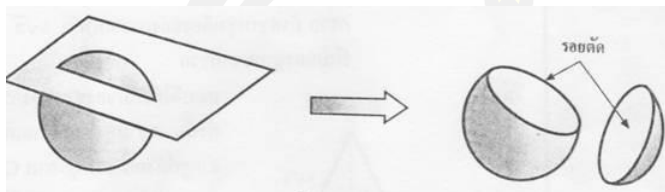
8. ส่วนไหนเรียกว่าความยาวรอบรูปของวงกลม



- | | |
|------|------|
| ก. 1 | ข. 2 |
| ค. 3 | ง. 4 |

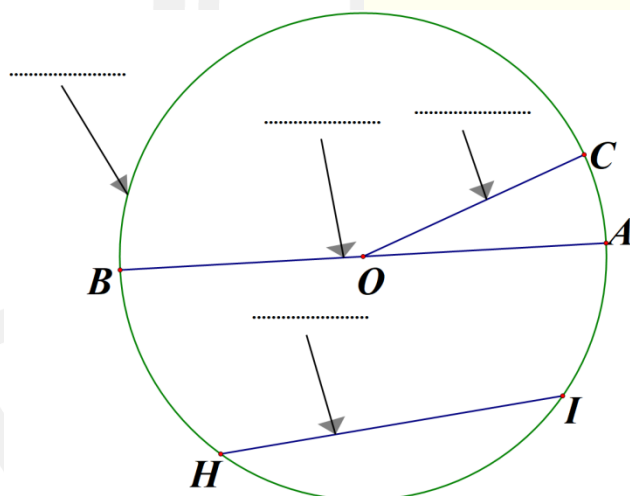
ข้อสอบชุดที่ 3 ข้อที่ 9- 10 ให้นักเรียนเขียนคำตอบที่ถูกต้องลงในกระดาษคำตอบ (ข้อละ 2 คะแนน)

9. จงยกตัวอย่างสิ่งของที่มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม มาคนละ 2 ตัวอย่าง



1.
2.

10. จากรูปให้นักเรียนเติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



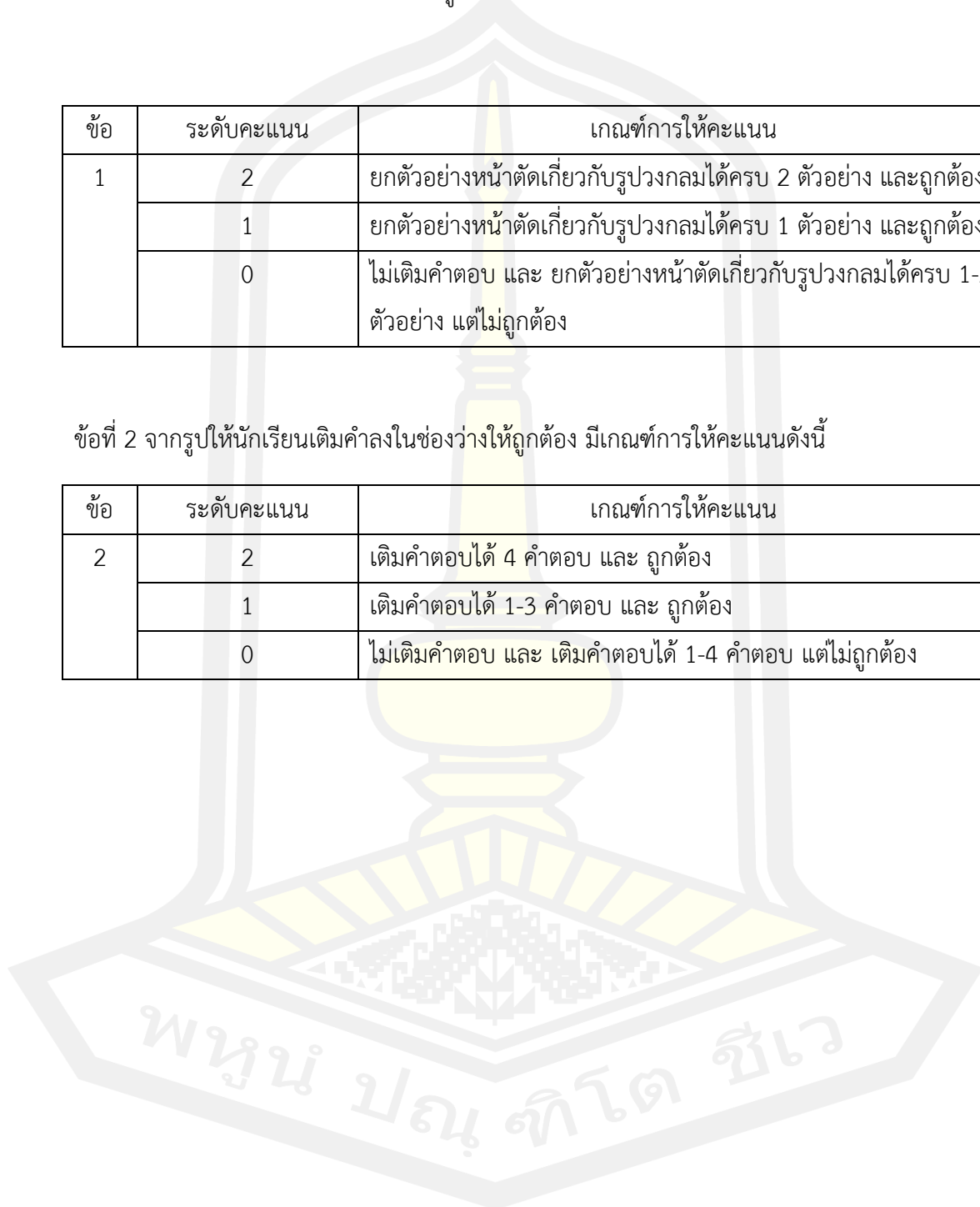
เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดเชิงเรขาคณิตแบบอัตนัย

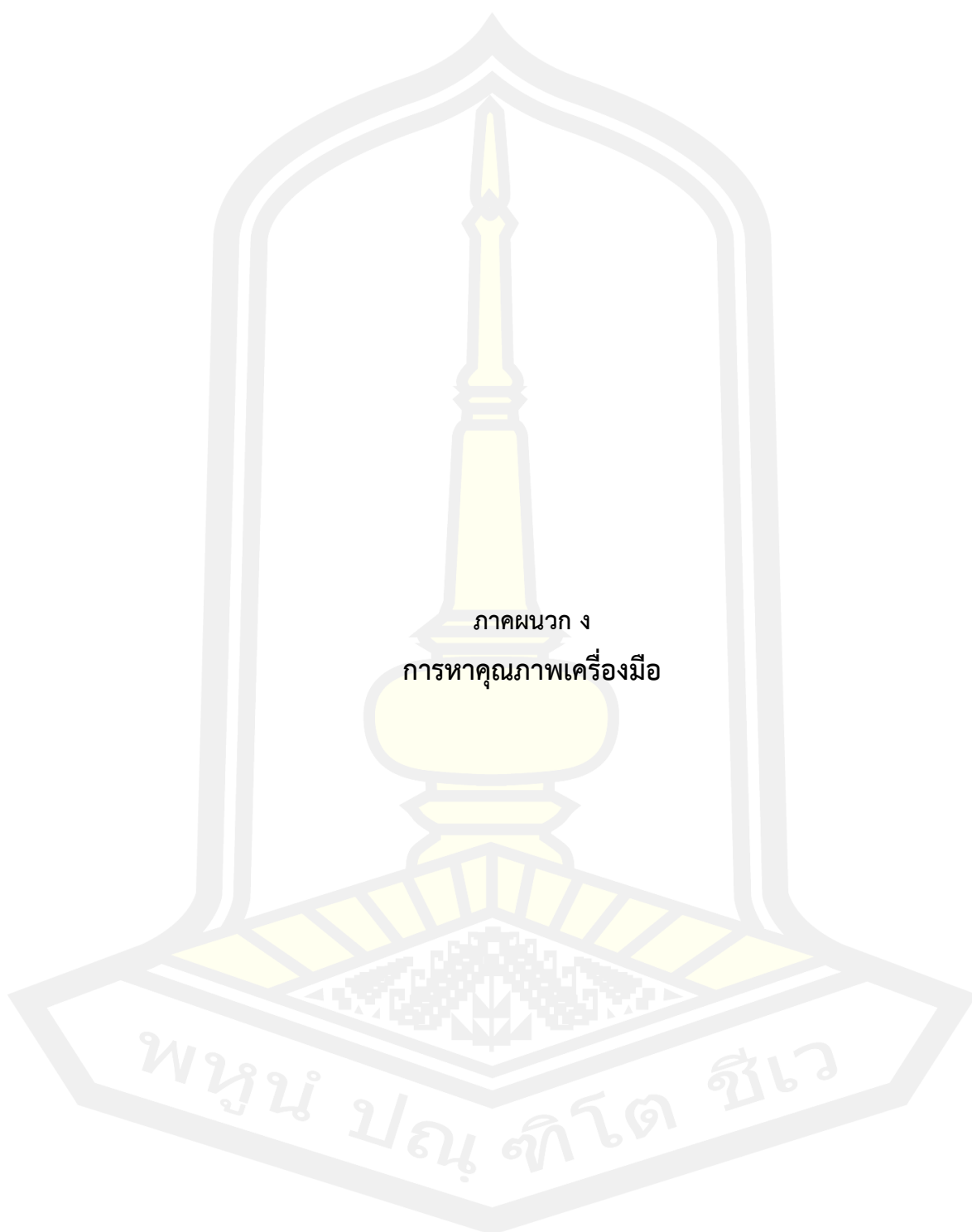
ข้อที่ 1 ยกตัวอย่างสิ่งของที่มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม มาคนละ 2 ตัวอย่าง มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ข้อ	ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	2	ยกตัวอย่างหน้าตัดเกี่ยวกับรูปวงกลมได้ครบ 2 ตัวอย่าง และถูกต้อง
	1	ยกตัวอย่างหน้าตัดเกี่ยวกับรูปวงกลมได้ครบ 1 ตัวอย่าง และถูกต้อง
	0	ไม่เต็มคำตอบ และ ยกตัวอย่างหน้าตัดเกี่ยวกับรูปวงกลมได้ครบ 1-2 ตัวอย่าง แต่ไม่ถูกต้อง

ข้อที่ 2 จากรูปให้นักเรียนเติมค่าลงในช่องว่างให้ถูกต้อง มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ข้อ	ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	2	เติมคำตอบได้ 4 คำตอบ และ ถูกต้อง
	1	เติมคำตอบได้ 1-3 คำตอบ และ ถูกต้อง
	0	ไม่เติมคำตอบ และ เติมคำตอบได้ 1-4 คำตอบ แต่ไม่ถูกต้อง





แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
วิชา คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง วงกลม

คำชี้แจง

1. แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามรูปแบบแผนฮิลี โดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมิน

2. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเหมาะสมที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

5 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

และกำหนดระดับคะแนนเพื่อแปลผล ดังนี้

ระดับคะแนน 4.50-5.00 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมากที่สุด

ระดับคะแนน 3.50-4.49 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมาก

ระดับคะแนน 2.50-3.49 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมปานกลาง

ระดับคะแนน 1.50-2.49 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อย

ระดับคะแนน 1.00-1.49 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อยที่สุด

แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
วิชา คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง วงกลม

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ด้านสาระสำคัญ					
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
1.2 สอดคล้องกับเนื้อหา					
1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน					
2.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
3. ด้านสาระการเรียนรู้					
3.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
3.2 เป็นเนื้อหาที่มีความเข้าใจง่ายและเหมาะสมกับผู้เรียน					
3.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ					
4. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน					
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
4.3 เหมาะสมกับเวลาที่สอน					
4.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม					
4.5 จัดลำดับได้ถูกต้องและเหมาะสม					

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
5. ด้านสื่อการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
5.3 สื่อเหมาะสม ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้					
6. ด้านการวัดและประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
6.3 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้อย่างเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
วิชา คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง วงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล ความสอดคล้อง/ เชื่อมโยง/ ครอบคลุม/ เหมาะสม
		1	2	3	4	5		
1.	ด้านสาระสำคัญ							
	1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	5	5		
	1.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	5	5		
	1.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	4	5	5		
2	ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้							
	2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5		
	2.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้ชัดเจน	5	5	5	5	5		
	2.3 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	5	5		
3.	ด้านสาระการเรียนรู้							
	3.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5		
	3.2 เป็นเนื้อหาที่มีความเข้าใจง่ายและเหมาะสมกับ ผู้เรียน	4	5	5	5	5		
	3.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ	4	5	5	4	5		
4.	ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน							
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5		
	4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5		
	4.3 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	5	5	5		
	4.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม	5	4	5	4	5		
	4.5 จัดลำดับได้ถูกต้องและเหมาะสม	4	5	5	5	4		

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่าเฉลี่ย	แปลผล ความสอดคล้อง/ เชื่อมโยง/ ครอบคลุม/ เหมาะสม
		1	2	3	4	5		
5	ด้านสื่อการเรียนรู้							
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	5	5		
	5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5		
	5.3 สื่อเหมาะสม ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	4	5	5	5	5		
6	ด้านการวัดและประเมินผล							
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5		
	6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4		
	6.3 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	4	4		

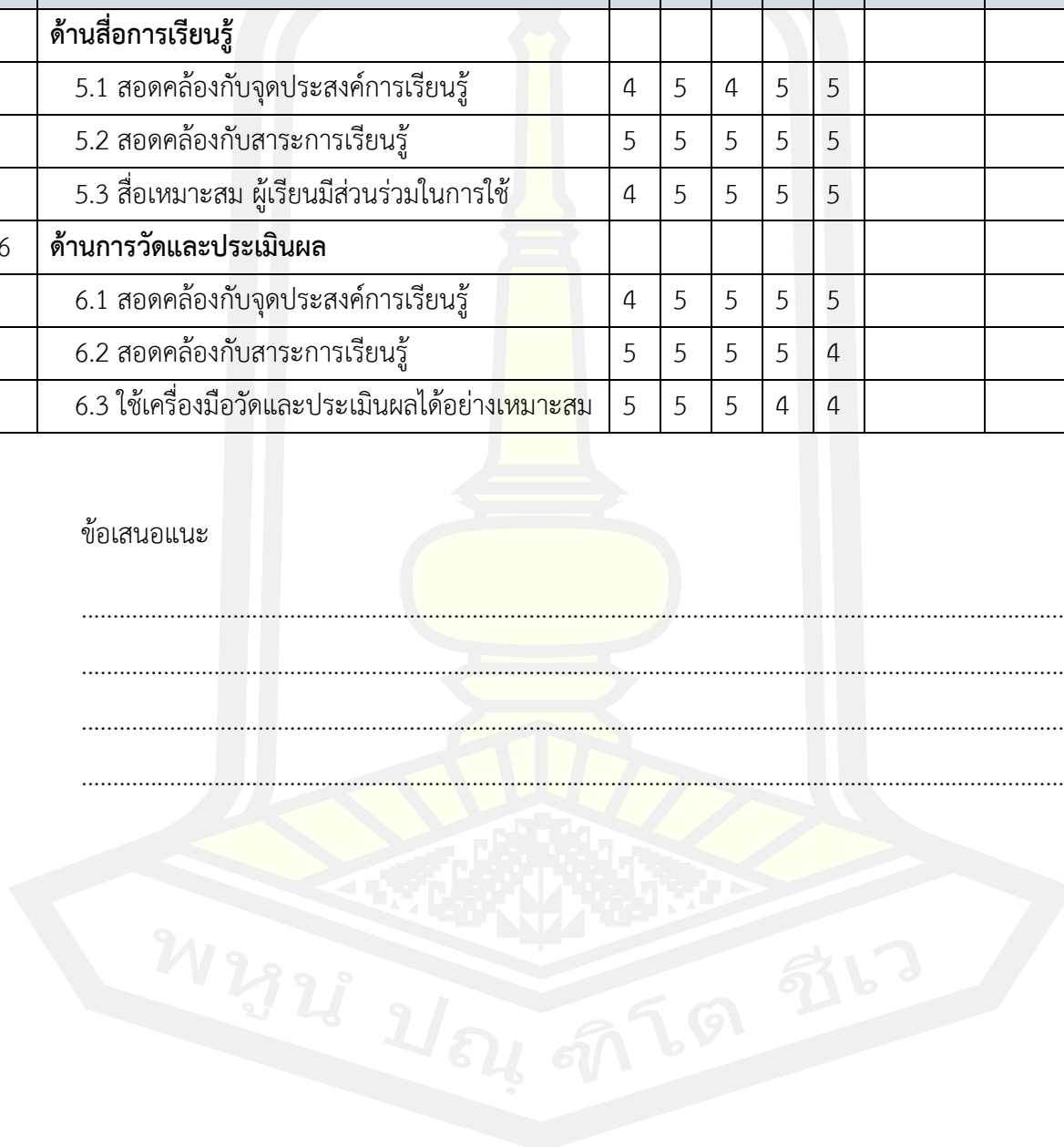
ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....



สรุปผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแบบแผนฮิลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง
วงกลม ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

แผนที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
1	4.55	4.90	4.90	4.85	4.85	24.05	4.81	เหมาะสมมากที่สุด
2	4.60	4.85	4.80	4.75	4.60	23.60	4.72	เหมาะสมมากที่สุด
3	4.50	4.75	4.70	4.60	4.55	23.10	4.62	เหมาะสมมากที่สุด
4	4.75	4.85	4.75	4.75	4.80	23.90	4.78	เหมาะสมมากที่สุด
5	4.60	4.90	4.80	4.85	4.85	24.00	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6	4.55	4.65	4.75	4.70	4.75	23.40	4.68	เหมาะสมมากที่สุด
7	4.55	4.60	4.70	4.65	4.85	23.35	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
8	4.65	4.75	4.60	4.60	4.70	23.30	4.66	เหมาะสมมากที่สุด
9	4.60	4.65	4.65	4.75	4.85	23.50	4.70	เหมาะสมมากที่สุด

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

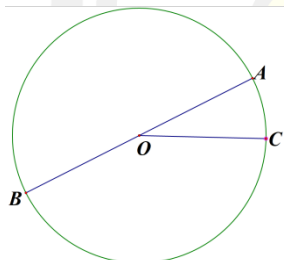
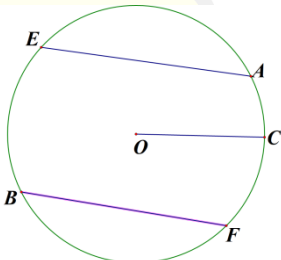
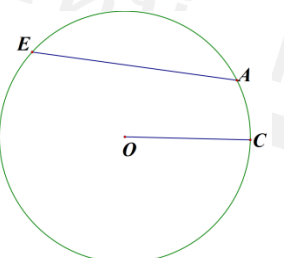
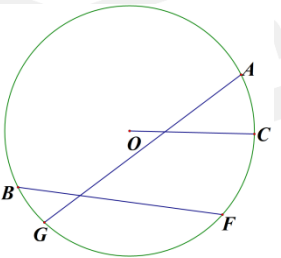
เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ

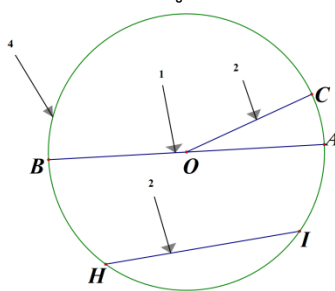
คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดหรือไม่ โดยการพิจารณาให้น้ำหนักดังนี้

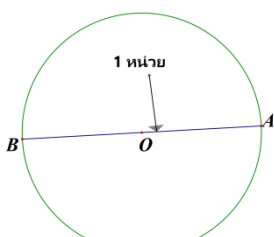
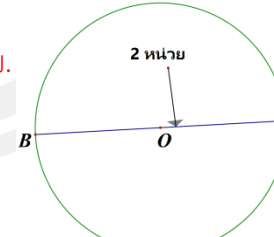
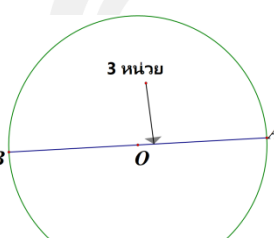
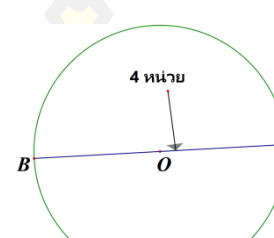
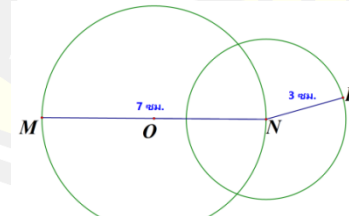
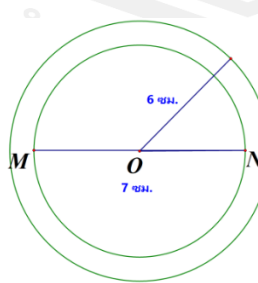
-1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดหรือไม่

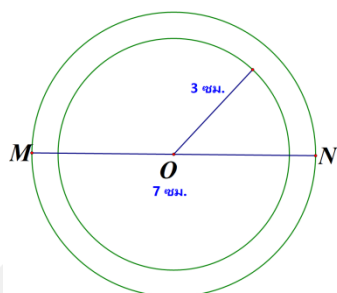
+1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
ข้อที่ 1-2 จุดประสงค์ที่ 1 นักเรียนสามารถบอกส่วนต่าง ๆ ของวงกลม					
1	ข้อใดต่อไปนี้มี คอร์ด เส้นผ่านศูนย์กลาง และ รัศมี ครบ เมื่อกำหนดให้จุด O คือจุดศูนย์กลาง				
	ก.  ข.  ค.  ง. 				

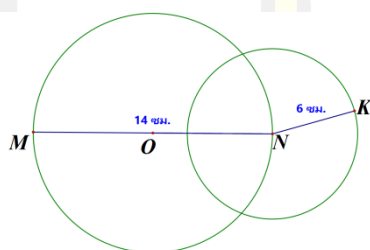
2	จากภาพข้อต่อไปนี้อยู่ถูกต้อง  ก. หมายเลข 1 คือ เส้นรอบวงของวงกลม ข. หมายเลข 2 คือ รัศมี ค. หมายเลข 3 คือ คอร์ด ง. หมายเลข 4 คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง				
ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
ข้อที่ 3-4 จุดประสงค์ที่ 2 นักเรียนสามารถหารัศมีและเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่กำหนดให้ได้					
3	ข้อต่อไปนี้อยู่ถูกต้อง ก. วงกลมที่มี รัศมี 7 เซนติเมตร จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร ข. วงกลมที่มี รัศมี 8 เซนติเมตร จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.9 เซนติเมตร ค. วงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร จะมีรัศมี 11 เซนติเมตร ง. วงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร จะมีรัศมี 14 เซนติเมตร				

4.	ข้อใดต่อไปนี้เป็นวงกลมที่มีรัศมี 1 หน่วย				
	ก.  ข.  ค.  ง. 				
ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
ข้อที่ 5-6 จุดประสงค์ที่ 3 นักเรียนสามารถสร้างรูปวงกลมจากเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้					
5.	กำหนดให้ $\overline{MN}$ ยาว 7 เซนติเมตร สร้างวงกลม 2 วง ให้มีจุดศูนย์กลางร่วมกัน โดยวงกลมวงหนึ่งมี $\overline{MN}$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง อีกวงหนึ่งมีรัศมียาว 3 เซนติเมตร แล้วข้อใดคือรูปดังกล่าว ก.  ข. 				

ค.

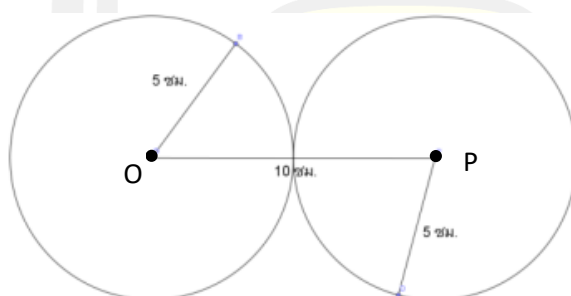


ง.

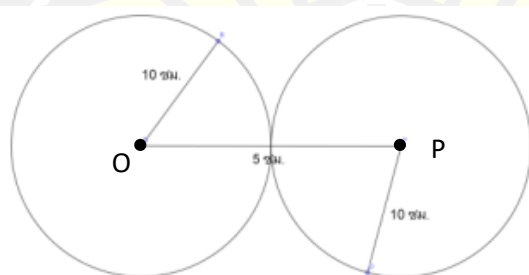


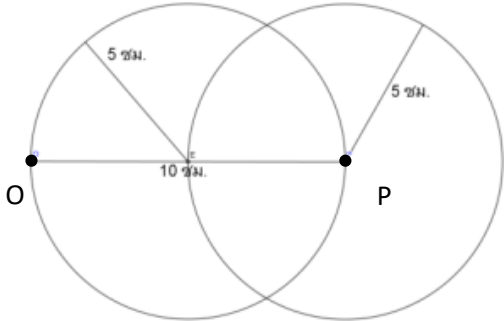
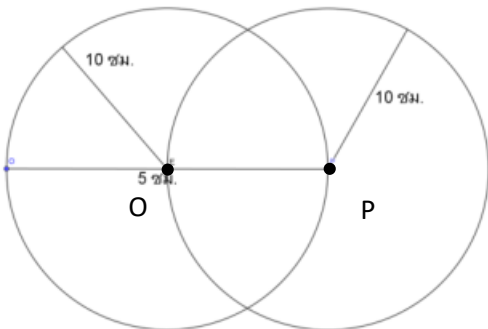
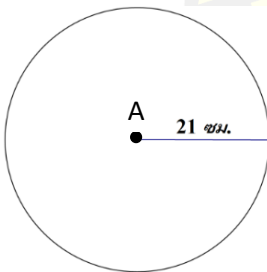
6. กำหนดให้ $\overline{OP}$ ยาว 10 เซนติเมตร สร้างวงกลมโดยให้จุดศูนย์กลางที่ O และ P ให้มีรัศมี 5 เซนติเมตร แล้วข้อใดคือรูปดังกล่าว

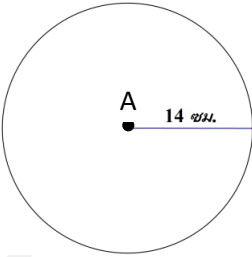
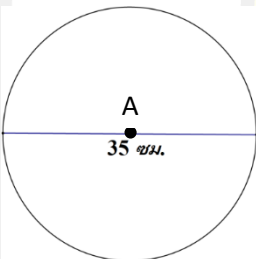
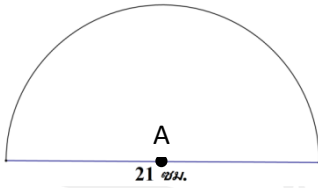
ก.

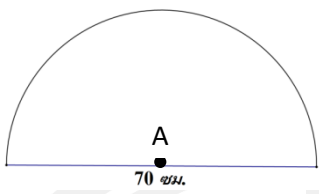
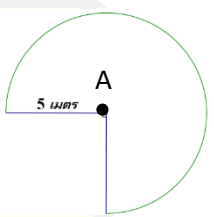


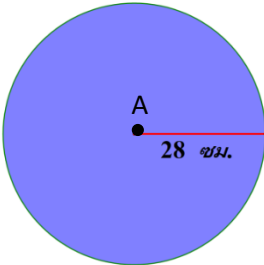
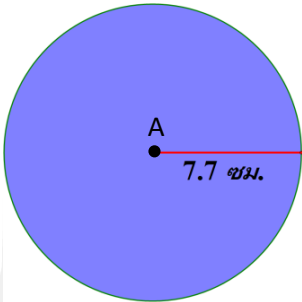
ข.

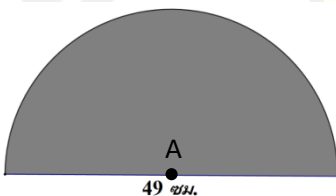
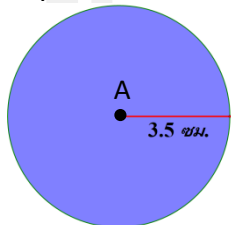
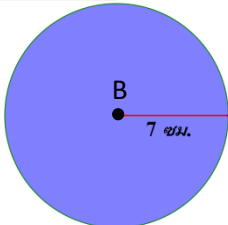
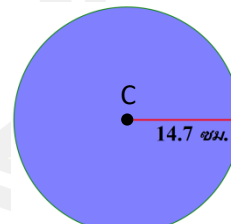
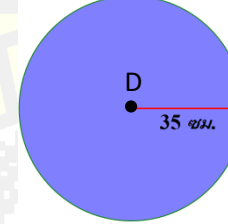


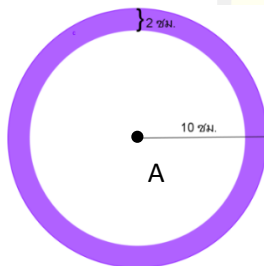
	ค.  ง. 				
ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
ข้อที่ 7-9 จุดประสงค์ที่ 4 นักเรียนสามารถหาความยาวรอบวงของวงกลมที่กำหนดให้					
7	จากรูป จงหาความยาวรอบวงของวงกลม A (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)  ก. 44 เซนติเมตร ข. 88 เซนติเมตร ค. 132 เซนติเมตร ง. 154 เซนติเมตร				

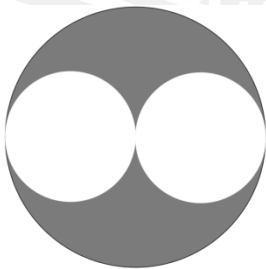
8	จากรูป จงหาความยาวรอบวงของวงกลม A (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)  ก. 22 เซนติเมตร ข. 44 เซนติเมตร ค. 88 เซนติเมตร ง. 154 เซนติเมตร				
9	จากรูป จงหาความยาวรอบวงของวงกลม A (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)  ก. 55 เซนติเมตร ข. 110 เซนติเมตร ค. 220 เซนติเมตร ง. 175 เซนติเมตร				
ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
ข้อที่ 10-13 จุดประสงค์ที่ 5 นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาความยาวรอบวงของวงกลมที่กำหนดให้					
10	จากรูปจงหาความยาวรอบวงของครึ่งวงกลม A (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)  ก. 33 เซนติเมตร ข. 66 เซนติเมตร ค. 132 เซนติเมตร ง. 154 เซนติเมตร				

11	จากรูปจงหาความยาวรอบรูปของครึ่งวงกลม A (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)  ก. 30 เซนติเมตร ข. 55 เซนติเมตร ค. 110 เซนติเมตร ง. 180 เซนติเมตร				
12	อะตอมต้องการติดเชือกตามขอบกระดาดสี่เหลี่ยมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 42 เซนติเมตร อะตอมต้องใช้เชือกยาวอย่างน้อยเท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$) ก. 33 เซนติเมตร ข. 66 เซนติเมตร ค. 132 เซนติเมตร ง. 154 เซนติเมตร				
13	สวนหย่อมบริเวณมูติกมีลักษณะดังรูป ถ้าเปรมต้องการปลูกผัก ตามแนวขอบของสวนหย่อมโดยรอบ เปรมจะต้องปลูกผักเป็นระยะทางเท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)  ก. 165 เมตร ข. 170 เมตร ค. 330 เมตร ง. 335 เมตร				

ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
ข้อที่ 14-16 จุดประสงค์ที่ 6 นักเรียนสามารถหาพื้นที่ของวงกลมที่กำหนดให้					
14	จากรูป จงหาพื้นที่แรเงาของวงกลม (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)  ก. 88 ตร.ซม. ข. 176 ตร.ซม. ค. 616 ตร.ซม. ง. 2,464 ตร.ซม				
15	จากรูป จงหาพื้นที่แรเงาของวงกลม (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)  ก. 48.40 ตร.ซม. ข. 186.34 ตร.ซม. ค. 372.68 ตร.ซม. ง. 1304.38 ตร.ซม.				
16	วงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 112 เซนติเมตร มีพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$) ก. 352 ตร.ซม. ข. 704 ตร.ซม. ค. 9,856 ตร.ซม. ง. 137,984 ตร.ซม.				

ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
ข้อที่ 17-20 จุดประสงค์ที่ 7 นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาพื้นที่ของวงกลมที่กำหนดให้					
17	จากรูป จงหาพื้นที่ของครึ่งวงกลมนี้ (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)  ก. 943.25 ตร.ซม. ข. 1,886.5 ตร.ซม. ค. 3,773 ตร.ซม. ง. 26,411 ตร.ซม.				
18	ข้อใดต่อไปนี้มีพื้นที่เท่ากับ 38.5 ตารางเซนติเมตร (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$) ก.  ข.  ค.  ง. 				
19	แปลงปลูกดอกไม้ไม่มีลักษณะเป็นวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 70 เมตร แปลงปลูกดอกไม้ไม่มีพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$) ก. 220 ตร.ม. ข. 3,850 ตร.ม. ค. 7,900 ตร.ม. ง. 15,400 ตร.ม.				

20	โต๊ะกลมตัวหนึ่งมีรัศมียาว 21 เซนติเมตร พื้นที่โต๊ะมีพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$) ก. 346.5 ตร.ม. ข. 924 ตร.ม. ค. 1,286 ตร.ม. ง. 1,386 ตร.ม.				
ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
ข้อ 21-30 จุดประสงค์ที่ 8 นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาประยุกต์ที่กำหนดให้					
21	กรอบรูปมีลักษณะเป็นวงกลมทำด้วยไม้ มีขนาดดังรูป ส่วนที่เป็นกรอบไม้มีพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)  ก. 50.24 ตร.ม. ข. 138.29 ตร.ม. ค. 200.96 ตร.ม. ง. 314 ตร.ม.				
22	นัทต้องการตัดแผ่นพลาสติกทำฝาดังนี้ ทรงกระบอกโดยให้ปิดได้พอดี ถ้วยรอบปากถ้วยภายนอกยาว 314 เซนติเมตร นัทต้องตัดแผ่นพลาสติกให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวเท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$) ก. 50 เซนติเมตร ข. 75 เซนติเมตร ค. 100 เซนติเมตร ง. 150 เซนติเมตร				
23	ครูเฟิร์สประดิษฐ์ชิ้นงาน มีลักษณะชิ้นงานเป็นครึ่งวงกลม มีรัศมียาว 20 เซนติเมตร ถ้าต้องการทาสีบนชิ้นงานทั้งสองด้าน จะต้องทาสีเป็นพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$) ก. 628 ตร.ซม. ข. 800 ตร.ซม. ค. 1,256 ตร.ซม. ง. 2,512 ตร.ซม.				

24	ห้วงยางซูชิพอนหนึ่งเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 50 เซนติเมตร มีรูสำหรับร้อยเชือก 4 รู ที่มีระยะห่างเท่า ๆ กัน ระยะระหว่างรู 2 รูที่อยู่ติดกันเป็นเท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$)  ก. 39.25 เซนติเมตร ข. 78.50 เซนติเมตร ค. 117.75 เซนติเมตร ง. 157 เซนติเมตร				
ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
25	ครูเฟิร์สนำผ้าที่มีลักษณะเป็นวงกลม รัศมียาว 49 เซนติเมตร มาคลุมโต๊ะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีความยาวด้านละ 80 เซนติเมตร ผ้าส่วนที่ห้อยลงมามีคิดเป็นพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$) ก. 308 ตร.ซม. ข. 1,146 ตร.ซม. ค. 6,092 ตร.ซม. ง. 6,400 ตร.ซม.				
26	อะตอมมีแผ่นไม้ลักษณะเป็นวงกลมขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 400 เซนติเมตร เจาะแผ่นไม้เป็นวงกลมขนาดเล็ก 2 วง เท่ากัน ดังรูป หลังจากแผ่นไม้ถูกเจาะแล้วจะเหลือพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = 3.14$)  ก. 62,800 ตร.ซม. ข. 125,600 ตร.ซม. ค. 251,200 ตร.ซม. ง. 400,000 ตร.ซม.				

27	อ่างบัวทรงกระบอก มีความยาวรอบอ่าง 100.48 นิ้ว ต้องใช้พื้นที่สำหรับวางอ่างบัวอย่างน้อยเท่าใด (ให้ $\pi = 3.14$) ก. 401.92 ตร.นิ้ว ข. 803.84 ตร.นิ้ว ค. 1607.68 ตร.นิ้ว ง. 3,215.36 ตร.นิ้ว				
28	ถ้าวางกลมนี้มีพื้นที่ 12.56 ตารางเมตร เส้นรอบวงจะยาวเท่าใด (ให้ $\pi = 3.14$) ก. 3.14 เมตร ข. 6.28 เมตร ค. 12.56 เมตร ง. 25.12 เมตร				
ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
29	วงล้อที่มีความยาวรอบวง 263.76 เซนติเมตร แบ่งพื้นที่ของวงล้อออกเป็น 8 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ละส่วนมีพื้นที่เท่าใด (ให้ $\pi = 3.14$) ก. 32.97 ตร.ซม. ข. 346.5 ตร.ซม. ค. 693 ตร.ซม. ง. 1,386 ตร.ซม.				
30	กระดาศรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านละ 14 เซนติเมตร ตัดให้ได้รูปวงกลมที่มีขนาดใหญ่ที่สุด เศษกระดาศจากการตัดกระดาศคิดเป็นกิตารางเซนติเมตร (ให้ $\pi = \frac{22}{7}$) ก. 21 ตร.ซม. ข. 42 ตร.ซม. ค. 154 ตร.ซม. ง. 196 ตร.ซม.				



แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา(item objective congruence : IOC)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

- + 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด
 -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด

จุดประสงค์ (ตัวชี้วัด/ผล การเรียนรู้)	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum x$	IOC	สรุปผล	ข้อเสนอแนะ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
เข้าใจและ วิเคราะห์รูป เรขาคณิต สมบัติของรูป เรขาคณิต ความสัมพันธ์ ระหว่าง รูปเรขาคณิต และทฤษฎีบท ทางเรขาคณิต และนำไปใช้	1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	11	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้	
	12	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	13	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	14	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	15	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้	
	16	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้	
	17	1	1	1	0	1	4	0.8	ใช้ได้	
	18	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้	
	19	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้	
	20	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	

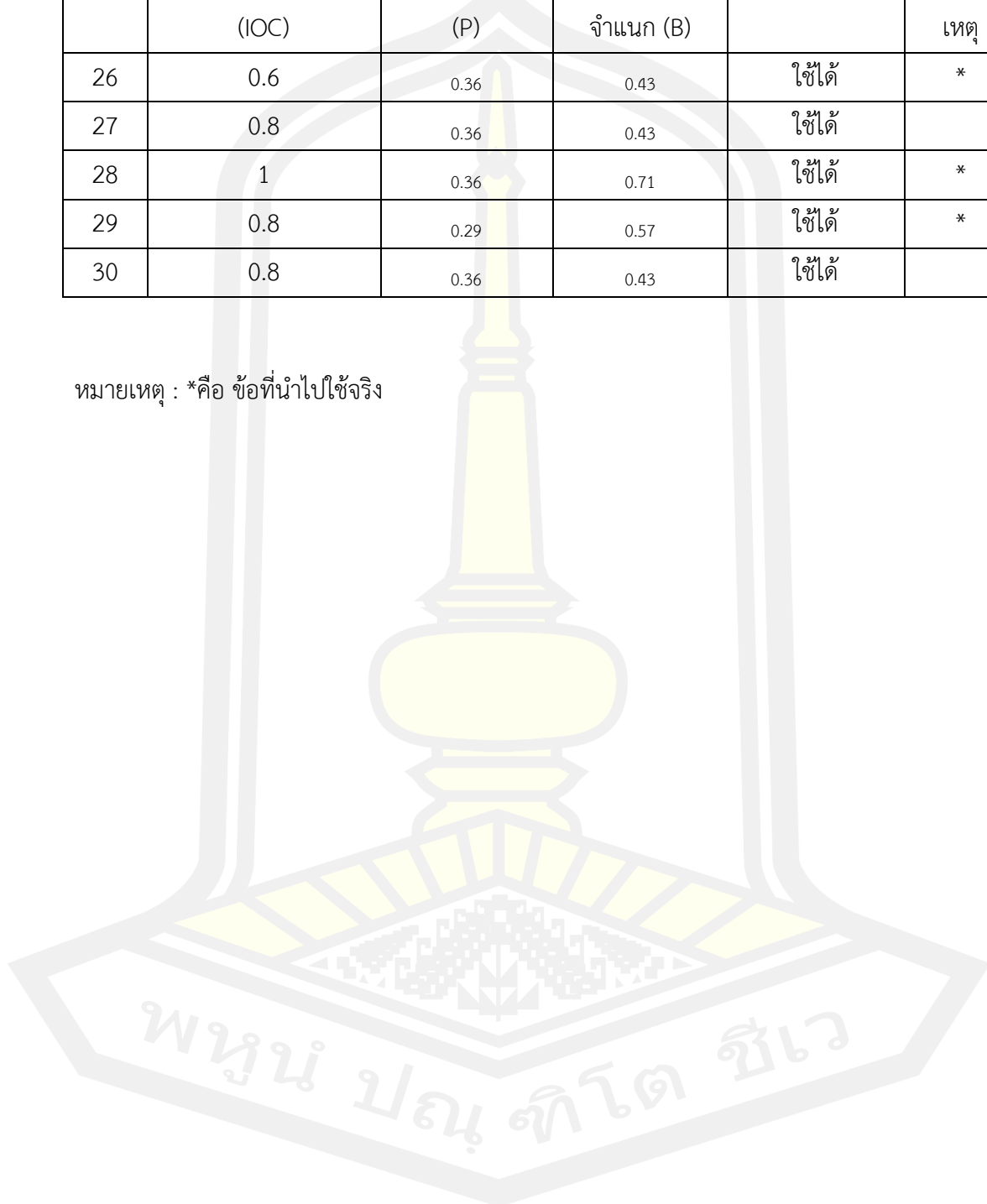
	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum x$	IOC	สรุปผล	ข้อเสนอแนะ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
		1	2	3	4	5				
จุดประสงค์ (ตัวชี้วัด/ผล การเรียนรู้)	21	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	22	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	23	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	24	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้	
	25	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	26	-1	1	1	1	1	3	0.6	ใช้ได้	ข้อสอบ ยาก
	27	1	1	0	1	1	4	0.8	ใช้ได้	ตัวเลข เยอะ เกินไป สำหรับ นักเรียน
	28	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
	29	0	1	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้	
	30	1	0	1	1	1	4	0.8	ใช้ได้	

ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และผลการพิจารณา ข้อสอบของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ข้อที่	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (B)	ผลการพิจารณา	หมายเหตุ
1	1	0.57	0.57	ใช้ได้	*
2	1	0.71	0.57	ใช้ได้	
3	1	0.79	0.43	ใช้ได้	
4	1	0.57	0.57	ใช้ได้	*
5	1	0.57	0.57	ใช้ได้	*
6	1	0.64	0.43	ใช้ได้	
7	1	0.64	0.43	ใช้ได้	*
8	1	0.50	0.43	ใช้ได้	
9	1	0.57	0.57	ใช้ได้	*
10	1	0.64	0.43	ใช้ได้	*
11	0.8	0.57	0.57	ใช้ได้	
12	1	0.50	0.71	ใช้ได้	*
13	1	0.36	0.43	ใช้ได้	*
14	1	0.50	0.43	ใช้ได้	*
15	0.8	0.50	0.43	ใช้ได้	
16	0.8	0.64	0.43	ใช้ได้	*
17	0.8	0.64	0.43	ใช้ได้	
18	0.8	0.50	0.43	ใช้ได้	*
19	0.8	0.36	0.43	ใช้ได้	*
20	1	0.43	0.57	ใช้ได้	*
21	1	0.36	0.43	ใช้ได้	*
22	1	0.50	0.71	ใช้ได้	
23	1	0.50	0.43	ใช้ได้	*
24	0.8	0.36	0.43	ใช้ได้	*
25	1	0.57	0.57	ใช้ได้	*

ข้อที่	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (B)	ผลการพิจารณา	หมายเหตุ
26	0.6	0.36	0.43	ใช้ได้	*
27	0.8	0.36	0.43	ใช้ได้	
28	1	0.36	0.71	ใช้ได้	*
29	0.8	0.29	0.57	ใช้ได้	*
30	0.8	0.36	0.43	ใช้ได้	

หมายเหตุ : *คือ ข้อที่นำไปใช้จริง



ตาราง..... ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ข้อที่	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)
1	1	0.57	0.57
2	1	0.57	0.57
3	1	0.57	0.57
4	1	0.64	0.43
5	1	0.57	0.57
6	1	0.64	0.43
7	1	0.50	0.71
8	1	0.36	0.43
9	1	0.50	0.43
10	0.8	0.64	0.43
11	0.8	0.50	0.43
12	0.8	0.36	0.43
13	1	0.43	0.57
14	1	0.36	0.43
15	1	0.50	0.43
16	0.8	0.36	0.43
17	1	0.57	0.57
18	0.6	0.36	0.43
19	1	0.36	0.71
20	0.8	0.29	0.57
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.991609			

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความคิดเชิงเรขาคณิตทาง

การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

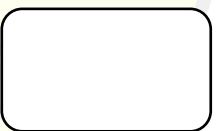
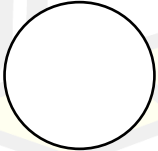
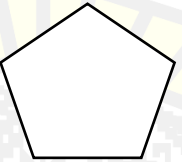
เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบปรนัย จำนวน 10 ข้อ

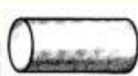
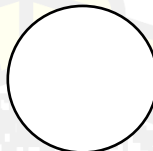
คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดหรือไม่ โดยการพิจารณาให้น้ำหนักดังนี้

-1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

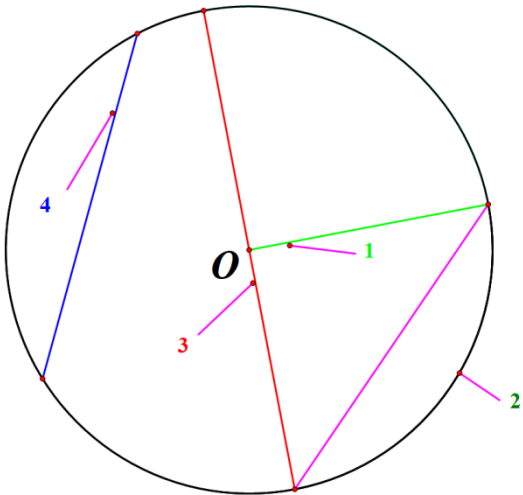
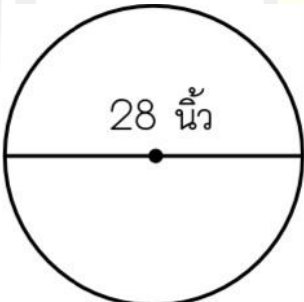
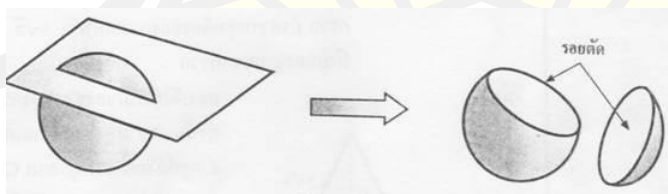
0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดหรือไม่

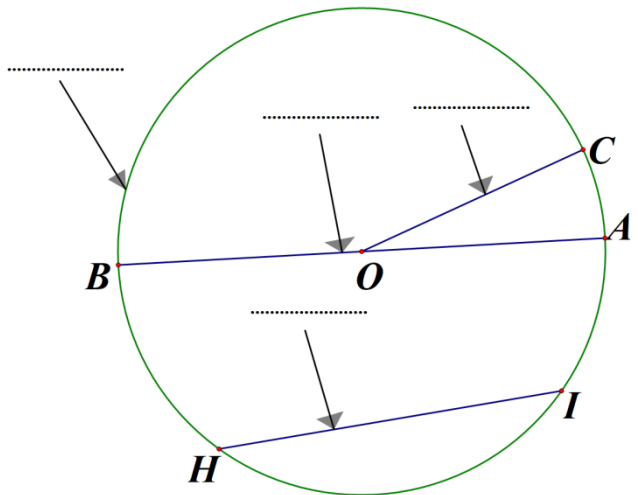
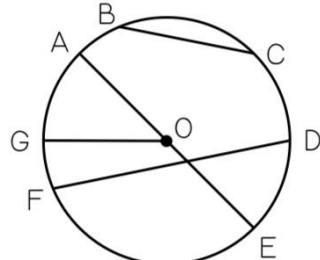
+1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
ข้อที่ 1-6 (ปรนัย) นักเรียนสามารถวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตระดับที่ 1 : การรับรู้จากการมองเห็น					
1	รูปในข้อใดเป็นรูปวงกลม ก.  ข.  ค.  ง. 				
2	ข้อใด  เป็นรูปเรขาคณิต 2 มิติรูปวงกลม ก. 				

	ข.  ค.  ง.				
3	รูปในข้อใดเป็นรูปเรขาคณิต 2 มิติ ก.  ข.  ค.  ง. 				
4	ข้อใดต่อไปนี้มีรูปเรขาคณิต 2 มิติที่เป็นรูปวงกลม ก. 				

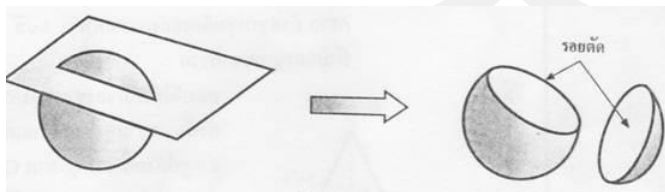
6.	จากรูปหมายเลขใดที่เป็นรูปวงกลม ก. 4 ข. 5 ค. 6 ง. 11				
ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
ข้อที่ 7-10 (ปรนัย) ข้อ 1-3 (อัตนัย) นักเรียนสามารถวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตระดับที่ 2 : การวิเคราะห์หรือการพรรณนาสัญลักษณ์					
7	ข้อใดต่อไปนี้มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม ก. ลูกฟุตบอล ข. สมุด ค. กลองใส่หนังสือ ง. พีระมิด				
8	ข้อใดต่อไปัน้ถูกต้อง ก. ลูกฟุตบอลมีหน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยม ข. กระบอกไม้ไผ่ไม่มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม ค. ถ้วยไฟฉายมีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม ง. หนังสือเรียนมีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม				

9	ส่วนไหนเรียกว่าความยาวรอบรูปของวงกลม 				
10	วงกลมต่อไปนี้รัศมียาวเท่าไร  ก. 7 นิ้ว ค. 28 นิ้ว ง. 56 นิ้ว				
1	จงยกตัวอย่างสิ่งของที่มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม มาคนละ 2 ตัวอย่าง  3. 4.				

2	จากรูปให้นักเรียนเติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง 				
3	จงบอกชื่อวงกลม จุดศูนย์กลาง เส้นผ่านศูนย์กลาง และรัศมี  ชื่อวงกลม คือ จุดศูนย์กลาง คือ..... เส้นผ่านศูนย์กลาง คือ..... รัศมี คือ.....				

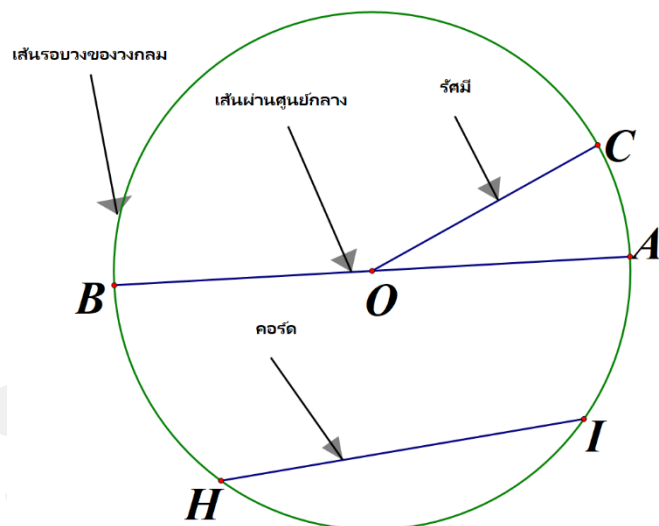
เฉลยข้อสอบอัตนัย

1. จงยกตัวอย่างสิ่งของที่มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม มาคนละ 2 ตัวอย่าง



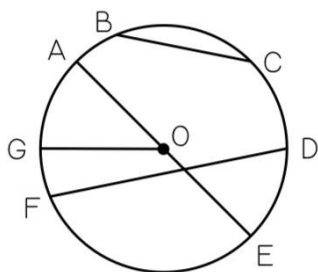
1. ลูกฟุตบอล
2. แก้วรูปทรงกระบอก

2.



ศูนย์ ปณ จิตโต ชีวะ

3. จงบอกชื่อวงกลมจุดศูนย์กลางเส้นผ่านศูนย์กลางและรัศมี

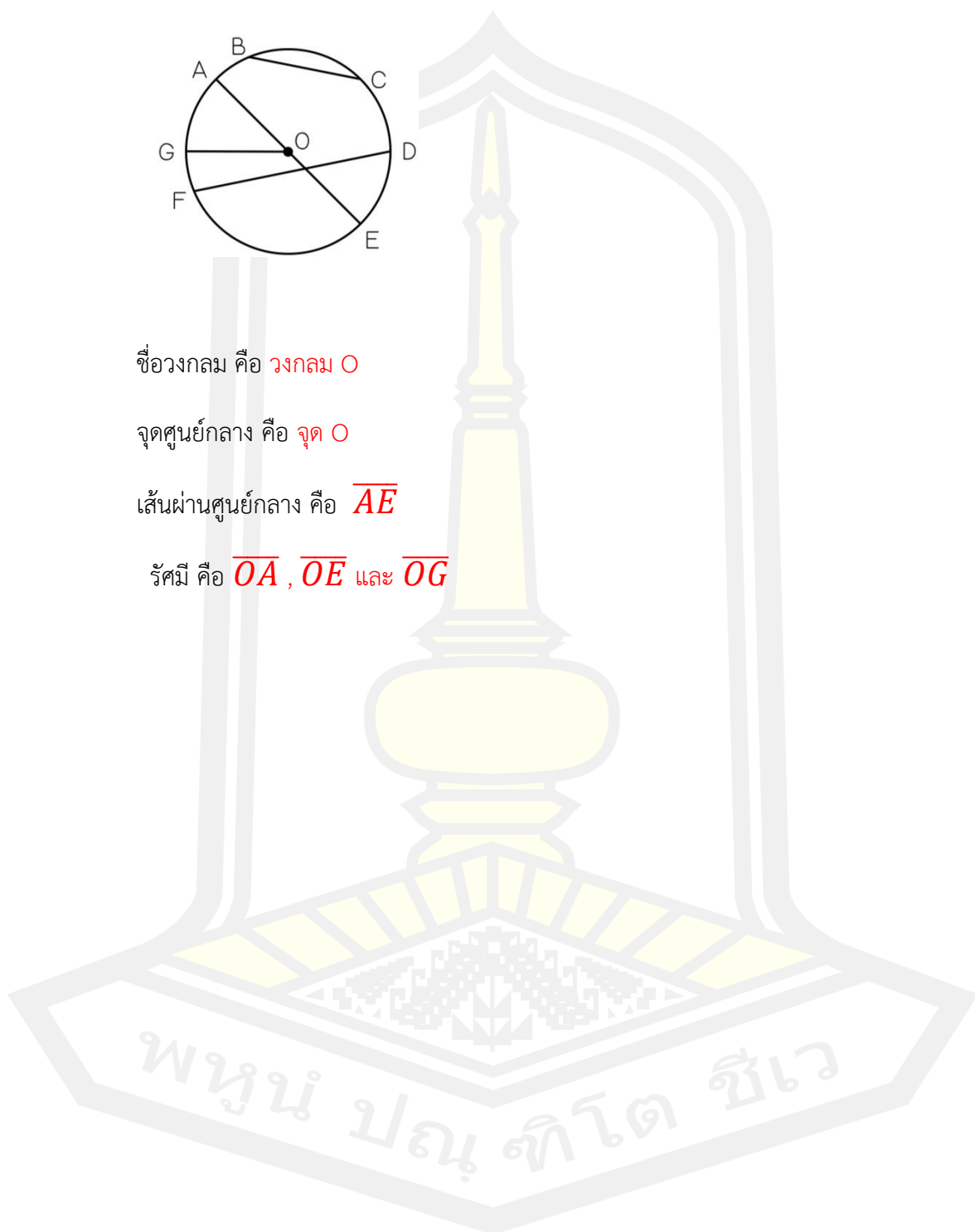


ชื่อวงกลม คือ วงกลม O

จุดศูนย์กลาง คือ จุด O

เส้นผ่านศูนย์กลาง คือ $\overline{AE}$

รัศมี คือ $\overline{OA}$, $\overline{OE}$ และ $\overline{OG}$



แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา(item objective congruence : IOC)

แบบทดสอบวัดความคิดเชิงเรขาคณิต

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

- + 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด
 -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum x$	IOC	สรุปผล	ข้อเสนอแนะ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
1	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
2	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
3	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
4	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
5	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
6	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
7	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
8	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
9	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
10	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
11	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
12	1	1	1	1	1	5	1	ใช้ได้	
13	-1	1	1	1	1	5	0.6	ใช้ได้	

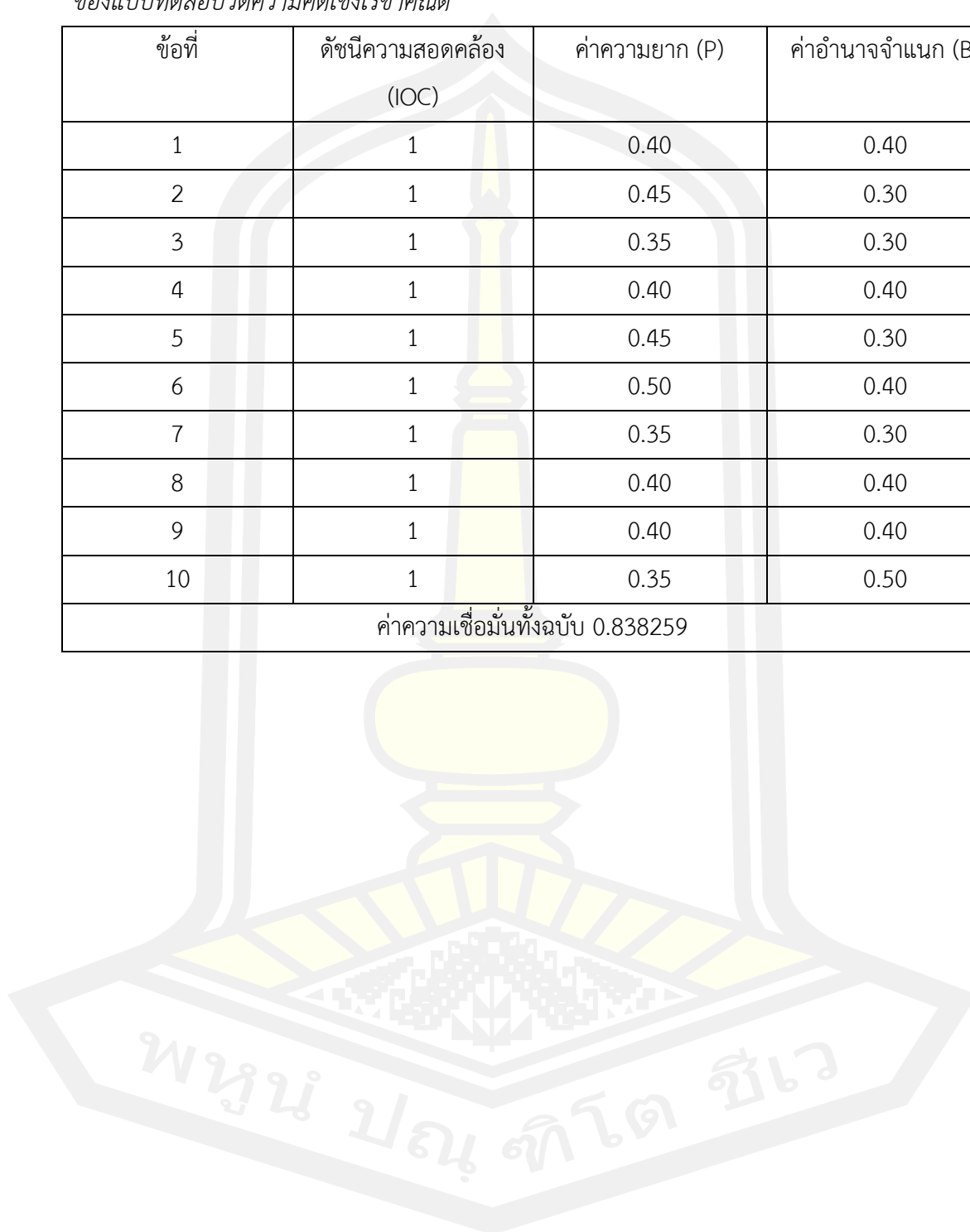
ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และผลการพิจารณา ข้อสอบของ
แบบทดสอบวัดความคิดเชิงเรขาคณิต

ข้อที่	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (B)	ผลการพิจารณา	หมายเหตุ
1	1	0.40	0.40	ใช้ได้	*
2	1	0.45	0.30	ใช้ได้	*
3	1	0.35	0.30	ใช้ได้	*
4	1	0.40	0.40	ใช้ได้	*
5	1	0.55	0.30	ใช้ได้	
6	1	0.45	0.30	ใช้ได้	*
7	1	0.50	0.40	ใช้ได้	*
8	1	0.35	0.30	ใช้ได้	*
9	1	0.40	0.40	ใช้ได้	*
10	1	0.45	0.30	ใช้ได้	
11	1	0.40	0.40	ใช้ได้	*
12	1	0.35	0.50	ใช้ได้	*
13	0.6	0.45	0.50	ใช้ได้	

หมายเหตุ : *คือ ข้อที่นำไปใช้จริง

ตาราง 11 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวัดความคิดเชิงเรขาคณิต

ข้อที่	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (B)
1	1	0.40	0.40
2	1	0.45	0.30
3	1	0.35	0.30
4	1	0.40	0.40
5	1	0.45	0.30
6	1	0.50	0.40
7	1	0.35	0.30
8	1	0.40	0.40
9	1	0.40	0.40
10	1	0.35	0.50
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.838259			



แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา(item objective congruence : IOC)

แบบแบบวัดความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

- + 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด
 -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ข้อที่	ความพึงพอใจ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				
		1	2	3	4	5
	ด้านทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์					
1	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่น่าเบื่อ					
2	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน					
3	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยุ่งยากซับซ้อน					
4	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นพื้นฐานของวิชาอื่นๆ					
5	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยให้พัฒนาตนเอง					
6	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทำลายต่อความคิดของมนุษย์					
	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน					
7	นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน					
8	นักเรียนร่วมทำกิจกรรมในการเรียนการสอนด้วยความเต็มใจ					
9	นักเรียนได้ฝึกทักษะด้านการทำกิจกรรม					
10	กิจกรรมการเรียนการสอนโดยโปรแกรมจีเอสพีทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นมากขึ้น					
11	กิจกรรมการเรียนการสอนโดยโปรแกรมจีเอสพีทำให้นักเรียนมีทักษะด้านความคิดเชิงเรขาคณิต					
12	กิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนกระตือรือร้นในการทำคำตอบ					

ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน						
13	กิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน					
14	กิจกรรมช่วยให้นักเรียนพัฒนาตนเองด้านเทคโนโลยี					
15	กิจกรรมมีความหลากหลาย					
16	กิจกรรมทำให้นักเรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น					
17	ระยะเวลามีความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน					

ข้อที่	ความพึงพอใจ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				
		1	2	3	4	5
	ด้านสื่อการเรียนการสอน					
18	สื่อมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน					
19	สื่อจีเอสพีช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน					
20	สื่อจีเอสพีช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น					
21	สื่อจีเอสพีช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นมากขึ้น					
22	สื่อจีเอสพีช่วยให้นักเรียนก้าวทันเทคโนโลยี					
23	สื่อจีเอสพีช่วยให้นักเรียน					
24	สื่อจีเอสพีช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถหลากหลาย					
	ด้านการวัดและประเมินผล					
25	แบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาที่เรียน					
26	นักเรียนสามารถทราบผลคะแนนทดสอบย่อย เพื่อดูความก้าวหน้าของตัวเองทันที					
27	การวัดและประเมินผลมีความชัดเจน					
28	นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล					
29	ความเหมาะสมของแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบย่อย					
30	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน					

แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา(item objective congruence : IOC)

แบบทดสอบวัดความพึงพอใจ

การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

- + 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum x$	IOC	ผลการ พิจารณา	หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
9	-1	0	0	1	0	5	0	ไม่สอดคล้อง	
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
13	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	
19	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum x$	IOC	ผลการ พิจารณา	หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
21	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
22	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
23	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
24	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
25	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
26	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง	
27	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง	
28	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
29	0	1	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง	*
30	1	0	1	1	1	4	0.8	สอดคล้อง	*

หมายเหตุ : *คือ ข้อที่นำไปใช้จริง

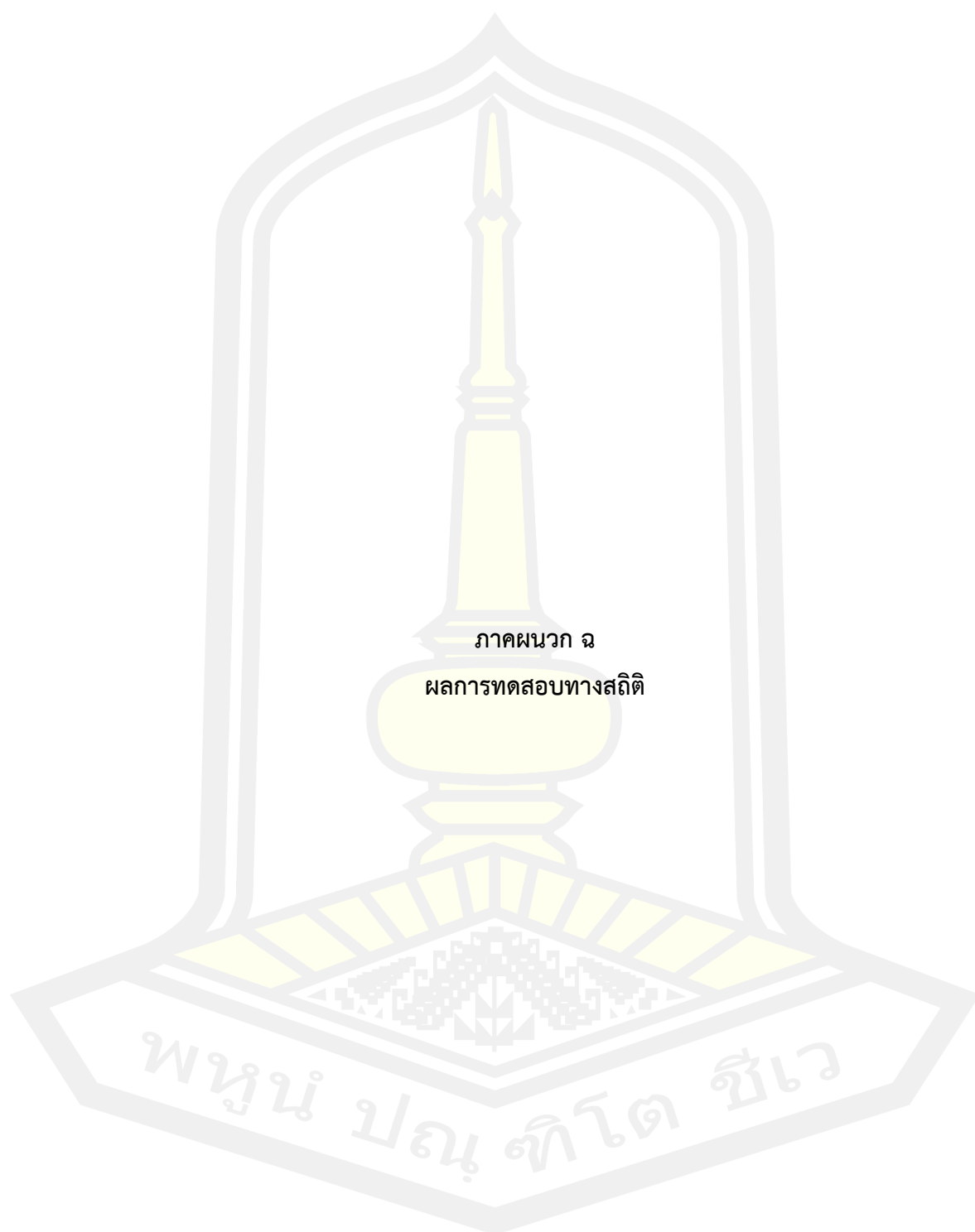


ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแบบแวนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่อง วงกลม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ของแบบวัดความพึงพอใจฉบับจริง จำนวน 20 ข้อ ได้ผลดังนี้

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\sum x$	IOC	ผลการ พิจารณา	หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5				
1	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
2	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
3	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	
4	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
5	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
6	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
7	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
8	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
9	1	1	1	1	1	5	1	ไม่สอดคล้อง	*
10	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
11	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
12	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
13	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
14	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
15	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
16	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
17	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
18	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
19	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
20	1	1	1	1	1	5	1	สอดคล้อง	*
รวม						100	20	สอดคล้อง	*
เฉลี่ย						5	1	สอดคล้อง	*

หมายเหตุ : *คือ ข้อที่นำไปใช้จริง



ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การตรวจสอบการกระจายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ แบบแนวฮิลี
โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ด้วยโปรแกรม SPSS

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ผลสัมฤทธิ์	.204	11	.200*	.931	11	.422

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

จากการวิเคราะห์สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม ของ นักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ แบบแนวฮิลี โดยใช้
โปรแกรมจีเอสพี มี การแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

พหุ ประถมศึกษา

วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบแผนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 20 คะแนน คือ 14 คะแนน)

สมมติฐานเพื่อการทดสอบ

$$H_0 : \mu \leq 14$$

$$H_1 : \mu > 14$$

T-Test

T-TEST

/TESTVAL=14

/MISSING=ANALYSIS

/VARIABLES=คะแนน

/CRITERIA=CI(.95).

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ผลสัมฤทธิ์	11	15.9091	3.11302	.93861

One-Sample Test						
Test Value = 14						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
ผลสัมฤทธิ์	2.034	10	.069	1.90909	-.1823	4.0004

$$\text{ค่า } p\text{-value} = \text{Sig. (2-tailed)} / 2 = 0.069 / 2 = 0.0345$$

จากผลการทดสอบ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องวงกลม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบแผนฮิลลี โดยใช้โปรแกรมจีเอสพี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ อนุรักษ์ จิตราพิเนตร
วันเกิด 25 ตุลาคม 2537
สถานที่เกิด มหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 72/2-3 ม.3 ต.หนองแสง อ.วาปีปทุม จ.มหาสารคาม 44120
ตำแหน่งหน้าที่การงาน ข้าราชการครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนบ้านหนองผือ ต.เสือเฒ่า อ.วาปีปทุม จ.มหาสารคาม 44120
ประวัติการศึกษา พ.ศ.2561 ปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ.2565 ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

