



ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์  
และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ชลธร พ่องแผ้ว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์  
และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ชลธาร ผ่องแผ้ว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

THE EFFECTS OF ACTIVE LEARNING MANAGEMENT WITH THINK TALK WRITE  
TECHNIQUE ON MATHEMATICAL CONCEPT AND COMMUNICATION ABILITIES OF  
MATHAYOMSUKSA III STUDENTS



CHONLATARN PHONGPAEW

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENTS FOR THE MASTER DEGREE OF EDUCATION  
IN MATHEMATICS TEACHING  
FACULTY OF EDUCATION  
BURAPHA UNIVERSITY

2022

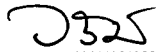
COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา  
วิทยานิพนธ์ของ ชลธาร ผ่องแผ้ว ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคาม  
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

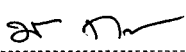
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

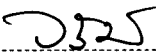
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก



(รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกะภทรขจร)

 ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒนาผล)

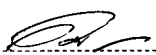
 กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

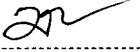


(ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์)

(รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกะภทรขจร)

 กรรมการ

(ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์)

 กรรมการ

(ดร.พรรณทิพา ตันตินัย)



(รองศาสตราจารย์ ดร. สญา ชีระวิชิตระกุล)

วันที่ 14 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2565

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาคามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย  
บูรพา



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)

วันที่ 16 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2565

62920070: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้เชิงรุก, เทคนิค Think Talk Write, มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์, การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ชลธาร ผ่องแผ้ว : ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (THE EFFECTS OF ACTIVE LEARNING MANAGEMENT WITH THINK TALK WRITE TECHNIQUE ON MATHEMATICAL CONCEPT AND COMMUNICATION ABILITIES OF MATHAYOMSUKSA III STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: เวช ฤทธิ์ อังคนะภักทรขจร, กศ.ด., คมสัน ตรีไพบูลย์, กศ.ด. ปี พ.ศ. 2565.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน 2) แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 3) แบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และ 4) แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่สำหรับกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test for one sample)

#### ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

62920070: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING; M.Ed. (MATHEMATICS TEACHING)

KEYWORDS: Active learning management, Think Talk Write technique, mathematical concept, mathematical communication

CHONLATARN PHONGPAEW : THE EFFECTS OF ACTIVE LEARNING MANAGEMENT WITH THINK TALK WRITE TECHNIQUE ON MATHEMATICAL CONCEPT AND COMMUNICATION ABILITIES OF MATHAYOMSUKSA III STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: VETCHARIT ANGGANAPATTARAKAJORN, Ed.D., KOMSAN TREEPIBOON, Ed.D. 2022.

The purposes of this research were 1) To compare mathematical concept on Circle after using Active learning management with Think Talk Write technique with 70 percent criterion 2) To compare mathematical communication ability on Circle after using Active learning management with Think Talk Write technique with 70 percent criterion. The sample was 45 Mathayomsuksa 3/10 students who were studying in second semester of 2021 school year at Phanatpittayakarn School. They were selected by cluster random sampling. The research instruments used in this research consisted of 1) 6 lesson plans 2) Mathematical concept test (with reliability of 0.72) 3) Mathematical speaking communication evaluation form and 4) Mathematical writing communication test (with reliability of 0.75). The statistics used for analyzing the collected data were mean, percentage, standard deviation t-test for one sample.

Research results found that

1) Mathematical concept on Circle of Mathayomsuksa III after using Active learning management with Think Talk Write technique higher than the criterion of 70 percent at .05 level of significance.

2) Mathematical communication ability on Circle of Mathayomsuksa III after using Active learning management with Think Talk Write technique higher than the criterion of 70 percent at .05 level of significance.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่คอยให้ คำปรึกษาและคำชี้แนะในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. มารุต พัฒนาผล ประธาน และ ดร.พรรมทิพา ตันตินัย กรรมการ ที่ให้ความเมตตากรุณาในการให้คำแนะนำและคำชี้แนะทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีความสำเร็จสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรถนพ แก้วขาว ดร.จตุพันธ์ รุจิรานุกูล คุณครูประนอม รื่นสุคนธ์ และคุณครูดารารัตน์ สายดารา สมุทร ที่กรุณาเสียสละเวลาในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้ดียิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการโรงเรียนทุกฝ่าย และคุณครู โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรีทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์และคอยอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 และนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 ที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือและการดำเนินการทดลอง จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติมิตรทุกท่าน ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอย สนับสนุน ให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือโดยตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จโดย สมบูรณ์

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นความกตัญญูกตเวทิตาแต่บิดา มารดา ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จจนตราบเท่าทุกวันนี้

ชลธาร ผ่องแผ้ว

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฐ
บทที่ 1 .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	9
สมมติฐานการวิจัย .....	9
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย .....	9
ขอบเขตของการวิจัย .....	10
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	11
กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	14
บทที่ 2 .....	15
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 .....	16
เทคนิค Think Talk Write .....	41
การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write.....	49
มโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ .....	52
ทักษะการสื่อสารและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ .....	71



งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	86
บทที่ 3 .....	89
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	89
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	90
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	90
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล .....	114
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	116
สถิติที่ใช้ในการหาคุนภาพเครื่องมือในการวิจัย .....	117
บทที่ 4 .....	120
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	120
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	120
บทที่ 5 .....	136
สรุปผลการวิจัย.....	137
อภิปรายผล .....	137
ข้อเสนอแนะ .....	142
บรรณานุกรม .....	144
ภาคผนวก .....	149
ภาคผนวก ก .....	150
ภาคผนวก ข .....	159
ภาคผนวก ค .....	198
ภาคผนวก ง.....	220
ภาคผนวก จ .....	223
ประวัติย่อของผู้วิจัย .....	230

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 มาตรฐานและตัวชี้วัดที่นำมาใช้ในงานวิจัย.....	20
ตารางที่ 2 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก .....	31
ตารางที่ 3 การสังเคราะห์ขั้นเทคนิค Think Talk Write .....	45
ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร ...	69
ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ .....	70
ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ สสวท. ....	82
ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ .....	83
ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของศศิธร แม้นสงวน .....	84
ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด .....	85
ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน .....	85
ตารางที่ 11 การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write.....	91
ตารางที่ 12 การวิเคราะห์แบบวัดแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม .....	100
ตารางที่ 13 เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ .....	105
ตารางที่ 14 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด .....	107
ตารางที่ 15 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน .....	112
ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	121
ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์.....	127

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	128
ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	129
ตารางที่ 20 ค่าประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่อง วงกลม.....	199
ตารางที่ 21 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มุมในครึ่งวงกลม และรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม จากผู้เชี่ยวชาญ.....	200
ตารางที่ 22 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มุมที่จุดศูนย์กลางมุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุม จากผู้เชี่ยวชาญ .....	201
ตารางที่ 23 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง คอร์ด ส่วนโค้งของวงกลม และคอร์ดที่ยาวเท่ากัน จากผู้เชี่ยวชาญ .....	202
ตารางที่ 24 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง คอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม จากผู้เชี่ยวชาญ .....	203
ตารางที่ 25 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลม และรัศมี จากผู้เชี่ยวชาญ .....	204
ตารางที่ 26 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม จากผู้เชี่ยวชาญ .....	205
ตารางที่ 27 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม .....	206
ตารางที่ 28 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม .....	207
ตารางที่ 29 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด .....	208
ตารางที่ 30 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน .....	209

ตารางที่ 31 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสารทาง  
 ทัศนศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม .....210

ตารางที่ 32 คะแนนมโนทัศน์ทางทัศนศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10212

ตารางที่ 33 คะแนนทักษะการสื่อสารทางทัศนศาสตร์ด้านการพูด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
 3/10.....214

ตารางที่ 34 คะแนนทักษะการสื่อสารทางทัศนศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่ 3/10 .....216

ตารางที่ 35 คะแนนทักษะการสื่อสารทางทัศนศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10.....218



## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	14
ภาพที่ 2 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกพร้อมกับ เทคนิค Think Talk Write.....	51
ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 3 คะแนน ด้านมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม .....	122
ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ด้านมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม .....	123
ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ด้านมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สำหรับกรณีที่ 1 .....	124
ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ด้านมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สำหรับกรณีที่ 2 .....	124
ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ด้านมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สำหรับกรณีที่ 3 .....	125
ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ด้านมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สำหรับกรณีที่ 1 .....	126
ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 3 คะแนน ด้านทักษะการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม .....	130
ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ด้านทักษะการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม .....	131
ภาพที่ 11 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ด้านทักษะการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม กรณีที่ 1 .....	132
ภาพที่ 12 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ด้านทักษะการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม กรณีที่ 2 .....	133

ภาพที่ 13 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ด้านทักษะการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม กรณีที่ 3.....	134
ภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ด้านทักษะการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม กรณีที่ 1.....	135
ภาพที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม โดย ใช้โปรแกรม SPSS .....	208
ภาพที่ 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม โดย ใช้โปรแกรม SPSS .....	211
ภาพที่ 17 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง.....	221
ภาพที่ 18 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จากการทำแบบประเมิน โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample.....	221
ภาพที่ 19 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม.....	222
ภาพที่ 20 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการทำแบบประเมิน และแบบวัด โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample.....	222

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560–2579 ในส่วนของการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ที่ 2: การผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัย และนวัตกรรม เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ เสนอว่า ยุทธศาสตร์ที่ 2 เป็นยุทธศาสตร์ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนที่มีสมรรถนะตรงกับความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและผลผลิต รวมทั้งเพิ่มผลิตภาพของกำลังแรงงานของประเทศ ด้วยการกำหนดกรอบทิศทางและเป้าหมายการผลิตและพัฒนากำลังคนที่ชัดเจนในสาขาต่าง ๆ การพัฒนาหลักสูตรการศึกษาในระดับต่าง ๆ ที่สอดคล้องเชื่อมโยงกับกรอบคุณวุฒิแห่งชาติและมาตรฐานอาชีพ/วิชาชีพ การจัดการเรียนการสอน การฝึกอบรมฝีมือแรงงาน และการฝึกงานที่มุ่งเน้นการปฏิบัติจริงอย่างครบวงจร ในสถานการณ์จริง พัฒนาฝีมือแรงงานระดับสูงในกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ ส่งเสริมการเรียนรู้ที่บูรณาการองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM Education) พัฒนาทักษะการใช้ภาษาอังกฤษ และพัฒนาครูอาชีพที่มีคุณภาพและมาตรฐาน เพื่อสร้างกำลังคนให้มีสมรรถนะตอบสนองต่อความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติและยุทธศาสตร์ประเทศไทย 4.0 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 150) ซึ่งจากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในวิชาที่ยังคงมีความสำคัญสำหรับการพัฒนาคน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาประเทศ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ และพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญ

ก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1) ซึ่งสอดคล้องกับยุพิน พิพิธกุล (2546, หน้า 1) ที่ได้กล่าวไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์ พิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่เราคิดขึ้นนั้น เป็นจริงหรือไม่ ด้วยวิธีคิดเราก็จะสามารถนำคณิตศาสตร์ ไปแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ช่วยให้คนเป็นผู้ที่มีเหตุผล เป็นคนที่ใฝ่รู้ ตลอดจน พยายามคิดสิ่งแปลกใหม่ คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญทางเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ดังกล่าว ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็น ความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ 1. ทักษะการแก้ปัญหา 2. ทักษะ การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ 3. ทักษะการเชื่อมโยง 4. ทักษะการให้เหตุผล และ 5. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1) สำหรับทักษะการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์จะช่วยให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้สื่อสารกับผู้รับสาร โดยในกระบวนการ สื่อสาร ผู้สื่อสารจะต้องจัดระบบความคิดและสื่อเป็นภาษาพูดหรือเขียนให้ผู้รับสารเข้าใจตรงกัน ในขณะที่ผู้รับสารก็ต้องทำความเข้าใจ และคิดตามในสิ่งที่ผู้สื่อสารพูดหรือเขียน (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 57) สอดคล้องกับเวทฤทธิ อังกะนภัทธจร (2554, หน้า 48-49) ที่กล่าวถึง ทักษะการสื่อสารด้านการพูดและด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ โดยทักษะการสื่อสารด้านการพูด จะช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ เรียนรู้วิธีคิด และมีความชัดเจนในสิ่งที่คิด เนื่องจากการให้นักเรียน ได้พูดอธิบายทำให้เกิดการผสมผสานความรู้ และการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนภายในกลุ่ม และเพื่อน ในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนแต่ละคนสามารถขยายแนวคิดของกันและกัน ช่วยให้เกิดความชัดเจน ในงานหรือกระบวนการทำงานมากขึ้น และทักษะการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ก็เป็น ทักษะที่ช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องราวหรือปัญหา และช่วยในการพัฒนา ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น เนื่องจาก การเขียนให้ผู้อื่นอ่าน นักเรียนจะต้องใช้ ความระมัดระวังมากกว่าการพูด จึงต้องมีการทบทวน ไตร่ตรองให้แน่ใจว่าความหมายของสิ่งที่ กำลังเขียนหรืออธิบายนั้นชัดเจนและตรงตามที่ตนเองต้องการสื่อให้ผู้อื่นทราบ และเป็นการกระตุ้น ให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดในระดับสูง เพื่อตอบคำถามที่ว่า “อย่างไร” และ “ทำไม” มากกว่า “อะไร” และ “ที่ไหน”



นอกจากการสอนให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์แล้ว มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ต้องพัฒนาให้นักเรียนเกิดควบคู่ไปกับทักษะ เพราะทักษะและความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นของคู่กัน (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 11) สำหรับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ที่จะทำให้ครูสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเชื่อมโยงไปสู่การใช้งานของคณิตศาสตร์ได้ นักวิชาการมากมายแสดงความคิดเห็นว่าครูจะสอนคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี ถ้าครูขาดมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่สอน ในขณะที่เดียวกัน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก็มีความสำคัญมากสำหรับนักเรียนในการคิด การเรียนรู้ และการทำงานทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์จะทำให้นักเรียนเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และสามารถนำสิ่งเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคยได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2557, หน้า 17)

แม้ว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต แต่การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยก็ยังคงไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เห็นได้จากผลการทดสอบระดับชาติ (O-NET) ซึ่งเป็นการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน เพื่อทดสอบความรู้และความคิดรวบยอดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สทศ., 2559, หน้า 1) โดยผลการสอบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560, 2561 และ 2562 คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ที่ 26.30, 30.04 และ 26.73 (สทศ., 2563) ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของการประเมินร้อยละ 50 นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการสอบในระดับสถานศึกษาของโรงเรียนพนัสพิทยาคาร อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2560, 2561 และ 2562 เท่ากับ 43.92, 44.78 และ 40.20 คะแนน (สทศ., 2563) เมื่อนำมาจำแนกคะแนนเฉลี่ยตามมาตรฐานการเรียนรู้ พบว่าคะแนนเฉลี่ยตามสาระที่ 3 เรขาคณิต มาตรฐานการเรียนรู้ ค 3.2 ปี 2560, 2561 และ 2562 เท่ากับ 40.35, 40.73 และ 19.36 คะแนนตามลำดับ (สทศ., 2563) ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของการประเมินร้อยละ 50 นอกจากนี้ สสวท. (2555) ได้เสนอ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาสาระเรขาคณิตที่อาจพบได้บ่อย คือ 1. สับสนเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์ เช่น  $AB$ ,  $\overline{AB}$ ,  $m(\overline{AB})$  และ  $\overleftrightarrow{AB}$  2. ขาดความเข้าใจในข้อตกลงเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์แทนมุมและขนาดของมุม เช่น  $\widehat{ABC}$  และ  $m(\widehat{ABC})$  และเมื่อพิจารณาถึงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ซึ่งจัดเป็นหนึ่งในเนื้อหาสาระเรขาคณิตที่มีการใช้สัญลักษณ์ทาง

คณิตศาสตร์อยู่บ่อยครั้ง และประกอบไปด้วยทฤษฎีบทของวงกลมอีกมากมาย จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ยังประสบปัญหาในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ดังที่ Jeopardy (2013) ได้กล่าวถึง มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกี่ยวกับทฤษฎีบทของวงกลมไว้คือ ทฤษฎีบทรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ไม่คำนึงถึงจุดยอดทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยมที่จะต้องอยู่บนวงกลม จึงจะใช้ทฤษฎีบทนี้ได้ จึงทำให้เกิดข้อผิดพลาดอยู่เสมอเมื่อนำทฤษฎีบทนี้ไปใช้ และงานวิจัยของ Essay Sauce (2019) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทของวงกลมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา พบว่า นักเรียนยังประสบปัญหาเกี่ยวกับการนำทฤษฎีบทของวงกลมไปใช้ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ใช้การท่องจำมากกว่าความเข้าใจในทฤษฎีบทนั้น ๆ จึงทำให้นักเรียนไม่เข้าใจเกี่ยวกับมุมชนิดต่าง ๆ ของวงกลม ส่งผลต่อการนำทฤษฎีบทต่าง ๆ ของวงกลมไปใช้ จากที่กล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่า สาเหตุที่นักเรียนส่วนใหญ่ยังประสบปัญหาในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ส่วนหนึ่งมาจากนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

อีกทั้งจากผลการประเมินระดับนานาชาติ PISA (Program for International Student Assessment) ซึ่งเป็นข้อสอบที่เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้ และทักษะในชีวิตจริง โดยลักษณะของข้อสอบ PISA จะมีการนำสถานการณ์ในชีวิตจริงมาให้นักเรียนอ่าน แต่ละสถานการณ์อาจมีหลายคำถามและหลากหลายรูปแบบในการตอบคำถาม เช่น เลือกลง เขียนตอบสั้น ๆ และให้นักเรียนเขียนอธิบายและแสดงแนวคิดผ่านทางกรเขียน (สสวท., 2563) โดยผลการประเมิน PISA ในปี 2012, 2015 และ 2018 ในด้านความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ พบว่าประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 427, 415 และ 419 คะแนน ตามลำดับ (สสวท., 2563) ซึ่งผลคะแนนดังกล่าวต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มประเทศ OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) คือ 494, 490 และ 489 คะแนนตามลำดับ (สสวท., 2563) ด้วยลักษณะข้อสอบที่เน้นให้นักเรียนได้เขียนอธิบาย จึงทำให้ทราบว่านักเรียนยังขาดทักษะการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับผลการประเมินระดับนานาชาติ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ซึ่งเป็นการประเมินครอบคลุมด้านเนื้อหาวิชา และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยผลการประเมิน TIMSS 2007, 2011 และ 2015 พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ที่ 441, 427 และ 431 คะแนน ตามลำดับ (สสวท., 2563) เมื่อจำแนกตามด้านเนื้อหาวิชา เรื่อง เรขาคณิต ประเทศไทยมีผลการประเมินโครงการ TIMSS 2007, 2011, 2015 อยู่ที่ 442, 415 และ 429 คะแนนตามลำดับ ซึ่งคะแนนดังกล่าวต่ำกว่าค่ากลางที่โครงการ TIMSS ได้กำหนดไว้ คือ 500 คะแนน (สสวท., 2558) สำหรับด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ผลการประเมินที่น่าสนใจ พบว่า

ประเทศไทยทำคะแนนได้น้อยโดยเฉพาะข้อสอบที่วัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้ระดับสูง รวมทั้งข้อสอบที่วัดการแก้ปัญหาและการถ่ายทอดความคิดที่เป็นเหตุเป็นผลออกมาเป็นภาษาเขียน ซึ่งต้องอาศัยความสามารถด้านภาษาทั้งการอ่านและการเขียนควบคู่ไปด้วย (ศศิธร แม้นสงวน, 2556, หน้า 337) สอดคล้องกับการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ TIMSS พบว่านักเรียนไทยทำข้อสอบที่เป็นอัตนัยด้วยการเขียนอธิบายความไม่ได้ และความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ประกอบกับการยกตัวอย่างประกอบที่เป็นเหตุผลต่าง ๆ และการเขียนข้อความยาว ๆ ไม่ได้เช่นกัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการจัดการเรียนการสอนที่เป็นการสอนเนื้อหาวิชา และการท่องจำมากกว่าการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรียบเรียง และการเขียนสื่อความ ทำให้นักเรียนเก่งในการทำข้อสอบแบบใช้ความจำมากกว่าการคิดวิเคราะห์ ส่งผลต่อการเขียนสื่อความเพื่อแสดงผลประกอบ อันเนื่องมาจากไม่ได้เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ (สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์, 2550, หน้า 3-4) นอกจากนี้จากการสัมภาษณ์ครูที่สอนในวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาเป็นเวลานานมากกว่า 10 ปี ทำให้ทราบว่า นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม เพราะนักเรียนส่วนใหญ่เน้นการท่องจำทฤษฎีบทต่าง ๆ ของวงกลม ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำทฤษฎีบทเหล่านั้นมาใช้ในการอธิบายคำตอบได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโจทย์ที่มีความซับซ้อน ซึ่งต้องอาศัยความเข้าใจในการเลือกใช้ทฤษฎีบทให้สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนด ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถทำโจทย์ในลักษณะเช่นนี้ได้ เนื่องจากนักเรียนขาดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม อีกทั้ง เมื่อครูเปิดโอกาสให้นักเรียนออกมาอธิบายแนวคิดในการหาคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายแนวคิดของตนเองได้ เช่น เมื่อนักเรียนต้องการกล่าวถึงมุมใดมุมหนึ่ง นักเรียนส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีชี้ไปที่มุมที่ต้องการกล่าวถึง และใช้คำในการระบุมุมง่าย ๆ ว่า “มุมนี้” “มุมนั้น” จึงทำให้เพื่อนในห้องเรียนเกิดความสับสนในสิ่งที่นักเรียนอธิบาย ซึ่งควรจะใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการระบุชื่อมุมต่าง ๆ ให้ชัดเจน เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันกับเพื่อนในห้องเรียน นอกจากนี้เมื่อครูกำหนดโจทย์ที่มีลักษณะเกี่ยวกับการหาขนาดของมุม โดยให้นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบหรือสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจถึงขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ (ประนอม รื่นสุคนธ์, สัมภาษณ์, 15 พฤษภาคม 2563)

จากผลการสอบและผลจากการสัมภาษณ์ดังกล่าว สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนยังประสบปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสาเหตุหนึ่งมาจากความคุ้นเคยในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของครูที่ยังคงสอนเพื่อให้ความรู้แก่นักเรียน นักเรียนเรียนจากครู ทำโจทย์ตามตัวอย่าง และหาคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว

(สวท., 2558, หน้า 45) ซึ่งสอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2558, หน้า 16) ที่กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยทั่วไป ยังเน้นที่การทำงานตามขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์มากกว่ามโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน ทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากบริบทเดิมได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อปัญหาเป็นสถานการณ์ที่ซับซ้อน ไม่คุ้นเคย หรือต้องการใช้การแปลความหมายทางคณิตศาสตร์ นักเรียนอาจไม่สามารถใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่คุ้นเคยแก้ปัญหาได้ทันที แต่อาจต้องการความเข้าใจหรือมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ มาประกอบการคิด ประกอบกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผ่านมายังไม่ได้นั้น เรื่องการสื่อสารมากนัก นักเรียนจึงมีความสามารถในด้านนี้ไม่ดีพอ จะเห็นได้จากที่นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นได้เห็นภาพรวมหรือเข้าใจประเด็นสำคัญ ๆ ของสิ่งที่จะนำเสนอได้ การพัฒนานักเรียนให้สามารถสื่อสารได้จึงมีความจำเป็น (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 56-57) ดังนั้น ครูจึงควรปรับปรุงรูปแบบการสอนด้วยการลดบทบาทของครูมาเป็นผู้สนับสนุนในการเรียน ให้คำแนะนำ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดและเขียนแสดงความคิดเห็น ลงมือปฏิบัติโดยการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน หรือการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ (ยุพิน พิพิธกุล, 2539, หน้า 3-4)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ จากการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น ซึ่งนักเรียนได้มีบทบาทในการแสวงหาความรู้ ได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครู จนเกิดความรู้ความเข้าใจ และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วิภาดา พินลา และวิภาพรรณ พินลา, 2562, หน้า 3) ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีลักษณะสำคัญ คือ การส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมในหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง นักเรียนจะได้มีการนำเสนอมากกว่าเป็นผู้รับฟังความรู้จากครูเพียงอย่างเดียว (พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข, 2560, หน้า 3) โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวก (สถาพร พงษ์พิพิธกุล, 2555, หน้า 5) โดยจะมีการลดบทบาทของครูลงเหลือเพียงผู้คิดและเตรียมกิจกรรมที่ใช้การจัดการเรียนการสอน โดยครูคอยอำนวยความสะดวก ซึ่งจะทำให้ นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการจะทำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น (บุรหงา วัฒนนะ, 2546, หน้า 30-31)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุกสามารถสรุปเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้มีความพร้อมในการร่วมกิจกรรม โดยการแจ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้าง

องค์ความรู้ใหม่ 2. ชั้นปฏิบัติการ เป็นชั้นที่ให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อลงมือปฏิบัติการ  
 ที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนได้คำตอบหรือองค์ความรู้

3. ชั้นอภิปรายและสรุป เป็นชั้นที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดที่ได้จากการปฏิบัติการและ  
 ดำเนินการสะท้อนคิดและอภิปรายในชั้นเรียน เพื่อร่วมกันสรุปคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่ถูกต้อง

4. ชั้นประยุกต์ใช้ เป็นชั้นที่ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ใน  
 สถานการณ์ใหม่ (Hazzan Lapidot & Ragonis, 2011, pp. 17-18; Hazzan et al., 2011, pp. 19-20;  
 บัญญัติ ชำนาญกิจ, 2549, หน้า 5-6; เชาวฤทธิ์ จงเกษกรณ, 2562, หน้า 32 – 33; วิภาดา พินลา  
 และวิภาพรรณ พินลา, 2562, หน้า 3) จากขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกข้างต้นจะเห็นได้ว่า  
 การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการพัฒนามโนทัศน์ทาง  
 คณิตศาสตร์ สังกัดได้จากในชั้นที่ 2 ชั้นปฏิบัติการ การลงมือปฏิบัติการจะทำให้ให้นักเรียน  
 เกิดความเข้าใจและสามารถสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองได้ และในชั้นที่ 3 ชั้นอภิปรายและสรุป  
 การให้นักเรียนร่วมกันสะท้อนคิดและอภิปรายในชั้นเรียนจะทำให้ทุกคนสามารถสรุป  
 มโนทัศน์ได้ถูกต้องและสมบูรณ์ และสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้ในชั้นที่ 4 ชั้นประยุกต์ใช้  
 นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้เชิงรุกยังช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากใน  
 ชั้นที่ 2 ชั้นปฏิบัติการ และชั้นที่ 3 ชั้นอภิปรายและสรุป นักเรียนจะได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้  
 ร่วมกัน ซึ่งทำให้นักเรียนได้ใช้การพูดและการเขียนในการอธิบายแนวคิดของตนเอง นักเรียนจึง  
 ได้รับการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งด้านการพูดและด้านการเขียนอีกด้วย  
 สอดคล้องกับ จากงานวิจัยของพลศรี ทองวิเศษ (2562, หน้า 197) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้  
 คณิตศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้เชิงรุกที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และมโนทัศน์ทาง  
 คณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่รับการจัดการเรียนรู้  
 คณิตศาสตร์ โดยใช้การเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง อสมการ มีมโนทัศน์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่า  
 เกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของพรณทิกา ทองนวล (2554)  
 ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง  
 การเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง  
 ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการ  
 สื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้  
 อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัด  
 การเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
 ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้  
 ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .01 ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุกจึงเป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้เชิงรุกให้ประสบความสำเร็จได้นั้นย่อมเกิดจากปัจจัยหลายประการ ดังที่ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ (2551, หน้า 3) ได้กล่าวถึงการบรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่า ครูจะต้องเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการสร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม การเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับครูและเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแสงสุรีย์ ดวงคำน้อย (2561, หน้า 71) ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ว่า กิจกรรมที่จะบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ ต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเสนอแนวคิดส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันอย่างมีความสุข ซึ่งเทคนิค Think Talk Write เป็นเทคนิคหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมและส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงแนวความคิด และมีโอกาสตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดตนเองผ่านการอภิปรายร่วมกับผู้อื่น และได้จดบันทึกสิ่งที่ได้อย่างถูกต้อง (Huinker & Laughlin, 1996, pp.81) ซึ่งการสอน โดยใช้เทคนิค Think Talk Write ประกอบด้วยขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ 1. การคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูจัดกลุ่มให้กับนักเรียน แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ครูกำหนดให้ พร้อมทั้งจดบันทึกสิ่งที่ได้จากกิจกรรม หรือข้อสงสัยโดยใช้ภาษาของตนเอง 2. การพูด (Talk) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการอภิปรายกันภายในกลุ่มหรือเพื่อนในชั้นเรียนจากสิ่งที่ได้จดบันทึกไว้เพื่อสะท้อนแนวคิดของตัวเอง 3. การเขียน (Write) เป็นขั้นที่นักเรียนเขียนสรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย (Huinker & Laughlin, 1996, p. 81; Dila, 2012; Silver & Smith 1996, p. 21, อ้างถึงใน Dila, 2012; Matematika, 2008; Lencana, 2013; Muchlisin, 2014; Mayakusuma, 2012)

จากขั้นตอนของเทคนิค Think Talk Write ข้างต้น จะเห็นได้ว่า เทคนิค Think Talk Write เป็นเทคนิคที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภารัตน์ ภิรมย์ราช (2555) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิค Think Talk Write ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียน โดยใช้เทคนิค Think Talk Write ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และในทำนองเดียวกันกับงานวิจัยของพัชราภรณ์ ทองนาค (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิค Think Talk Write จึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write มาใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนานโนทัศน์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วงกลม โดยผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และครูคณิตศาสตร์ที่จะนำผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70

### สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write มีทักษะในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ครูได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write เพื่อพัฒนานโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2. นักเรียนได้พัฒนานโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## ขอบเขตของการวิจัย

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรายวิชา ค23102 คณิตศาสตร์6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร อำเภอพนัสนิคม จังหวัด ชลบุรี จำนวน 8 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนจำนวน 358 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 จำนวน 45 คน ที่เรียนรายวิชา ค23102 คณิตศาสตร์6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละ ความสามารถ

### ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write

ตัวแปรตาม ได้แก่ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม และทักษะการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง วงกลม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย

1. มุมในครึ่งวงกลมและรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม	2	คาบ
2. มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมและความยาวส่วนโค้งของวงกลม มุมในส่วนโค้งของวงกลมและความยาวส่วนโค้งของวงกลม มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน	2	คาบ
3. คอร์ดและความยาวส่วนโค้ง	2	คาบ
4. คอร์ดและส่วนของเส้นตรงที่ผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม	2	คาบ
5. เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี	2	คาบ
6. เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม	2	คาบ
รวม	12	คาบ



### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยด้วยการสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งใช้เวลาในการทำวิจัย 14 คาบ คาบละ 55 นาที แบ่งเป็นการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ 12 คาบ และการสอบ 2 คาบ

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้เชิงรุก หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นผู้กระทำหรือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น มีการแสดงความคิดเห็น อภิปราย สะท้อนคิด เพื่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน

1.1 ชั้นเตรียมความพร้อม ชั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้มีความพร้อมในการร่วมกิจกรรม โดยการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่

1.2 ชั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนได้คำตอบหรือองค์ความรู้

1.3 ชั้นอภิปรายและสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและดำเนินการสะท้อนคิดและอภิปรายในชั้นเรียน เพื่อร่วมกันสรุปคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่ถูกต้อง

1.4 ชั้นประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

2. เทคนิค Think Talk Write หมายถึง กลวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างแข็งขันและส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงแนวความคิดของตนเองผ่านการพูด และการเขียน ซึ่งเทคนิค Think Talk Write ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูจัดกลุ่มให้กับนักเรียน แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ครูกำหนดให้ พร้อมทั้งจดบันทึกสิ่งที่ได้จากกิจกรรม หรือข้อสงสัยโดยใช้ภาษาของตนเอง

2.2 การพูด (Talk) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการอภิปรายกันภายในกลุ่มหรือเพื่อนในชั้นเรียนจากสิ่งที่ได้จดบันทึกไว้ เพื่อสะท้อนแนวคิดของตัวเอง

2.3 การเขียน (Write) เป็นขั้นที่นักเรียนเขียนสรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย

3. การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write หมายถึง การจัดการเรียน การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นผู้กระทำ หรือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้นและส่งเสริมให้ นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงแนวความคิดของตนเองผ่านทาง การพูด และการเขียน โดยมีครู เป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้มีความพร้อมในการร่วม กิจกรรม โดยการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐาน ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่

3.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ ได้รับมอบหมาย โดยให้นักเรียนได้คิด (Think) แล้วจดบันทึกสิ่งที่ได้จากกิจกรรมหรือข้อสงสัยโดย ใช้ภาษาของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนพูด (Talk) อภิปรายกันภายในกลุ่มจากสิ่งที่ได้จดบันทึกไว้ เพื่อสะท้อนแนวคิดของตนเอง เมื่อนักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนได้คำตอบหรือ องค์ความรู้แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย

3.3 ขั้นอภิปรายและสรุป เป็นขั้นที่ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอ แนวคิดที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและดำเนินการสะท้อนคิดและอภิปรายในชั้นเรียน (Talk) จาก สิ่งที่ได้จดบันทึกไว้ เพื่อร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้อง แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้ จากการอภิปรายอีกครั้งหนึ่ง

3.4 ขั้นประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนคิด (Think) และนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ที่ครูกำหนด จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมา พูด (Talk) อภิปรายแนวความคิดที่ใช้ในการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย

4. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของบุคคลที่ สามารถแยก หรือจัดกลุ่มสิ่งที่เหมือนกันให้เป็นสิ่งเดียวกัน โดยอธิบายออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ

5. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ให้กับผู้อื่น ผ่านการพูด การเขียน โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.1 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูด หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการพูด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 4 ระดับ จำนวน 4 ข้อ

5.2 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการเขียน โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อความหมายได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ซึ่งวัดได้จากคะแนนของนักเรียนที่ทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ

6. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ โดยวิเคราะห์จากคะแนนในการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่อง วงกลม ของนักเรียน ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งอยู่ในระดับดีตามที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนด (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2553, หน้า 22)

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

<p><b>ขั้นตอนการวิจัยเชิงรุก</b> (Hazzan Lapidot &amp; Ragonis, 2011, pp. 17-18; Hazzan et al., 2011, pp. 19-20; บัญญัติ ชำนาญกิจ, 2549, หน้า 5-6; เซวาททซ์ จงเกษภรณ, 2562, หน้า 32 – 33; วิภาดา พิณลา และวิภาพรณ พิณลา, 2562, หน้า 3)</p> <p>1. <b>ขั้นเตรียมความพร้อม</b> เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้มีความพร้อมในการร่วมกิจกรรม โดยการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่</p> <p>2. <b>ขั้นปฏิบัติกิจกรรม</b> เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อลงมือทดลองมีปฏิบัติการที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นให้นักเรียนได้ใช้การคิดของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนพูด (Talk) อภิปรายกันภายในกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนได้คำตอบหรือองค์ความรู้แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย</p> <p>3. <b>ขั้นอภิปรายและสรุป</b> เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้คิดที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและดำเนินการอภิปรายในชั้นเรียน (Talk) จากสิ่งที่ได้จัดบันทึกไว้ เพื่อร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้อง แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปรายอีกครั้งหนึ่ง</p> <p>4. <b>ขั้นประยุกต์ใช้</b> เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนคิด (Think) และนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ที่ครูกำหนด จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมาพูด (Talk) อภิปรายแนวความคิดที่ใช้ในกราทำตอบหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย</p>
---

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

<p><b>การเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write</b></p> <p>1. <b>ขั้นเตรียมความพร้อม</b> เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้มีความพร้อมในการร่วมกิจกรรม โดยการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่</p> <p>2. <b>ขั้นปฏิบัติกิจกรรม</b> เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย โดยให้นักเรียนได้ใช้การคิด (Think) แล้วจัดบันทึกสิ่งที่ได้จากการคิดหรือข้อสงสัยโดยใช้ภาษาของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนพูด (Talk) อภิปรายกันภายในกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนได้คำตอบหรือองค์ความรู้แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย</p> <p>3. <b>ขั้นอภิปรายและสรุป</b> เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้คิดที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและดำเนินการอภิปรายในชั้นเรียน (Talk) จากสิ่งที่ได้จัดบันทึกไว้ เพื่อร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้อง แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปรายอีกครั้งหนึ่ง</p> <p>4. <b>ขั้นประยุกต์ใช้</b> เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนคิด (Think) และนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ที่ครูกำหนด จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมาพูด (Talk) อภิปรายแนวความคิดที่ใช้ในกราทำตอบหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย</p>
---

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม
2. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

<p><b>เทคนิค Think Talk Write</b> (Hunkler &amp; Laughlin, 1996, p. 81; Dila, 2012; Silver &amp; Smith 1996, p. 21, อ้างถึงใน Dila, 2012; Matematika, 2008; Lencana, 2013; Muchlisin, 2014; Mayakusuma, 2012)</p> <p>1. การคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูจัดกลุ่มให้กับนักเรียน แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมที่กำหนดไว้ พร้อมจดบันทึกสิ่งที่ได้จากการปฏิบัติ หรือข้อสงสัยโดยใช้ภาษาของตนเอง</p> <p>2. การพูด (Talk) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการอภิปรายกันภายในกลุ่มหรือเพื่อนในชั้นเรียน จากสิ่งที่ได้จัดบันทึกไว้ เพื่อสะท้อนแนวคิดของตัวเอง</p> <p>3. การเขียน (Write) เป็นขั้นที่นักเรียนเขียนสรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย</p>
---

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
  - 1.1 ความสำคัญของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.2 เป้าหมายของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.3 คุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
  - 1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
  - 1.5 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้เชิงรุก
  - 2.1 ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
  - 2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
  - 2.3 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
  - 2.4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
  - 2.5 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
  - 2.6 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
  - 2.7 วิธีการสอนและเทคนิคการสอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
3. เทคนิค Think Talk Write
  - 3.1 ความหมายของเทคนิค Think Talk Write
  - 3.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write
  - 3.3 บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write
4. การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write

5. มโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
  - 5.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
  - 5.2 ความสำคัญของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
  - 5.3 แนวทางในการพัฒนามโนทัศน์
  - 5.4 การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
6. ทักษะการสื่อสารและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 6.1 ความหมายของทักษะการสื่อสารและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 6.2 ความสำคัญของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 6.3 แนวทางการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 6.4 การประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

**ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**

**ความสำคัญของคณิตศาสตร์**

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ และพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1)

### เป้าหมายของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนเมื่อจบหลักสูตร ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 2)

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎีในสาระคณิตศาสตร์ที่จำเป็น พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ได้
2. มีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงให้เหตุผล และมีความคิดสร้างสรรค์
3. มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สามารถนำ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น ตลอดจนการประกอบอาชีพ
4. มีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม เพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน และการแก้ปัญหอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

### คุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดคุณภาพของนักเรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 4)

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริงและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
5. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

6. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

7. มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

8. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

9. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

10. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

11. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

12. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

13. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

14. มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

15. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็น และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งได้กำหนดคุณภาพนักเรียนไว้ว่า มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์



### สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 2)

#### สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

#### สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

#### สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ทั้งหมด 3 สาระ 7 มาตรฐาน ซึ่งผู้วิจัยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ซึ่งสอดคล้องกับสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้ โดยมีรายละเอียดของมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 มาตรฐานและตัวชี้วัดที่นำมาใช้ในงานวิจัย

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปร่างเรขาคณิต สมบัติของรูปร่างเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้	เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	วงกลม - วงกลม คอร์ด และเส้นสัมผัส - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม

### ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ได้แก่ความสามารถดังต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 3)

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง
2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผลและนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน
3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง
4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ
5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดเดิมที่มีอยู่ หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไว้ทั้งหมด 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการให้เหตุผล และทักษะการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

### การจัดการเรียนรู้เชิงรุก

#### ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ ดังนี้

วัชรดา เล่าเรียนดี, ปรณัฐ กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์ (2560, หน้า 65) ได้กล่าวถึงทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่า จัดว่าเป็นหลักการที่สำคัญประการหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ หลักการดังกล่าวเป็นไปตามปรัชญาการศึกษาแนววิวัฒนาการนิยม ซึ่งมี Dewey เป็นนักคิดคนสำคัญที่มีจุดเน้นให้นักเรียนเป็นผู้คิด เป็นผู้ไตร่ตรองสะท้อนคิด และเป็นผู้ปฏิบัติ และอยู่บนฐานทฤษฎีกลุ่มความคิดความเข้าใจ กลุ่มสร้างความรู้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2560, หน้า 3) ได้กล่าวถึงทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. ปรัชญาการศึกษาพิพัฒนาการนิยม มีแนวคิดมาจากนักปรัชญาการศึกษาคนสำคัญคือ John Dewey ซึ่งมีความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้จากการลงมือทำที่เรียกว่า การเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ ได้รับอิสระในการริเริ่มความคิดและลงมือตามที่คิด แล้วจึงสร้างเป็นองค์ความรู้ขึ้นมา

2. ทฤษฎีสรรคนิยม หรือที่รู้จักกันทั่วไปก่อนหน้านี้นี้ว่า ทฤษฎีสร้างองค์ความรู้เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มปัญญานิยม นักจิตวิทยาที่เป็นรากฐานสำคัญของทฤษฎีนี้ คือ Piaget และ Vygotsky มีมุมมองเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนว่าเป็นกระบวนการทางความคิดหรือกระบวนการทางสมอง ซึ่งเกิดขึ้นภายในตัวบุคคลในช่วงของการเรียนรู้ นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้นจากประสบการณ์ส่วนบุคคลที่ได้ปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและสิ่งแวดล้อมรอบตัวมากกว่าการเป็นผู้รับความรู้

3. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนที่มีเป้าหมายในการทำงานเดียวกัน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แบบละความสามารถ โดยทั่วไปมีจำนวน 4 คน สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มต่างทำหน้าที่ของตน รับผิดชอบ

ต่องานที่ได้รับมอบหมาย และร่วมรับผิดชอบงานของสมาชิกกลุ่มของตน เพื่อให้บรรลุผลการเรียน ที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและกลุ่มทำงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นไปตามปรัชญาพัฒนาการนิยมนิยม หรือการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ เป็นแนวคิดที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีสร้างองค์ความรู้ ซึ่งมีแนวคิดว่านักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้นจากประสบการณ์ส่วนบุคคลที่ได้ปฏิสัมพันธ์กับบุคคล และสิ่งแวดล้อมรอบตัวมากกว่าการเป็นผู้รับความรู้ และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้ร่วมกันของนักเรียนที่มีเป้าหมายในการทำงานเดียวกัน

### ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

มีหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ ดังนี้

Bonwell & Eison (1991, อ้างถึงใน วิชัย เสวกงาม, 2561) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถได้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่มากกว่าการนั่งฟัง พวกเขาจะต้องได้อ่าน เขียน อภิปราย หรือมีส่วนเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาต่าง ๆ และที่สำคัญที่สุด นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดขั้นสูง นั่นคือ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2558, หน้า 17) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่า เป็นกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้กระทำ หรือปฏิบัติด้วยตนเอง ด้วยความกระตือรือร้น เช่น ได้คิด ค้นคว้า ทดลอง รายงาน ทำโครงการ สัมภาษณ์ แก้ปัญหา ฯลฯ ได้ใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง ครูทำหน้าที่ เตรียมการจัดบรรยากาศการเรียนรู้ จัดสื่อสิ่งเร้าเสริมแรง ให้คำปรึกษาและสรุปสาระการเรียนรู้ร่วมกัน

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 4) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนจะต้องเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการพูดคุย การเขียน การอ่าน การสะท้อนคิด หรือการตั้งคำถาม หรือเป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนเกิดการเคลื่อนไหว นำตื่นเต้น สนุกสนาน สอดคล้องกับความสนใจของตนเอง อาจใช้เวลา 2-3 นาที หรือทั้งคาบเรียน สามารถจัดกิจกรรมแบบเดี่ยว หรือแบบกลุ่มก็ได้

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557, หน้า 3) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับหลายสิ่ง เช่น ประสบการณ์ ความสนใจ

ความกระตือรือร้น และการมีส่วนร่วมของนักเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้จะมุ่งเน้นความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตัวนักเรียนเองให้เพิ่มมากขึ้น

สถาพร พฤษพิศกุล (2555, หน้า 5) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่าเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวความคิดสร้างสรรค์ทางปัญญาที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้แนะนำ กระตุ้นหรืออำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยกระบวนการคิดขั้นสูง กล่าวคือ นักเรียนมีการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าจากสิ่งที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศักดิ์ ไชยกิจปัญญา (2548, หน้า 12) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่าเป็นการเรียนที่นักเรียนต้องหาความหมายและทำความเข้าใจด้วยตนเองหรือร่วมกันกับเพื่อน เช่น ร่วมสืบค้นหาคำตอบ ร่วมอภิปราย ร่วมนำเสนอ และสรุปความคิดรวบยอดร่วมกัน หรือ อีกนัยหนึ่งคือการเปลี่ยนนักเรียนจากการเป็นผู้ฟังอย่างเดียวมาเป็นนักเรียนที่ร่วมกิจกรรมการแสวงหาความรู้ที่ครูกำหนด

จรรยา ดาสา (2552, หน้า 72-73) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนจะได้เชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่จากการได้คิด ได้ปฏิบัติระหว่างการเรียนการสอน

ปรีชาญ เดชศรี (2545, หน้า 53) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทั้งในเชิงทักษะต่าง ๆ เช่น การทดลอง การสำรวจตรวจสอบ และปฏิบัติเพื่อพัฒนาเชาว์ปัญญา เช่น การคิดแก้ปัญหา วิเคราะห์วิจารณ์ หรือการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ เพื่อแทนที่การเรียนการสอนที่ครูบอกเล่าให้นักเรียนได้ฟังเพียงด้านเดียว

บุหงา วัฒนะ (2546, หน้า 30-31) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยร่วมมือระหว่างนักเรียนด้วยกัน ในการนี้ครูต้องลดบทบาทในการสอนและการให้ข้อความรู้แก่นักเรียนโดยตรงลง แต่ไป

เพิ่มกระบวนการและกิจกรรมที่จะทำให้ นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น และอย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยการพูดการเขียน การอภิปรายกับเพื่อน ๆ

วิภาดา พินลา และวิภาพรรณ พินลา (2562, หน้า 3) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่า เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ จากการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น ทำให้เกิดการพัฒนาเป็นความคิดขั้นสูง ซึ่งนักเรียนได้มีบทบาทในการแสวงหาความรู้ ได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครู จนเกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า หรือสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ อันช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นผู้กระทำ หรือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น มีการแสดงความคิดเห็น อภิปราย สะท้อนคิด เพื่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน

### ลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้เสนอลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ดังนี้

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557, หน้า 4) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ ดังนี้

1. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ
2. เป้าหมายสูงสุดคือการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการคิดขั้นสูง
3. กิจกรรมที่ใช้ควรเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ และแก้ปัญหาพร้อมกัน
4. ครูมีหน้าที่อำนวยความสะดวก ออกแบบกิจกรรมและการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และได้ฝึกทักษะ การฟัง อ่าน เขียน แสดงความคิดเห็น และการคิดขั้นสูง
5. นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ และการจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2560, หน้า 6) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ ดังนี้

1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ได้แก่ การอ่าน การสืบค้น การอภิปราย การสรุป การสร้างความรู้ การเขียน และการนำเสนอมากกว่าเป็นผู้รับฟังความรู้จากครูเพียงผู้เดียว

2. นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า ซึ่งมุ่งลดกระบวนการถ่ายทอดสารสนเทศให้กับนักเรียน

3. นักเรียนได้รับการบ่มเพาะพัฒนาคุณธรรม เจตคติ และคุณค่าที่มีอยู่ในตัวนักเรียน บุนหา วัฒนะ (2546, หน้า 33) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ ดังนี้

1. นักเรียนกับครูจะต้องมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน รวมทั้งการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันของนักเรียนด้วยตนเอง

2. บรรลุผลสำเร็จทางด้านวิชาการ

3. ทักษะการสื่อสารระหว่างกันต้องได้รับการพัฒนา

4. มีการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง

5. เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนและเกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2553) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ ดังนี้

1. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

2. เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียนอย่างสูงสุด

3. นักเรียนจัดกระบวนการเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

4. นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนทั้งในด้านการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขัน

5. นักเรียนได้เรียนรู้การมีวินัยในการทำงาน การแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ และความรับผิดชอบร่วมกัน

6. นักเรียนจะได้อ่าน พุด ฟัง คิดอย่างลุ่มลึก ผ่านสถานการณ์ในการเรียน ซึ่งนักเรียนจะเป็นผู้จัดระบบการเรียนรู้ด้วยตัวเอง

7. กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนต้องส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูง

8. กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถบูรณาการข้อมูลข่าวสาร หรือสารสนเทศ และหลักการความคิดรวบยอด

9. นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยมีครูคอยทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้เท่านั้น

10. ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปบททวนของนักเรียน เนาวนิตย์ สงคราม (2557, หน้า 36) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย
  2. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันและนักเรียนกับครู โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนของนักเรียน
  3. เกิดทักษะจากการได้ใช้การฟัง พูด อ่าน คิด และเขียนในการลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง
  4. เปิดโอกาสให้นักเรียนพัฒนาทักษะการสื่อสาร ทักษะการคิดไปสู่ระดับที่สูงขึ้น
  5. เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาและเกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้
  6. เปิดโอกาสให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
- ศักดิ์ดา ไชกิจภิญโญ (2548, หน้า 12) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้
1. ต้องจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมของตัวนักเรียน
  2. กิจกรรมที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องส่งเสริมพัฒนาการการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รวมถึงทักษะการคิดขั้นสูง
  3. ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีในการเข้ารับการเรียนรู้
- วัชรวิทย์ เกษพิชัยณรงค์ และน้ำค้าง ศรีวัฒนาโรทัย (อ้างถึงใน เมธาวิ แก้วสนิท, 2558, หน้า 116) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้
1. เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้สูงสุด
  2. นักเรียนเรียนรู้ความรับผิดชอบร่วมกัน การมีวินัยในการทำงาน การแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ
  3. เป็นกระบวนการสร้างสถานการณ์ให้นักเรียน อ่าน พูด ฟัง คิดอย่างลุ่มลึก นักเรียนจะเป็นผู้จัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
  4. เป็นโอกาสให้นักเรียนบูรณาการข้อมูลข่าวสารหรือสารนิเทศ และหลักการคิดรวบยอด
  5. ครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง
  6. ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปบททวนของนักเรียน



บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 4-5) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. นักเรียน ได้เรียนรู้ร่วมกัน
2. นักเรียน ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
3. นักเรียน ได้พัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
4. นักเรียนรู้หน้าที่ วิธีการศึกษา และการทำงานในวิชาที่เรียนให้สำเร็จ
5. นักเรียนต้องอ่าน ฟัง คิด และเขียน อย่างกระตือรือร้น
6. นักเรียน ได้พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง คือ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า
7. นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ กระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม
8. นักเรียนมีโอกาสประยุกต์ข้อมูล สารสนเทศ มโนทัศน์ หรือทักษะใหม่ ๆ

ในการเรียนรู้

9. ความรู้เกิดจากประสบการณ์และการสร้างความรู้โดยนักเรียน

10. ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีลักษณะ ดังนี้ 1) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างสูงสุด 2) นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น 3) ครูมีหน้าที่เตรียมกิจกรรม และคอยอำนวยความสะดวกให้แก่แก่นักเรียนเท่านั้น 4) กิจกรรมที่ใช้จะต้องส่งเสริมการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งต้องเป็นการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงอีกด้วย 5) นักเรียนจะต้องมีเจตคติต่อการเข้าร่วมกิจกรรม และ 6) กิจกรรมที่ใช้จะต้องส่งเสริมการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ได้

### ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ ดังนี้

Hazzan Lapidot & Ragonis (2011, pp. 17-18) ได้แบ่งขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นกระตุ้น** เป็นขั้นที่ครูแนะนำหัวข้อและนำเสนอเสนอกิจกรรมซึ่งจะใช้ในการกระตุ้นนักเรียน โดยสิ่งที่จะใช้ในการกระตุ้นควรสร้างขึ้นมารอบคอบเพราะจะต้องเป็นพื้นฐานของเรื่องนั้น ๆ
2. **ขั้นกิจกรรม** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งเป็นขั้นที่ใช้เวลาไม่นานหรืออาจใช้เวลานานก็ได้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้และเนื้อหาที่ครูนำเสนอในขั้นที่ 1

3. ขั้นการอภิปราย เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแนวความคิดที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม พร้อมทั้งอภิปรายร่วมกัน โดยมีครูส่งเสริมให้นักเรียนที่มีแนวความคิดที่แตกต่างได้มีโอกาสนำเสนอแนวความคิดของตนเอง เพื่อให้สมาชิกในห้องเรียนได้เห็นแนวความคิดที่หลากหลาย

4. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ใช้เวลาไม่นาน เนื่องจากครูเป็นผู้กล่าวสรุปความคิดรวบยอด และแนวความคิดต่าง ๆ ที่เกิดจากการอภิปรายของนักเรียนในขั้นก่อนหน้า

Baldwin & Williams. (1988, p. 187) ได้แบ่งขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมพร้อม เป็นขั้นที่ครูนำนักเรียนเข้าสู่เนื้อหา โดยการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้
2. ขั้นปฏิบัติงานกลุ่ม เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อย เพื่อทำงานร่วมกัน และสรุปความคิดเห็นของกลุ่ม อีกทั้งต้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างกลุ่มอื่น ๆ โดยที่ครูต้องเสริมข้อมูลให้สมบูรณ์
3. ขั้นประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด หรือทำแบบทดสอบหลังเรียน
4. ขั้นติดตามผล เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ค้นคว้าอิสระเพิ่มเติม โดยจัดทำเป็นรายงาน หรือให้นักเรียนเขียนบันทึกประจำวัน รวมทั้งให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้รับในคาบเรียนนั้น ๆ

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 5-6) ได้แบ่งขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูพยายามกระตุ้นให้นักเรียนดึงประสบการณ์เดิมของตนมาเชื่อมโยงหรืออธิบายประสบการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ แล้วนำไปสู่การขบคิดเพื่อเกิดข้อสรุปหรือองค์ความรู้ใหม่ และแบ่งปันประสบการณ์ของตนกับผู้อื่นที่อาจมีประสบการณ์การณ์เหมือนหรือต่างจากตนเอง เป็นการรวบรวมมวลประสบการณ์ที่หลากหลายจากแต่ละคน เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ร่วมกัน
2. ขั้นสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน ขั้นนี้ทำให้นักเรียน ได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ มวลประสบการณ์ ข้อมูลความคิดเห็น ฯลฯ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ชัดเจนหรือเกิดข้อสรุป/องค์ความรู้ใหม่ หรือตรวจสอบ/ ปรับ/ เปลี่ยนความคิดความเชื่อของตนเอง กิจกรรมในขั้นนี้เป็นกิจกรรมกลุ่มที่เน้นการตั้งประเด็นให้นักเรียนได้คิด สะท้อนความคิด หรือบอกความคิดเห็นของตนเองให้คนอื่นได้รับรู้ และได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างกันอย่างลึกซึ้งจนเกิดความเข้าใจ ชัดเจน ได้ข้อสรุปหรือองค์ความรู้ใหม่ หรือเกิด/ ปรับ/ เปลี่ยนความคิดความเชื่อตามจุดประสงค์ที่กำหนด

3. ชื่อนำเสนอความรู้ เป็นขั้นที่ทำให้นักเรียนได้รับข้อมูลความรู้ แนวคิด ทฤษฎี หลักการ ขั้นตอน หรือข้อสรุปต่าง ๆ โดยครูเป็นผู้จัดให้ เพื่อใช้เป็นต้นทุนในการสร้างองค์ความรู้ หรือช่วยให้การเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้อาจทำได้โดยการให้แนวคิด ทฤษฎี หลักการ ข้อมูล ความรู้ ขั้นตอนทักษะ ซึ่งทำได้โดยการบรรยาย คู่มือทัศน ฟังแถบเสียง อ่าน เอกสาร/ ใบความรู้/ ตำรา ฯลฯ หรือการรวบรวมประสบการณ์ของนักเรียนที่เป็นผลให้เกิด การเรียนรู้เนื้อหาสาระเพิ่มขึ้น หรือการรวบรวมข้อสรุปของการสะท้อนความคิด และอภิปราย ประเด็นที่มอบหมายให้

4. ขั้นประยุกต์ใช้หรือลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ทำให้นักเรียนได้นำความคิดรวบยอด หรือข้อสรุป หรือองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์หรือทดลองใช้ หรือเป็นการแสดงผล สำเร็จของการเรียนรู้ในองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งครูใช้กิจกรรมในองค์ประกอบนี้ในการประเมินผล การเรียนรู้ได้ และยังเป็นองค์ประกอบสำคัญที่เกิดโอกาสให้นักเรียนได้รู้จักการนำไปใช้ในชีวิตจริง

เชาวฤทธิ์ จงเกษกรณ์ (2562, หน้า 32-33) ได้แบ่งขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่สร้างความพร้อมให้กับนักเรียน โดยการให้นักเรียนได้ฝึกกลับสมองเตรียมความพร้อม แจ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ ร่วมกันทบทวนความรู้เดิม หรือมโนทัศน์พื้นฐานสำหรับการสร้างความรู้ใหม่

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ศึกษา แก้ปัญหารวมทั้งให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสะท้อนคิด อภิปราย และสรุปผล เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินตนเอง คิดไตร่ตรองในสิ่งที่เรียนรู้ นำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกันสรุปความรู้

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ครูมอบหมายให้นักเรียนได้ฝึก โดยกระบวนการวิเคราะห์ความรู้ที่เกิดจากการกระตุ้นสมอง การเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

ผู้การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

วิภาดา พินลา และวิภาพรณ พินลา (2562, หน้า 3) ได้แบ่งขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการกระตุ้นความสนใจ ครูกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้เกิดความสงสัยใคร่หาคำตอบ ด้วยการควิทัศน์ รูปภาพเกี่ยวกับกรณีศึกษาในเรื่องที่ต้องการสอน

ขั้นที่ 2 ขั้นการดำเนินกิจกรรม กระตุ้นให้ผู้เรียนหาคำตอบด้วยการตั้งคำถามจากครู และให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิดวางแผน และลงมือปฏิบัติอย่างอิสระ เพื่อค้นหาคำตอบร่วมกัน โดยได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย

ขั้นที่ 3 ขั้นการสรุป คำเนินการอภิปรายในกลุ่ม เพื่อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับหลักการ และความรู้ที่ได้เรียน เป็นการยืนยันในแนวทางที่ถูกต้องและเหมาะสม

ขั้นที่ 4 ขั้นการประยุกต์ใช้ เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น หรือนำความรู้ และประสบการณ์ที่เรียน ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือในชีวิตประจำวัน

จากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนของ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังตารางที่ต่อไปนี้



ตารางที่ 2 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

Hazan et al. (2011, pp. 19-20)	Baldwin & Williams. (1988, p. 187)	บัญญัติ ขำผายกิจ (2549, หน้า 5-6)	เชาตุทที จงเกษกรณ์ (2562, หน้า 32 - 33)	วิภาดา พิณฑา และวิภาพรรณ พินลา (2562, หน้า 3)	ผู้วิจัย
<p>1. ขั้นกระตุ้น เป็นขั้นที่ครูแนะนำหัวข้อและนำเสนอเสนอกิจกรรม ซึ่งจะใช้ในการกระตุ้นนักเรียน โดยสิ่งที่จะใช้ในการกระตุ้นควรสร้างขึ้นมาอย่างรอบคอบ เพราะจะต้องเป็นพื้นฐานของเรื่องนั้น ๆ</p>	<p>1. ขั้นเตรียมพร้อม เป็นขั้นที่ครูนำนักเรียนเข้าสู่เนื้อหา โดย การสร้างแรงจูงใจให้นักเรียน เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้</p>	<p>1. ขั้นแลกเปลี่ยน ประสบการณ์ นักเรียน ตั้งประสบการณ์เดิมของตน มาเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ นำไปสู่การแลกเปลี่ยน ประสบการณ์ ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ร่วมกัน</p>	<p>1. ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่สร้างความรู้ให้กับนักเรียน โดยให้นักเรียน ได้ฝึกซ้อมเอง เตรียมความพร้อมแข่ง จุดประสงค์การเรียนรู้ ร่วมกันพบทวนความรู้เดิม หรือโมโนทัศน์พื้นฐาน สําหรับการสร้างความรู้ใหม่</p>	<p>1. ขั้นการกระตุ้น ความสนใจ ครูกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้ เกิดความสงสัย ใ้คร้หาคำตอบ ด้วยการวิดีโอทัศน์ รูปภาพ เกี่ยวกับกรณีศึกษาในเรื่องที่ ต้องการสอน</p>	<p>1. ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นนักเรียน ให้มีความพร้อม ในการร่วมกิจกรรม โดยการแจ้งจุดประสงค์ การเรียนรู้ และพบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่</p>



Hazzan et al. (2011, pp. 19-20)	Baldwin & Williams. (1988, p. 187)	บัญญัติชำนาญกิจ (2549, หน้า 5-6)	เชาวฤทธิ์ จงเกษกรณ์ (2562, หน้า 32 - 33)	วิภาดา พิณฑา และวิภาพรรณ พิณฑา (2562, หน้า 3)	ผู้วิจัย
<p>2. ชั้นกิจกรรม เป็นขั้นตอนที่นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนหรืออาจใช้เวลาไม่นานหรืออาจใช้เวลานานก็ได้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้และเนื้อหาที่ครูนำเสนอในชั้นที่ 1</p>	<p>2. ชั้นปฏิบัติงานกลุ่ม เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อทำงานร่วมกัน และสรุปความคิดเห็นของกลุ่ม อีกทั้งต้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างกลุ่มอื่น ๆ โดยที่ครูต้องเสริมข้อมูลให้สมบูรณ์</p>	<p>2. ชั้นสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน เน้นการตั้งประเด็นที่นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ประสบการณ์ของตัวเอง และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างกันจนได้ข้อสรุป หรือองค์ความรู้ใหม่</p>	<p>2. ชั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติศึกษาแก้ปัญหา รวมทั้งให้นักเรียนมีส่วนร่วมคิด ซึ่งกันและกัน</p>	<p>2. ชั้นการดำเนินกิจกรรม กระตุ้นให้ผู้เรียนคำตอบด้วยการตั้งคำถามจากครู และให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิดวางแผน และลงมือปฏิบัติอย่างอิสระเพื่อค้นหาคำตอบร่วมกัน โดยได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย</p>	<p>2. ชั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนได้คำตอบหรือองค์ความรู้หลากหลาย</p>

ตารางที่ 2 (ต่อ)



Hazzan et al. (2011, pp. 19-20)	Baldwin & Williams. (1988, p. 187)	บัญญัติชำนาญกิจ (2549, หน้า 5-6)	เชาฤทธิ จงษกรณ์ (2562, หน้า 32 - 33)	วิภาดา พินลา และวิภาพรรณ พินลา (2562, หน้า 3)	ผู้วิจัย
3. ขั้นตอนการอภิปราย เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแนวความคิดที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมพร้อมทั้งอภิปรายร่วมกัน	3. ขั้นนำเสนอความรู้ ครูจัดสรร ความรู้ แนวคิด หลักการแก่นักเรียน เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ซึ่งทำได้โดยการบรรยาย การอ่าน ใบความรู้ ตำรา หรือการรวบรวมข้อสรุปของการสะท้อนความคิดและแนวความคิดต่างๆ ที่เกิดจากการอภิปรายของนักเรียนในขั้นก่อนหน้า	3. ขั้นนำเสนอความรู้ ครูจัดสรร ความรู้ แนวคิด หลักการแก่นักเรียน เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ซึ่งทำได้โดยการบรรยาย การอ่าน ใบความรู้ ตำรา หรือการรวบรวมข้อสรุปของการสะท้อนความคิดและแนวความคิดและอภิปราย	3. ขั้นสะท้อนคิด อภิปราย และสรุปผล เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินตนเอง คิดไตร่ตรองในสิ่งที่เรียนรู้ นำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกันสรุปความรู้	3. ขั้นการสรุป ดำเนินการอภิปรายในกลุ่ม เพื่อสรุปร่วมกันเกี่ยวกับหลักการและความรู้ที่ได้อธิบายเป็นขั้นตอนในแนวทางการที่ต้องและเหมาะสม	3. ขั้นตอนการอภิปรายและสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแนวความคิดที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและการดำเนินการสะท้อนคิดและอภิปรายในขั้นเรียนเพื่อร่วมกันสรุปคำตอบหรือองค์ความรู้ที่ถูกต้อง

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Hazzan et al. (2011, pp. 19-20)	Baldwin & Williams. (1988, p. 187)	บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549, หน้า 5-6)	เชาวฤทธิ์ องเกษมกรณ (2562, หน้า 32 - 33)	วิภาดา พินลา และวิภาพรรณ พินลา (2562, หน้า 3)	ผู้วิจัย
3. ชั้นประยุกต์ใช้ เป็น ขั้นที่ให้นักเรียนทำ แบบฝึกหัด หรือทำ แบบทดสอบหลังเรียน	4. ชั้นประยุกต์ใช้หรือ ลงมือปฏิบัติ ให้นักเรียนนำ ความคิดรวบยอดหรือ องค์ความรู้ใหม่ที่ได้อไป ประยุกต์ใช้	4. ชั้นประยุกต์ใช้หรือ ขั้นที่ครูมอบหมายให้ นักเรียน ได้ฝึก โดย กระบวนการวิเคราะห์ ความรู้ที่เกิดจากการ กระตุ้นสมอง การเรียนรู้ ที่เกิดจากการสร้างองค์ ความรู้ได้ด้วยตนเองสู่ การประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันของ นักเรียน	4. ชั้นประยุกต์ใช้ ครูมอบหมายให้นักเรียน ได้ฝึกทักษะและนำ ความรู้ที่ได้ไปใช้ใน สถานการณ์ ใหม่ ๆ	4. ชั้นประยุกต์ใช้ เป็น ขั้นที่ครูจัดกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนนำองค์ ความรู้ที่ได้รับไป ประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์ใหม่	
4. ชั้นติดตามผล เป็นขั้น ที่ให้นักเรียน ได้ค้นคว้า อิสระเพิ่มเติม โดยจัดทำ เป็นรายงาน หรือให้ นักเรียนเขียนบันทึก ประจำวัน รวมทั้งให้ นักเรียนเขียนสรุปความรู้ ที่ได้รับในคาบเรียนนั้น					



จากตารางผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้มีความพร้อมในการร่วมกิจกรรม โดยการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่

2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนได้คำตอบหรือองค์ความรู้

3. ขั้นอภิปรายและสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม และดำเนินการสะท้อนคิดและอภิปรายในชั้นเรียน เพื่อร่วมกันสรุปคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่ถูกต้อง

4. ขั้นประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยจะนำไปใช้ในการสังเคราะห์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม

#### บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ ดังนี้ วัชรรา เล่าเรียนดี ประณัฐ กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์ (2560, หน้า 65) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. ตั้งความคาดหวังว่านักเรียนจะเกิดผลการเรียนรู้ตามระดับคุณภาพที่กำหนด

2. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของสิ่งที่เรียน อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับเข้ากับประสบการณ์เดิม และชีวิตจริงได้

3. เป็นทั้ง โค้ช ผู้ชี้แนะ และผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม

4. ใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมิน และสะท้อนกลับเพื่อให้นักเรียนเห็น

ความสามารถของตนเอง

5. ช่วยทำให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมอย่างมีความหมาย และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557, หน้า 3) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่ครบถ้วนสมบูรณ์ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญ แต่สำหรับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนมีความรอบรู้ด้านเนื้อหา สามารถคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหา สื่อสารเป็น มีทักษะในด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะการทำงานแบบร่วมมือ ทักษะ ด้านสื่อและข้อมูลข่าวสาร รวมทั้งทักษะชีวิตอีกด้วย ดังนั้นครูควรมีการปรับเปลี่ยนแนวทางการจัดการเรียนรู้ บริบทและบรรยากาศของชั้นเรียน และที่สำคัญคือการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง

ณัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ (2550, อ้างถึงใน สถาพร พงษ์พิบูล, 2555, หน้า 8) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. จัดให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการจัดการเรียนการสอน กิจกรรมต้องสะท้อนความต้องการในการพัฒนานักเรียน และเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน
2. สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับครูและเพื่อนในชั้นเรียน
3. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้
4. จัดสภาพการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มนักเรียน
5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย และให้โอกาสนักเรียนได้รับวิธีการสอน

ที่หลากหลาย

6. วางแผนเวลาในการจัดการเรียนการสอนอย่างชัดเจน ทั้งในส่วนเนื้อหา และกิจกรรม
  7. ครูต้องใจกว้าง ยอมรับในความสามารถในการแสดงออก และความคิดของนักเรียน
- นอกจากนี้ณัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ (2550, อ้างถึงใน สถาพร พงษ์พิบูล, 2555, หน้า 8)

ได้กล่าวถึงการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ในห้องเรียนแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก จึงเป็นบทบาทที่สำคัญของครู กล่าวคือ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ผู้สนับสนุนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะนักเรียนในด้านการประเมินค่าจากสิ่งที่พบ การเจรจาต่อรอง การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การทำงานอย่างอิสระและการทำงานร่วมกับผู้อื่น การมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนรู้ ซึ่งถ้าครูได้แสดงบทบาทเหมาะสมจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น หรือกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ

ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ (2551, หน้า 3) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สะท้อนความต้องการของนักเรียน และเน้นการนำไปใช้ในชีวิตรจริง
2. สร้างบรรยากาศการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการพูดคุย ได้ตอบ เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีของนักเรียนด้วยกันเอง และนักเรียนกับตัวครูด้วย
3. สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมที่สนใจ รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน
4. ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
5. หลีกเลี่ยงการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว โดยเปลี่ยนเป็นกิจกรรมที่มีความท้าทายและมีความหลากหลาย
6. วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างละเอียดและรอบคอบ เพราะการสอนโดยใช้แนวคิดนี้ต้องใช้เวลา

7. ยอมรับในความคิดเห็นของนักเรียน

พูนสุข อุดม (2554, หน้า 320) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. กระตุ้นให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้
2. เปิดโอกาสและส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดด้วยตัวของเขาเอง
3. ให้นักเรียนได้มีโอกาสในการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย
4. กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่สถานการณ์

การเกิดการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น

ฉิรดา เวชญาลักษณ์ (2562, หน้า 80) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. พูดคุยกับนักเรียนในระหว่างจัดการเรียนรู้ ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับครูและเพื่อนในชั้นเรียน
2. เตรียมตัวให้พร้อมที่จะสอน วางแผนเรื่องเวลาการสอนอย่างชัดเจน ศึกษานักเรียนวิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็ง
3. จัดหาสื่อการสอนที่เหมาะสม
4. จัดห้องเรียนให้เหมาะสมกับการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มนักเรียน
5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม

6. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำท้าย ให้มีการอภิปราย การตั้งคำถาม และการเรียน เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วม

7. ให้นเวล่านักเรียนในการค้นหาคำตอบ ไม่เร่งเร้าเอาคำตอบจากนักเรียน ใจกว้าง ยอมรับ ในความสามารถในการแสดงออก และความคิดเห็นของนักเรียน

8. ให้งรางวัลแก่นักเรียนที่มีส่วนร่วมเพื่อสร้างแรงจูงใจ

9. ให้อเวลากับนักเรียนในช่วงท้ายคาบเพื่อให้นักเรียนถามคำถาม

10. มีการสื่อสารที่ชัดเจน

11. ประเมิน – สรุปผล และพัฒนางาน

วิภาดา พินลา และวิภาพรธม พินลา (2562, หน้า 11) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่า เป็นการจัดการเรียนรู้สามารถทำให้เกิดขึ้นได้ทั้งในและนอกห้องเรียน โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ครูจำเป็นต้องศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ สื่อ ใบความรู้ ใบงาน การวัดและการประเมินผล กรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย โดยเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่อง ทั้งการเรียนรู้เป็นรายบุคคล การเรียนรู้แบบกลุ่มเล็ก การเรียนรู้แบบกลุ่มใหญ่

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมี ดังนี้

1) กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ต้องเป็นกิจกรรมที่หลากหลาย สะท้อนความต้องการของนักเรียน อีกทั้งสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ 2) จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียน และเกิดปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น 3) วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างรอบคอบ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ออกมาสมบูรณ์ที่สุด 4) ไม่เร่งรัดเอาคำตอบจากนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบด้วยตนเอง และ 5) ต้องใจกว้าง ยอมรับ ในความสามารถในการแสดงออก และความคิดของนักเรียน

### **บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก**

มีหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ดังนี้

Northern Ireland Curriculum (2007, p. 4) ได้เสนอบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. มีความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
2. มีความสามารถในการตั้งคำถาม
3. มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง

4. ให้ความร่วมมือในทุก ๆ กิจกรรม
5. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างตั้งใจ
6. สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความรู้เดิมของตนเองได้

บุหงา วัฒนะ (2546, หน้า 31) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ดังนี้

1. นักเรียนจะต้องพยายามไปเรียนให้สม่ำเสมอ และต้องตรวจสอบความหมายของสิ่งที่เรียนอยู่เสมอ
2. สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้
3. เป็นคนที่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้รับได้ด้วยตนเอง
4. ทำ “การบ้าน” ที่ครูมอบหมายอย่างตั้งใจ เพื่อให้ได้ผลงานที่สมบูรณ์ที่สุด
5. เมื่อได้รับข้อเสนอแนะจากครูในเรื่องของ “การบ้าน” ก็ต้องพร้อมที่จะปรับปรุงให้ผลงานในครั้งถัดไปสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
6. สามารถสอบถามความรู้เพิ่มเติมจากผู้อื่น หรือไปทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อให้ได้คำตอบมาก่อนที่จะสรุปคำตอบสุดท้าย โดยต้องฟังหรือหาคำตอบให้ได้มาอย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะสรุปนำเสนอ

นอกจากสิ่งที่ควรเป็นดังที่กล่าวมาแล้ว นักเรียนก็ควรที่จะมีการเตรียมตัวในเรื่องต่อไปนี้

1. ศึกษาบทเรียนมาล่วงหน้า
2. ทบทวนสิ่งที่ได้เรียนไปแล้ว
3. เตรียมตัวและเตรียมใจให้พร้อมที่จะเข้าร่วมกิจกรรม

เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเกิดผลลัพธ์ที่สมบูรณ์ที่สุด นักเรียนจะต้องไม่พยายามออกนอกห้องเรียน พยายามนั่งในแถวหน้า มีความตื่นตัวที่จะรับการเรียนรู้ตลอดเวลา และต้องเป็นผู้ที่รักในการจดบันทึก

สถาพร พฤษพิบูล (2555, หน้า 9) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

วิธีการเรียนรู้ด้วย การจัดการเรียนรู้เชิงรุก นั้นต้องการให้นักเรียนแสดงออกในการพูด การฟัง การอ่าน และสะท้อนความคิด ในเนื้อหาวิชาที่ศึกษา โดยการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเป็น ดังนี้

1. นักเรียนควรเรียนรู้จากการรับฟังการบรรยายให้น้อยลง โดยเปลี่ยนเป็นการลงมือปฏิบัติกิจกรรมให้มากขึ้น
2. ลดความสำคัญในการถ่ายทอดความรู้ แต่ควรเน้นการพัฒนาทักษะของนักเรียนมากขึ้น

3. นักเรียนเกิดความคิดวิเคราะห์ในระดับสูง โดยใช้การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้  
สื่อ และนวัตกรรม

4. ส่งเสริมการค้นหาตัวเองของนักเรียน

พูนสุข อุดม (2554, หน้า 320) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ดังนี้

1. มีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้
2. ลงมือทำงานด้วยตนเอง
3. ทดสอบความคิดของตนเอง
4. วางแผนและออกแบบการทดลองของตนเอง
5. ประเมินผลงานของตนเอง
6. ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง
7. ร่วมอภิปรายโดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม
8. นำเสนอผลการเรียนรู้ต่อเพื่อนร่วมชั้น
9. สะท้อนเกี่ยวกับงานที่ได้ทำสำเร็จแล้ว

วัฒนา หงสกุล (2560, หน้า 483) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้

เชิงรุก ดังนี้

1. นักเรียนจะต้องกระตือรือร้นและคิดค้นหาคำตอบอยู่ตลอดเวลา
2. ร่วมกันลงมือปฏิบัติกิจกรรม
3. มีความคิดนอกกรอบ
4. สามารถใช้ทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้
5. เกิดทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเองและทำงานอย่างเป็นระบบ
6. ใช้ทักษะการสื่อสารการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การนำเสนอผลการเรียนมาอภิปราย

แลกเปลี่ยนในชั้นเรียน

7. มีความสามารถในการรังสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์หรือสนองต่อ  
ความต้องการของชุมชน สังคม หรือประเทศชาติ

8. แสดงถึงคุณลักษณะมีจิตสำนึกสาธารณะ และมีคุณธรรม จริยธรรม ความดีงาม

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมี ดังนี้

- 1) มีความรับผิดชอบในตนเอง โดยการทบทวนบทเรียนและศึกษาบทเรียนมาล่วงหน้า
- 2) นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเข้าร่วมกิจกรรม และลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง
- 3) มีทักษะการสื่อสารเพื่อใช้ในการอภิปรายร่วมกับผู้อื่นได้
- 4) สามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ด้วยตนเอง หรือสอบถามจากผู้อื่น และ
- 5) เชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ รวมทั้งประยุกต์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

### เทคนิค Think Talk Write

#### ความหมายของเทคนิค Think Talk Write

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอความหมายของเทคนิค Think Talk Write ไว้ดังนี้ Huinker & Laughlin (1996, p. 81) ได้กล่าวถึงความหมาย เทคนิค Think Talk Write ว่าเป็นเทคนิคที่ส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงแนวความคิดของตนเอง ก่อนที่จะลงมือบันทึกสิ่งที่เขียนสรุป

Dila (2012) ได้กล่าวถึงความหมาย เทคนิค Think Talk Write ว่าเป็นกลวิธีวิธีที่ส่งเสริมการฝึกฝนด้านการพูดและด้านการเขียนให้มีความคล่องแคล่ว โดยยุทธวิธีนี้อยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจว่าการเรียนรู้เป็นพฤติกรรมหนึ่งในสังคม ซึ่งจะกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด พูด และเขียนในสิ่งที่สำคัญ

Lencana (2013) ได้กล่าวถึงความหมาย เทคนิค Think Talk Write ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการคิดผ่านการอ่านบทความ สิ่งที่ได้รับจากการอ่านจะถูกนำไปเสนอเพื่ออภิปราย และรายงานผลของการอภิปรายในรูปแบบของการเขียน

Mayakusuma (2012) ได้กล่าวถึงความหมาย เทคนิค Think Talk Write ว่าเป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้โดยผ่านการคิด การพูด และการเขียน

Muchlisin (2014) ได้กล่าวถึงความหมาย เทคนิค Think Talk Write ว่าเป็นเทคนิคการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างแข็งขัน โดยผ่านทางความคิด การพูด และการเขียนซึ่งมุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิด การพูด และการเขียน

Herdiana (2017) ได้กล่าวถึงความหมาย เทคนิค Think Talk Write ว่าเป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยการคิดผ่านการอ่านบทความ นำความเข้าใจของตนเองไปอภิปรายร่วมกับผู้อื่น เพื่อสรุปเป็นแนวความคิดที่ถูกต้องในรูปแบบของการเขียน

Maulida (2013) ได้ให้ความหมายของเทคนิค Think Talk Write ว่าเป็นเทคนิคที่ส่งเสริมการฝึกฝนทางการพูดและการเขียน พัฒนาโดย Huinker โดยมีพื้นฐานมาจากความเข้าใจจากสิ่งที่เรียนและพฤติกรรมทางสังคม

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า เทคนิค Think Talk Write เป็นกลวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมและส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงแนวความคิดของตนเองผ่านการพูด และการเขียน

### ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write ไว้ดังนี้

Huinker & Laughlin (1996, pp. 81-88) ได้แบ่งขั้นตอนของเทคนิค Think Talk Write ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูจัดกลุ่ม พร้อมทั้งกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด เช่น การตั้งคำถาม ซึ่งนักเรียนต้องจดบันทึกสิ่งที่เป็นการคำตอบ หรือข้อสงสัย โดยใช้ภาษาของตนเอง

2. การพูด (Talk) เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำตอบ หรือข้อสงสัยที่จดบันทึกไว้มาอภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อน ๆ ในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในกิจกรรมของครูมากขึ้น

3. การเขียน (Write) เป็นขั้นที่นักเรียนบันทึกข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายกับเพื่อน ๆ ในขั้นตอนที่ผ่านมา

Dila (2012) ได้แบ่งขั้นตอนของเทคนิค Think Talk Write ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การคิด (Think) กล่าวคือ นักเรียนจะได้อ่านคำถามด้วยตัวเอง (หากเริ่มต้นด้วยคำถามที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน) ในขั้นนี้ นักเรียนแต่ละคนคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา) จดบันทึกอย่างย่อ ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ได้จากการอ่าน และสิ่งที่ยังไม่เข้าใจด้วยภาษาของตนเอง

2. การพูด (Talk) ให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุย ตรวจสอบ สิ่งที่ได้จากขั้นที่ผ่านมา ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้สะท้อนคิด เตรียมการ รวมถึงการทดสอบแนวความคิดผ่านการอภิปรายกลุ่ม พัฒนาการด้านการสื่อสารของนักเรียนดูได้จากบทสนทนาที่ใช้ในการอภิปราย ทั้งการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น หรือการสะท้อนแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นฟัง



3. การเขียน (Write) นักเรียนเขียนแนวความคิดที่ได้รับจากขั้นการคิดและการพูด  
 สิ่งเขียนประกอบด้วยแนวคิดที่ใช้ เชื่อมโยงกับความรู้ในขั้นก่อนหน้า กลยุทธ์ที่ใช้ใน  
 การแก้ปัญหา และผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

Silver & Smith (1996, p. 21, อ้างถึงใน Dila, 2012) ได้แบ่งขั้นตอนของเทคนิค Think  
 Talk Write ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนอ่านบทความและจดบันทึกสิ่งที่ได้ (Think) เพื่อที่จะนำไปอภิปราย
2. นักเรียนมีการอภิปรายโต้ตอบ ในสิ่งที่แต่ละคนได้จดบันทึกไว้ (Talk) ในส่วนนี้  
 พวกเขาจะได้ใช้ภาษาและคำพูดในแบบของตัวเองในการสื่อสารเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์  
 ระหว่างที่มีการอภิปรายกัน ความเข้าใจเกิดขึ้นผ่านการมีปฏิสัมพันธ์โดยการอภิปราย  
 ซึ่งการอภิปรายจะทำให้ได้วิธีในการแก้ปัญหา

3. นักเรียนสร้างองค์ความรู้ของพวกเขาและสื่อสารเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ผ่านการเขียน  
 (Write)

Matematika (2008) ได้แบ่งขั้นตอนของเทคนิค Think Talk Write ออกเป็น  
 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. นักเรียนอ่านข้อความและจดบันทึกสิ่งที่อ่านเป็นรายบุคคล (Think) เพื่อที่จะใช้  
 ในการอภิปราย
2. นักเรียนอภิปรายร่วมกับเพื่อน ๆ ในกลุ่ม เกี่ยวกับแนวคิดที่บันทึกไว้ (Talk) ซึ่งจะได้  
 ใช้ภาษาของตัวเองในการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยความเข้าใจจะถูกสร้างขึ้นผ่าน  
 การอภิปราย อีกทั้งจะทำให้ได้เห็นทางออกของปัญหาอีกด้วย
3. นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้รับผ่านการเขียน (Think)

Lencana (2013) ได้แบ่งขั้นตอนของเทคนิค Think Talk Write ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การคิด (Think) โดยขั้นตอนนี้ นักเรียนจะเกิดกระบวนการคิดจากสิ่งที่อ่าน แล้วจด  
 บันทึกสิ่งที่รู้หรือสิ่งที่สงสัย
2. การพูด (Talk) ขั้นนี้จะต้องแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งนักเรียนจะได้อภิปราย  
 ในสิ่งที่ได้จดบันทึกไว้ในขั้นการคิด

3. การเขียน (Think) นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากการอภิปรายมาบันทึกในรูปแบบการเขียน

Muchlisin (2014) ได้แบ่งขั้นตอนของเทคนิค Think Talk Write ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การคิด (Think) ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องอ่านเอกสารที่ครูแจกให้ แล้วคิดหาแนวทาง  
 แก้ปัญหาพร้อมทั้งจดบันทึก

2. การพูด (Talk) ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะเริ่มอภิปรายกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาที่ตนเองคิด โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย

3. การเขียน (Think) ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องเขียนผลที่ได้รับจากการอภิปรายลงใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ ซึ่งการเขียนจะช่วยให้ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้จากขั้นตอนของเทคนิค Think Talk Write ข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนของเทคนิค Think Talk Write ดังตารางที่ต่อไปนี้เป็น

ตารางที่ 3 การสังเคราะห์ขั้นตอนเทคนิค Think Talk Write

Huinker & Laughlin (1996, p. 81)	Dila (2012)	Silver & Smith (1996, p. 21, อ้างอิงใน Dila, 2012)	Matematika (2008)	Lencana (2013)	Muchlisin (2014)	ผู้วิจัย
1. การคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูจัดกลุ่มพร้อมทั้งกำหนดกิจกรรมต่างๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด เช่น การตั้งคำถาม ซึ่งมีนักเรียนต้องจดบันทึกสิ่งที่ตนตอบ หรือข้อสงสัย โดยใช้ภาษาของตนเอง	1. การคิด (Think) นักเรียนจะได้ถามคำถามด้วยตัวเอง (หากเริ่มต้นด้วยคำถาม) ในขั้นนี้ นักเรียนแต่ละคนคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้แล้วจดบันทึกอย่างย่อๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ได้จาก การอ่าน และสิ่งที่ยังไม่เข้าใจด้วยภาษาของตนเอง	1. นักเรียนอ่านบทความและจดบันทึกสิ่งที่ได้ (Think) เพื่อที่จะนำไปอภิปราย	1. นักเรียนอ่านข้อความและจดบันทึกสิ่งที่อ่านเป็นรายบุคคล (Think) เพื่อใช้ในการอภิปราย	1. การคิด (Think) โดยขั้นตอนนี้ นักเรียนจะเกิดกระบวนการคิดจากสิ่งที่อ่านแล้วจดบันทึกสิ่งที่รู้หรือสิ่งที่ยังสงสัย	1. การคิด (Think) ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องอ่านเอกสารที่ครูแจกให้แล้วคิดหาแนวทางแก้ปัญหาพร้อมทั้งจดบันทึกฉบับที่ตัวเองได้จากกิจกรรม หรือข้อสงสัยโดยใช้ภาษาของตนเอง	ผู้วิจัย

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Huinker & Laughlin (1996, p. 81)	Silver & Smith (1996, p. 21, อ้างถึงใน Dila, 2012)	Matematika (2008)	Lencana (2013)	Muchlisin (2014)	ผู้วิจัย
2. การพูด (Talk) เป็นขั้นที่นักเรียนนำ คำตอบ หรือข้อสงสัยที่จดบันทึกไว้ มาอภิปราย แลกเปลี่ยนกับ เพื่อน ๆ ในกลุ่ม ซึ่งจะทำได้ให้นักเรียน มีความเข้าใจใน กิจกรรมของครู มากขึ้น	2. การพูด (Talk) ให้นักเรียนได้มีโอกาส พูดคุย ตรวจสอบสิ่งที่ได้จากขั้นที่ผ่านมา ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้สะท้อนคิด เตรียมการ รวมถึง การทดสอบ แนวความคิดผ่าน การอภิปรายกลุ่ม	2. นักเรียนอภิปราย ร่วมกับเพื่อน ๆ ใน กลุ่ม เกี่ยวกับแนวคิด ที่บันทึกไว้ (Talk) ซึ่งจะช่วยให้ใช้ภาษาของตัวเองในการอธิบาย แนวคิดทาง คณิตศาสตร์ โดย ความเข้าใจจะถูก สร้างขึ้นผ่านการ อภิปราย อีกทั้งจะทำให้เห็นทางออก ของปัญหา	2. การพูด (Talk) ขึ้น นี้จะต้องแบ่ง นักเรียนออกเป็น กลุ่มเล็ก ๆ ซึ่ง นักเรียนจะได้ อภิปรายในสิ่งที่ได้ จดบันทึกไว้ เน้น การคิด	2. การพูด (Talk) ขึ้น ตอนนี้นักเรียน จะเริ่มอภิปรายกับ เพื่อน ๆ เกี่ยวกับ แนวทางการ แก้ปัญหาที่ตนเองคิด โดยใช้ภาษาที่เข้าใจ ง่าย	2. การพูด (Talk) เป็นขั้นที่นักเรียนมี การอภิปรายกัน ภายในกลุ่มหรือ เพื่อนในชั้นเรียน จากสิ่งที่ได้จดบันทึก ไว้เพื่อสะท้อน แนวคิด ของตัวเอง

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Huinker & Laughlin (1996, p. 81)	Dila (2012)	Silver & Smith (1996, p. 21, อ้างถึงใน Dila, 2012)	Matematika (2008)	Lencana (2013)	Muchlisin (2014)	ผู้วิจัย
3. การเขียน (Write) เป็นขั้นที่นักเรียนบันทึกข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายกับเพื่อน ๆ ในขั้นตอนที่ผ่านมา	3. การเขียน (Write) นักเรียนเขียนแนวความคิดที่ได้รับจากการคิดและการพูด สิ่งที่เขียนประกอบด้วยแนวคิดที่ใช้เชื่อมโยงกับความรู้ในขั้นก่อนหน้า	3. นักเรียนสร้างองค์ความรู้ของพวกเขา และสื่อสารเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ผ่านการเขียน (Write)	3. นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้รับผ่านการเขียน (Write)	3. การเขียน (Write) นักเรียนนำสิ่งที่ได้จากกรอภิปรายมาบันทึกในรูปแบบการเขียน	3. การเขียน (Write) ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องเขียนผลที่ได้รับจากกรอภิปรายลงใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ ซึ่งการเขียนจะช่วยให้ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้	3. การเขียน (Write) เป็นขั้นที่นักเรียนเขียนสรุปสิ่งที่ได้จากกรอภิปราย

จากตารางผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write ไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูจัดกลุ่มให้กับนักเรียน แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ครูกำหนดให้ พร้อมทั้งจดบันทึกสิ่งที่ได้จากกิจกรรม หรือข้อสงสัยโดยใช้ภาษาของตนเอง
2. การพูด (Talk) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการอภิปรายกันภายในกลุ่มหรือเพื่อนในชั้นเรียน จากสิ่งที่ได้จดบันทึกไว้ เพื่อสะท้อนแนวคิดของตัวเอง
3. การเขียน (Write) เป็นขั้นที่นักเรียนเขียนสรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยจะนำไปใช้ในการสังเคราะห์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม

#### **บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write**

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write ไว้ ดังนี้

Huinker & Laughlin (1996, p.81) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write ว่าครูเป็นผู้เตรียมกิจกรรมไว้สำหรับให้นักเรียนได้อ่านและทำความเข้าใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดตนเองผ่านการอภิปรายร่วมกับผู้อื่น และได้จดบันทึกสิ่งที่ได้อย่างถูกต้อง

Silver & Smith (1996, pp. 21, อ้างถึงใน Dila, 2012) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write ให้มีประสิทธิภาพ คือ การใช้คำถาม และมอบหมายงานที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการคิดของนักเรียน ตั้งใจฟังในแนวความคิดของนักเรียนที่ถูกยกขึ้นมาอภิปรายและจดบันทึก เพื่อพิจารณาและให้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้จากการอภิปราย เพื่อตรวจสอบ ประเมินผล และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียน ภาระงานที่จะให้นักเรียนทำต้องสามารถกระตุ้นนักเรียนได้ ควรเป็นคำถามที่มีหลายคำตอบ หรือเป็นกิจกรรมปลายเปิด

Maulida (2013, pp. 53) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write ว่าครูเป็นผู้มอบกิจกรรมให้กับนักเรียน อาจจะเป็นการให้บทความหรือรูปภาพ พร้อมทั้งบอกขั้นตอนการทำกิจกรรม หลังจากนั้นให้นักเรียนเริ่มวิเคราะห์กิจกรรมที่ได้รับ แล้วบันทึกสิ่งที่ได้เป็นรายบุคคล โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกับผู้อื่น

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้กำหนดบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write ได้ว่า ครูจะต้องเตรียมกิจกรรม หมั่นใช้คำถาม รับฟังแนวความคิดของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน และสนับสนุนการจดบันทึกสิ่งที่สำคัญต่าง ๆ

## การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write

### การจัดการเรียนรู้เชิงรุก

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และตารางสังเคราะห์ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ในหัวข้อที่ 2 (หน้า 21 – 24 และ หน้า 27 - 35) สามารถสรุปความหมายและขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นผู้กระทำ หรือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้น มีการแสดงความคิดเห็น อภิปราย สะท้อนคิด เพื่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมี 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้มีความพร้อมในการร่วมกิจกรรม โดยการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนได้คำตอบหรือองค์ความรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นอภิปรายและสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอแนวคิดที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและดำเนินการสะท้อนคิดและอภิปรายในชั้นเรียน เพื่อร่วมกันสรุปคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 ขั้นประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

### เทคนิค Think Talk Write

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และตารางสังเคราะห์ขั้นตอนในการจัดการเรียน โดยใช้เทคนิค Think Talk Write ในหัวข้อที่ 3 (หน้า 41 - 48) สามารถสรุปความหมายและขั้นตอนในการจัดการเรียน โดยใช้เทคนิค Think Talk Write ได้ดังนี้

เทคนิค Think Talk Write เป็นกลวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างแข็งขันและส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงแนวความคิดของตนเองผ่านทาง การพูด และการเขียน ซึ่งเทคนิค Think Talk Write ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 การคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูจัดกลุ่มให้กับนักเรียน แล้วให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ครูกำหนดให้ พร้อมทั้งจดบันทึกสิ่งที่ได้จากกิจกรรม หรือข้อสงสัยโดยใช้ภาษาของตนเอง

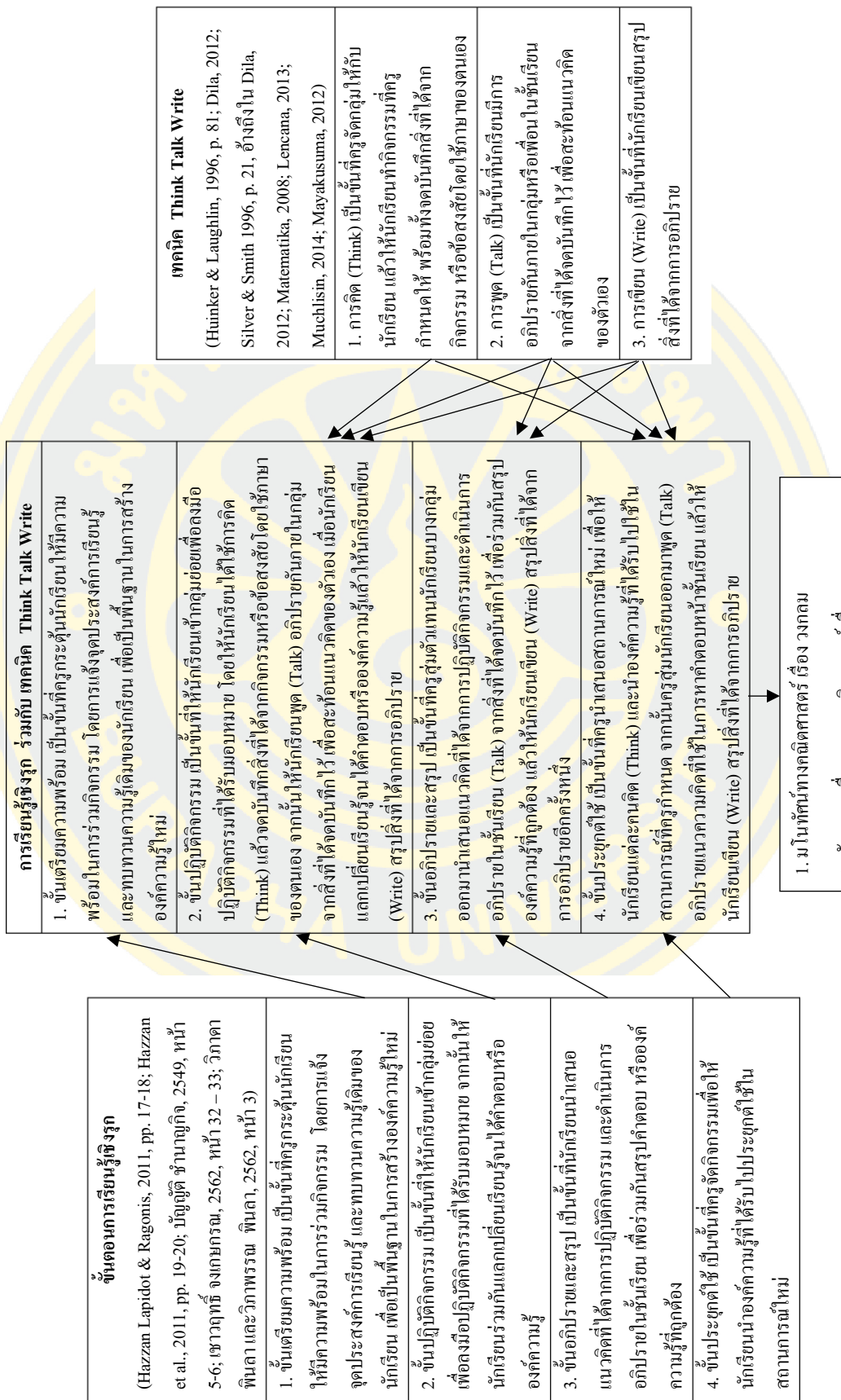
ขั้นที่ 2 การพูด (Talk) เป็นขั้นที่นักเรียนมีการอภิปรายกันภายในกลุ่มหรือเพื่อนในชั้นเรียนจากสิ่งที่ได้จดบันทึกไว้ เพื่อสะท้อนแนวคิดของตัวเอง

ขั้นที่ 3 การเขียน (Write) เป็นขั้นที่นักเรียนเขียนสรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย

### การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write

ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นผู้กระทำ หรือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้นและส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสแสดงแนวความคิดของตนเองผ่านทาง การพูด และการเขียน โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write โดยนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write แทรกในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 2





ภาพที่ 2 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write

จากภาพที่ 2 ผู้วิจัยได้ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ซึ่งนำไปใช้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write เรื่อง วงกลม ดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้มีความพร้อมในการร่วมกิจกรรม โดยการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่

2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย โดยให้นักเรียนได้คิด (Think) แล้วจดบันทึกสิ่งที่ได้จากกิจกรรมหรือข้อสงสัยโดยใช้ภาษาของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนพูด (Talk) อภิปรายกันภายในกลุ่มจากสิ่งที่ได้จดบันทึกไว้ เพื่อสะท้อนแนวคิดของตัวเอง เมื่อนักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนได้คำตอบหรือองค์ความรู้แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย

3. ขั้นอภิปรายและสรุป เป็นขั้นที่ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและดำเนินการสะท้อนคิดและอภิปรายในชั้นเรียน (Talk) จากสิ่งที่ได้จดบันทึกไว้ เพื่อร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้อง แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปรายอีกครั้งหนึ่ง

4. ขั้นประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนคิด (Think) และนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ที่ครูกำหนด จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมาพูด (Talk) อภิปรายแนวความคิดที่ใช้ในการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย

## มโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

### ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ หรือ คอนเซปต์ มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า *conceptus* หรือ *concupere* (*conceive*) ซึ่งสามารถใช้คำในภาษาไทยคำอื่น ๆ ที่มีความหมายเดียวกัน เช่น สังกัป มโนคติ มโนคติ มโนภาพ และความคิดรวบยอด ได้มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ต่าง ๆ ดังนี้

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 123) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ เป็นข้อความที่แสดงแก่นของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการรวบรวมลักษณะเฉพาะของเรื่องนั้น จากการจัดลักษณะที่เหมือนกันของสิ่งของ ปรัชญาการณ ประสพการณ หรือกระบวนการเข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบขึ้นเป็นหน่วยความคิด ประเภท หมู่ หรือกลุ่มคล้ายคำจำกัดความ โดยใช้ความเข้าใจจนสามารถกำหนดเกณฑ์ที่จะใช้แบ่งประเภทสรรพสิ่งรอบตัวที่เป็นสิ่งของ วัตถุ พฤติกรรม และสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถมองเห็นความแตกต่างของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่น ๆ ได้ เช่น เรียนความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสัตว์บกก็คือ เรียนรู้ลักษณะที่แยกสัตว์บกออกจากสัตว์อื่น ๆ ได้

สุรางค์ ไคว้ตระกูล (2554, หน้า 327) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ เป็นคำที่เป็นนามธรรมใช้แทนสัตว์ วัตถุ สิ่งของที่ได้จัดไว้ในจำพวกเดียวกัน โดยถือลักษณะ ที่สำคัญหรือวิกฤติเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น คำว่า “นก” เป็นคำที่ใช้แทนสัตว์จำพวกหนึ่งที่มีคุณลักษณะวิกฤติ 3 อย่างคือ สัตว์นั้นจะต้องมีปีก ขน และบินได้ แม้ว่านกในโลกจะมีหลายร้อยชนิด แต่คนเราสามารถที่จะมีความคิดรวบยอด “นก” ในการสื่อความหมาย หรือเป็นรากฐานของความคิดดังกล่าวนี้ คือ มีปีก มีขน บินได้

ปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2555, หน้า 120) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นผลสรุปที่มีต่อสิ่งเร้าที่มีลักษณะต่าง ๆ ที่รวมกันอยู่ แล้วรวบรวมสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเข้ามารวมกันเป็นรูปแบบเดียว

นลินี บำเรอราช (2545, หน้า 10) ได้กล่าวว่า ความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์เป็นความเข้าใจในภาพรวมของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่บุคคลเข้าไปมีปฏิสัมพันธ์ด้วย เมื่อบุคคลเกิดความคิดรวบยอดต่อสิ่งใด ย่อมสามารถอธิบายได้ว่าสิ่งนั้นเป็นอย่างไร มีลักษณะอย่างไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง ลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นเป็นอย่างไร รวมทั้งสามารถยกตัวอย่างของสิ่งที่เป็นความคิดรวบยอดนั้นได้ ซึ่งความคิดรวบยอดเป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นด้วยการคิดจากการมีประสบการณ์ตรงในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องราว หรือเหตุการณ์ใด ๆ เป็นการคิดจากการสังเกตสิ่งนั้น ๆ โดยมีการคาดเดา (มีสมมติฐาน) อยู่ในใจและมีการทดสอบสมมติฐานนั้นด้วยการคิดแบบลองถูกลองผิด เมื่อแน่ใจว่าคิดถูกแล้ว ก็สรุปเป็นข้อความคิดรวบยอดของสิ่งนั้นออกมา และให้คำอธิบายสิ่งนั้น ๆ ได้อย่างชัดเจนว่ามีลักษณะอย่างไร

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 10) ได้กล่าวว่ มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ดังนั้น มโนทัศน์จะทำให้เราสามารถจำแนกสิ่งใหม่ ๆ และเข้าใจได้รวดเร็วตามประสบการณ์ของเราที่ผ่านมา

ราชบัณฑิตยสถาน (2551, หน้า 83) ได้เสนอความหมายของมโนทัศน์ว่า เป็นภาพหรือความคิดในสมองที่เป็นตัวแทนของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ประกอบด้วยคุณสมบัติร่วมที่เป็นลักษณะเฉพาะหรือลักษณะสำคัญของสิ่งนั้น ในสิ่งหรือประเด็นเดียวกัน บุคคลอาจมีมโนทัศน์ที่แตกต่างกันก็ได้ เช่น นกเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง เลือดอุ่น มี 2 เท้า 2 ปีก และมีขนปกคลุมร่างกาย ออกลูกเป็นไข่ แล้วฟักเป็นตัว

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, หน้า 62) ได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ว่า เป็นการจัดลักษณะที่เหมือน ๆ กันของประสบการณ์ หรือสิ่งของเข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบ ทำให้เกิดเป็นหน่วยของความคิด หรือประเภทของประสบการณ์ มโนทัศน์เป็นความคิดหรือความเข้าใจขั้นสุดท้ายที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่ง มโนทัศน์เปลี่ยนแปลงได้ เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์มากขึ้นหรือวุฒิภาวะเพิ่มขึ้น

คมสัน ตรีไพบูลย์ (2557, หน้า 40) ได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ว่า เป็นความคิดโดยสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะที่สำคัญ ซึ่งบุคคลสามารถจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกจากสิ่งอื่นได้ และสามารถจัดสิ่งของต่าง ๆ ที่มีลักษณะเหมือนกันเข้าเป็นพวกเดียวกันได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2555, หน้า 1) ได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ว่า หมายถึง ภาพในความคิดที่เปรียบเสมือน “ภาพตัวแทน” หมวดยของวัตถุ สิ่งของ แนวคิด หรือปรากฏการณ์ ซึ่งมีลักษณะทั่ว ๆ ไปคล้ายกัน

สรุปได้ว่ามโนทัศน์เป็นความคิดรวบยอดที่เกิดจากการจัดหมวดหมู่ให้กับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยอาศัยคุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่เหมือน ๆ กัน เพื่อจัดเข้าเป็นสิ่งเดียวกัน

สำหรับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Good (1945, p. 90) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิด ความคิดรวบยอด หรือเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องในการคำนวณเป็นหลัก เป็นความสัมพันธ์เชิงปริมาณ รวมไปถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นระบบหรือความคิดสำคัญเกี่ยวกับลักษณะภายนอกของสิ่งของที่เกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์ แล้วนำลักษณะเหล่านั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

Eggen & Kauchak (2001, pp. 116-118) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจในการจัดหมวดหมู่หรือจัดประเภทของคุณลักษณะบางประการ ซึ่งลักษณะแนวคิดของการกำหนดคุณสมบัตินั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนในการระบุลักษณะสำคัญจากตัวอย่างของคุณ

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 5) ได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้มนุษย์สามารถแยกแยะวัตถุหรือเหตุการณ์ว่าเป็นตัวอย่างหรือไม่เป็นตัวอย่างของความคิดที่เป็นนามธรรมนั้น ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น มโนทัศน์ของการเท่ากัน มโนทัศน์ของการเป็นสับเซต มโนทัศน์เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2557, หน้า 96) ได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความคิดของบุคคลที่สามารถจัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเหมือนกันเข้าเป็นพวกเดียวกัน โดยสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปของบทนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ ของวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกันได้

คมสัน ตรีไพบูลย์ (2557, หน้า 40) ได้กล่าวถึงความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เฉพาะใด ๆ เป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์รวมถึงการสรุปและจำแนกสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จากประสบการณ์ของนักเรียน โดยที่ความคิดและความเข้าใจนั้นสามารถอธิบายได้ด้วยภาษาหรือสัญลักษณ์

สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของบุคคลที่สามารถแยก หรือจัดกลุ่มสิ่งๆ ที่เหมือนกันให้เป็นสิ่งเดียวกัน โดยอธิบายออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

### ความสำคัญของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ต่าง ๆ ดังนี้

นลินี บำเรอราช (2545, หน้า 9) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. ด้านนักเรียน การสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองเป็นเรื่องสำคัญ และมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น การขาดการเรียนรู้ความคิดรวบยอดหรือมีมโนทัศน์ในระดับต่ำจะเป็นการยากหรือไม่อาจเรียนความรู้ในระดับสูงได้ เพราะการเรียนรู้ความคิดรวบยอดช่วยให้บุคคลเรียนรู้และเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ง่ายขึ้น ทำให้สามารถจัดสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องต่าง ๆ เป็นประเภท เพื่อง่ายต่อการรับรู้และเข้าใจ ทำให้มีแนวทางในการให้คำอธิบายเกี่ยวกับวัตถุ เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เขาต้องเข้าไปเกี่ยวข้องด้วยได้อย่างถูกต้อง จนในที่สุดทำให้สามารถตัดสินใจได้ถูกต้อง อันเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น กล่าวได้ว่าการเรียนรู้ความคิดรวบยอดเป็นการพัฒนาทางสติปัญญาที่นักเรียนทุกคนต้องมี และจะทำให้เกิดการเรียนรู้หลักการ ซึ่งเป็น การเรียนรู้ที่สูงขึ้น

2. ด้านครู การเรียนรู้ความคิดรวบยอดช่วยให้ครูสามารถคิดวิธีการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนให้นักเรียนฝึกคิดอย่างเป็นระบบ มีวิธีคิดและสร้างความเข้าใจเรื่องต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ทำให้ครูเห็นแนวทางที่จะพัฒนาความคิดรวบยอดให้แก่ นักเรียน ตลอดจนสามารถจัดประสบการณ์ การเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด

สุวิทย์ มูลคำ (2547, หน้า 10) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นเนื้อหาความรู้ที่มีประโยชน์มาก หากนักเรียนสร้างมโนทัศน์ของสิ่งใดได้แล้ว เขาก็จะสามารถเอามโนทัศน์นั้นไปประยุกต์ใช้ใน โอกาสอื่น ๆ ได้อีกเรื่อย ๆ คนเราจะพยายามสร้างมโนทัศน์ของสิ่งต่าง ๆ และของเหตุการณ์ต่าง ๆ อยู่เสมอ เพราะการสรุปลักษณะเฉพาะของสิ่งต่าง ๆ ในรูปของมโนทัศน์จะช่วยลดภาระของสมอง

ให้จดจำน้อยลง เกณฑ์ที่จะจดจำลักษณะปลีกย่อยของทุกสิ่งทุกอย่างที่รอบ ๆ ตัว เพียงแต่จำไว้ในลักษณะที่เป็นหมวดหมู่ ซึ่งต่อไปก็จะสามารถขยายขอบข่ายความรู้ของตนเองให้กว้างขวางออกไปได้

นาตยา ปิรันธนานนท์ (2542, หน้า 125) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า การที่นักเรียนมีมโนทัศน์นั้น ทำให้นักเรียนจัดระบบความรู้ไว้อย่างเป็นระเบียบ ทำให้จำได้ง่าย และสามารถหีบฉวยความรู้นั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

สุรางค์ ไคว้ตระกูล (2554, หน้า 326) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์ที่เป็นพื้นฐาน เพราะมโนทัศน์จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญ นอกจากนี้มโนทัศน์ยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสื่อความหมาย อันจะทำให้คนเรามีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2555, หน้า 58 - 59) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์มีความสำคัญมากในการกำหนดความเป็นมนุษย์ เพราะมโนทัศน์มีหน้าที่ในการทำความเข้าใจและใช้เหตุผล โดยทำหน้าที่สำคัญดังนี้ สมองจะกำหนดมโนทัศน์ที่มีเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ เป็น “กรอบต้นแบบ” หรือ โครงร่างคร่าว ๆ ของสิ่งนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจ สิ่งนั้นคืออะไร ประกอบด้วยอะไร กรอบความคิดเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ จะกลายเป็นสิ่งที่เรียกว่า “ข้อสมมติ” หรือ การคาดเดาว่า “น่าจะเป็น” สิ่งนั้น/ สิ่งนี้ เรื่องนั้น/ เรื่องนี้ ในสิ่งที่มองไม่เห็นแต่พอจะเข้าใจ เพราะมีมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องนั้นอยู่

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, หน้า 62) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า จะทำให้เราได้รับทราบถึงคุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการ ซึ่งทำให้เราแยกสิ่งต่าง ๆ นั้นออกจากสิ่งอื่น ๆ ได้ และในขณะที่เดียวกันก็สามารถเชื่อมโยงเข้ากับกลุ่มสิ่งของประเภทเดียวกันได้

สรุปได้ว่า มโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิดที่สำคัญ เพราะจะช่วยให้สามารถจัดเก็บความรู้ไว้อย่างเป็นระบบ สามารถนำมโนทัศน์นั้น ๆ ไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้เรื่อย ๆ อีกทั้งจะทำให้สามารถเรียนรู้สิ่งอื่น ๆ รอบตัวได้ง่ายขึ้น และขยายขอบข่ายของความรู้ของตนเองออกไปได้

สำหรับความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีหน่วยงานทางการศึกษาและ  
นักรการศึกษาได้เสนอไว้ ดังนี้

สวท. (2555, หน้า 61) ได้เสนอความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า  
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำความรู้  
คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาหรือใช้งาน นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดี มักเรียนรู้และ  
แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดี รวมทั้งมีพื้นฐานที่จะเชื่อมโยงและคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับสูง  
ขึ้นไปได้ดีด้วย

อัมพร ม้าคอนง (2557, หน้า 17) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมาก  
สำหรับทั้งครูและนักเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอด  
เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจที่่องแท้ ที่จะทำให้ครูคณิตศาสตร์ได้อย่างมี  
ประสิทธิภาพ และสามารถเชื่อมโยงไปสู่การใช้งานของคณิตศาสตร์ได้ นักวิชาการมากมายแสดง  
ความคิดเห็นว่าครูจะสอนคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี ถ้าครูขาดมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่สอน ในขณะที่  
เดียวกัน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก็มีความสำคัญมากสำหรับนักเรียนในการคิด การเรียนรู้  
และการทำงานทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์จะทำให้นักเรียนเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์  
เป็นอย่างดี และสามารถนำสิ่งเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคยได้

คมสัน ตรีไพบูลย์ (2557, หน้า 40) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์  
ว่า ครูควรให้ความสำคัญต่อการทำความเข้าใจต่อเนื้อหาบทเรียน ควรจัดลำดับความยากง่ายของ  
เนื้อหาตลอดจนให้ตัวอย่างที่มากพอเพื่อให้นักเรียนสามารถจำแนกและแบ่งส่วนต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่  
การเชื่อมโยงความรู้ เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจในมโนทัศน์เรื่องนั้น ๆ

สรุปได้ว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อทั้งครูและนักเรียนคณิตศาสตร์  
เพราะเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้เด็กเรียนมี  
ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์และสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้



## แนวทางในการพัฒนามโนทัศน์

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ไว้ต่าง ๆ ดังนี้

Harper & others (1964 อ้างถึงใน นวลลออ ทินานนท์, 2540, หน้า 41) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ว่ามี 2 ขั้นตอน คือ

1. การแยกแยะความแตกต่าง หมายถึง การที่คนเราสามารถสังเกตพิจารณา ถึงลักษณะที่แตกต่างกันของสิ่งต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในประสบการณ์และสามารถแยกแยะความเหมือนหรือความแตกต่างของประสบการณ์ทั้งหลายที่ได้เข้ามา แต่ถ้าบุคคลใดไม่มีประสบการณ์กับเหตุการณ์หรือกับสิ่งของนั้น ๆ มาก่อน ความคิดรวบยอดนั้นก็เกิดขึ้นยากกว่าสิ่งที่ตนเคยได้รับประสบการณ์

2. การสรุป เมื่อบุคคลเกิดการพิจารณาแยกแยะความเหมือน ความแตกต่างแล้ว การค้นพบประสบการณ์ใหม่จะนำไปเชื่อมโยงหรือจัดเข้าพวกกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จึงสามารถจะสรุปเป็นมโนทัศน์จากข้อมูลต่าง ๆ ได้

อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 22) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนไว้ ดังนี้

1. จัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมาย จำเป็นสำหรับการคิดและการใช้งาน และเป็นพื้นฐานของการเรียนในระดับสูงขึ้น นอกจากนี้ควรให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ไปสู่ขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีหรือเนื้อหาเกี่ยวกับวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่ตนเลือกใช้ ความรู้คณิตศาสตร์จึงควรเกิดจากความเข้าใจมิใช่เกิดจากการจดจำ ซึ่งอาจลืมได้โดยง่าย การเรียนรู้อย่างเข้าใจจะช่วยให้เรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน และสามารถพัฒนาให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมากขึ้นได้

2. พัฒนาการคิดในลักษณะต่าง ๆ ควบคู่กับการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ การไตร่ตรอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากการคิดเป็นพื้นฐานสำคัญของการทำความเข้าใจและการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้

3. ออกแบบกิจกรรมและงานให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนาให้นักเรียน โดยอาจต้องมีการวิเคราะห์ห้มโนทัศน์ย่อยที่จะสอนก่อน จากนั้น จึงออกแบบกิจกรรมสำหรับ

แต่ละมโนทัศน์และเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรม จะต้องมีการประเมินพฤติกรรมการทำกิจกรรมของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยอาจใช้คำถามที่ส่งเสริมกระบวนการคิด เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและขยายไปสู่ความหมายใหม่ หรือความรู้เชิงนามธรรมได้

4. เลือกใช้สื่อ เอกสารประกอบการสอน นวัตกรรม และเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนา รวมทั้งจัดสภาพแวดล้อมหรือบริบทของการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการใช้สื่อ และนวัตกรรมเหล่านั้น

5. ประเมินผลการพัฒนามโนทัศน์เป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่องในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งการประเมินรายบุคคลและการประเมินโดยรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน นอกจากนี้ ครูควรสะท้อนการสอนของตนจากผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน เพื่อที่จะปรับการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. พยายามให้นักเรียนทำกิจกรรม คิด สังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของนักเรียนและไม่ยากเกินกว่าที่นักเรียนจะคิดได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2549, หน้า 178-186) ได้กล่าวว่า เราจำเป็นต้องพัฒนาการคิดเชิงมโนทัศน์เพื่อช่วยให้เราทำความเข้าใจเรื่องต่าง ๆ ได้ตามสภาพที่ปรากฏจริง และการพัฒนาการคิดนี้ได้เป็นอย่างดีนั้น เราจำเป็นต้องพัฒนาลักษณะนิสัยบางประการไปด้วยพร้อม ๆ กัน ซึ่งการพัฒนามโนทัศน์สามารถทำได้ ดังนี้

1. ขอบจดจ้องเพื่อจับใจ หมายถึง การพิจารณาสิ่งที่รับรู้ด้วยใจที่จดจ่อ โดยยังไม่รีบด่วนสรุปหรือตีความตามกรอบมโนทัศน์ของตน ทั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อ “จับใจ” ใจ ในที่นี้หมายถึง “แก่น” หรือมโนทัศน์ของสิ่งนั้นตามที่ปรากฏอยู่ องค์ประกอบของคนที่ชอบจดจ้อง ได้แก่

1.1 ช่างสังเกต นักคิดเชิงมโนทัศน์จะเป็นนักสังเกตด้วย เพื่อทำความเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้น สามารถแยกแยะความแตกต่างได้ ค้นหาเอกลักษณ์ หรือแก่นของสิ่งนั้น จึงจำเป็นต้องเป็นคนช่างสังเกต การเป็นคนช่างสังเกตพยายามเก็บรายละเอียดของสิ่งนั้นไม่มองเพียงผ่าน ๆ การสังเกตจะนำไปสู่การค้นพบมโนทัศน์ที่ช่วยให้เราเข้าใจหลักการเบื้องหลังของสิ่งต่าง ๆ

1.2 ทวนซ้ำและทดลองใช้ ต้องเป็นคนทีละเอียดยรอบคอบ โดยมีการทวนซ้ำเพื่อตรวจสอบให้แน่ใจว่ามโนทัศน์ที่เราคิดว่าเช่นนั้น ถูกต้อง ใช้นั่นนอนหรือไม่ก่อนที่จะปักใจสิ่งใด

ลงไป ดังเช่นนักวิทยาศาสตร์ค้นพบกฎเกณฑ์ความเป็นไปของธรรมชาติจากการสังเกต การค้นหา  
กฎเกณฑ์ และการทวนซ้ำหรือการทดลองซ้ำ ๆ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

2. ขอบรู้สิ่งที่รับอย่างเข้าใจ ครวญใคร่ตามบริบท เรามักจะยึดกฎเกณฑ์หรือความรู้อย่าง  
บางอย่างไว้โดยปราศจากความสงสัยว่าสิ่งนั้นเป็นจริงตามนั้นหรือไม่ และใช้ความเชื่อที่ผิด ๆ  
หรือข้อสมมติที่ผิดพลาดนี้ไปตีความเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เป็นเหตุให้กลายเป็นความคิดผิดทั้ง  
กระบวนการ ในฐานะที่เราเป็นนักคิดเชิงมโนทัศน์ จำเป็นต้องเป็นคนที่มีความ “เข้าใจ” มโนทัศน์  
ที่อยู่เบื้องหลังของบริบทนั้น การรับรู้เรื่องต่าง ๆ ของเราต้องรับรู้ด้วยความเข้าใจ รู้สิ่งที่  
เป็นแก่นที่สามารถนำไปตีความหรือประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ ที่เหมาะสมได้ มิใช่รับรู้ตาม ๆ กันมาอย่าง  
ขาดความเข้าใจ การคิดเชิงมโนทัศน์เป็นการคิดเพื่อฝึกฝนความสามารถในการอธิบาย การทำ  
ความเข้าใจสิ่งที่รับรู้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเห็นสิ่งนั้นและตีความสิ่งนั้นตามที่ปรากฏ ด้วยความเข้าใจ  
ที่สอดคล้องกัน การที่จะทำเช่นนั้นได้จำเป็นต้องมีความยืดหยุ่นในกรอบความคิด มีใจเปิดกว้าง  
ในการรับรู้ รับความคิดใหม่ ๆ และมุ่งพิจารณาใคร่ครวญทำความเข้าใจภายใต้บริบทที่เกิดขึ้น  
มิใช่ตีความจากข้อสมมติของตน ต้องไม่รวบรัดตัดสินตามประสบการณ์ความเคยชิน ด้วยตระหนัก  
ว่าอาจมีรายละเอียดปลีกย่อยที่สะท้อนถึงมโนทัศน์ที่แตกต่างกัน

3. การที่เราจะเป็นนักคิดเชิงมโนทัศน์ที่ดี จะต้องระมัดระวัง ไม่สรุปสิ่งต่าง ๆ อย่าง  
รวบรัด ควรพยายามฝึกที่จะเป็นนักคิดเชิงวิพากษ์ด้วย โดยเรียนรู้ที่จะตั้งคำถามในลักษณะ  
“ซักค้าน” เพื่อหาความไม่น่าจะเป็นของสิ่งที่รับรู้และนำไปสู่การสืบค้นความจริง การคิดเชิงวิพากษ์  
จะช่วยดับเล่ห์การมองโลก ทำให้มโนทัศน์ของเราในเรื่องต่าง ๆ แจ่มชัดขึ้น ไม่ถูกหลอกด้วย  
ข้อมูลเสมือนจริงที่ทำให้สมมติความสับสนได้

4. ขอบสื่อสารแบบชัด คม ตรงประเด็น หากเราต้องการพัฒนาความคิดเชิงมโนทัศน์  
เราต้องบังคับตัวเองให้สื่อสารตรงประเด็น โดยพยายามตีกรอบความเข้าใจในเรื่องราวต่าง ๆ  
อยู่เสมอ เพราะการสื่อสารเช่นนี้ จะเป็นการบังคับให้เราต้องคิดให้ได้มโนทัศน์ที่ชัดเจนก่อน  
ดังนั้น นักคิดเชิงมโนทัศน์จึงควรมีสัจชอบสื่อสารเรื่องต่าง ๆ อย่างตรงประเด็นตามมาด้วย  
พยายามอธิบายให้ผู้รับสารรับรู้เรื่องนั้นได้อย่างเข้าใจ ไม่คลุมเครือ ไม่สื่อสารแบบน้ำท่วมทุ่ง  
ผักบุ้งโหรงเหรง แต่สื่อสารได้ชัด คม ตรงประเด็น /การทำสิ่งต่าง ๆ เราควรมีมโนทัศน์ที่ชัดเจน  
อันจะช่วยทำให้เราสามารถสื่อสาร อธิบายและดำเนินการเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว

5. ชอบสะสมความรู้คู่ความคิด เนื่องจากเรามีมีโน้ตบุ๊กที่คลุมเครือในหลาย ๆ เรื่อง จึงอาจไม่เพียงพอที่จะหาข้อสรุปให้กับเรื่องนั้นได้อย่างชัดเจน อาจต้องใช้การเดาสุ่มเพื่อหา “ความน่าจะเป็น” ของสิ่งที่รับรู้ว่ายู่หมวดหมู่โน้ตบุ๊กใด ความน่าจะเป็นของเราอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ การที่เราจะรู้ว่าเราคิดถูกหรือไม่ จำเป็นต้องเปิดกว้างรับข้อมูลใหม่ ๆ เป็นการเพิ่มมีโน้ตบุ๊กภายใต้หมวดหมู่ให้โอกาสความน่าจะเป็นมีเพิ่มมากขึ้น/ นักคิดเชิงมีโน้ตบุ๊กจึงต้องเป็นคนที่มี “คลังความรู้” เรื่องต่าง ๆ สะสมเพิ่มเติมอยู่เสมอ เพื่อนำมาใช้ในการปรับมีโน้ตบุ๊กให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ช่วยให้ข้อสมมติที่มีนั้นมีความสมเหตุสมผลและช่วยให้สามารถวินิจฉัย ตีความ ทำความเข้าใจได้อย่างแม่นยำมากขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเป็นคนที่ชอบสะสมความรู้ใหม่ ๆ หาตัวอย่างใหม่ ๆ เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ และนำมาเพิ่มพูนเข้ากับมีโน้ตบุ๊กเดิมให้โครงตาข่ายมีโน้ตบุ๊กหมวดหมู่นั้นมีตาถี่ ๆ มากยิ่งขึ้น//นักคิดเชิงมีโน้ตบุ๊กไม่ใช่คนที่ชอบสรุปสิ่งใดแบบ “เหมา” เอาว่าเป็นอย่างนั้น แต่จะพิจารณารายละเอียดที่แตกต่างเพื่อหาความ “พิเศษเฉพาะ” ในสิ่งที่ดูเหมือนกัน ๆ กัน ดูเดิน ๆ เหมือนเป็นสิ่งเดียวกัน เนื่องจากมีความตระหนักว่าในแต่ละสิ่งจะมีมีโน้ตบุ๊กของตนเอง ซึ่งมักจะมียางสิ่งบางอย่างที่แตกต่างจากสิ่งที่คล้าย ๆ กัน การค้นหาความแตกต่างนั้นพบ หมายความว่าสามารถแยกแยะมีโน้ตบุ๊กของสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่น ๆ ได้ นิสัยนักคิดเชิงมีโน้ตบุ๊กจึงต้องได้รับการฝึกฝนให้ “ชอบ” ที่จะทำในสิ่งต่าง ๆ

นลินี บำเรอราช (2545, หน้า 12) ได้กล่าวว่ แนวทางในการพัฒนามีโน้ตบุ๊ก สามารถทำได้หลายขั้นตอน ดังนี้

1. การรับรู้ข้อมูลของสิ่งที่ป็นความคิดรวบยอด
  2. การสังเกตสิ่งที่ป็นตัวอย่าง และสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดรวบยอด
  3. การคิดเปรียบเทียบสิ่งที่ป็นตัวอย่าง กับสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง
  4. การคิดพิจารณาความเหมือนกัน และความแตกต่างกันของสิ่งที่ป็นตัวอย่าง กับสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง
  5. การตั้งสมมติฐานขึ้นในใจ (คาดเดา) ว่ามันคืออะไร มันป็นอะไร มันเรื่องอะไร
  6. การคิดทดสอบสมมติฐาน ถ้าไม่ถูกก็เปลี่ยนสมมติฐานใหม่ และทดสอบอีกจนถูกต้อง
- ถ้ายังไม่พบสมมติฐานที่ถูกต้อง ก็ยังไม่เข้าใจมีโน้ตบุ๊ก หรือไม่เข้าใจความคิดรวบยอด

7. การสรุปรวบยอดเป็นข้อมโนทัศน์

8. การทดสอบความคิดรวบยอดนั้น และการนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ โดยสามารถสร้างคำอธิบายในเชิงให้คำนิยามหรือคำจำกัดความเกี่ยวกับความคิดรวบยอดนั้นได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าแนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ คือ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ที่ชอบสังเกต วิเคราะห์ อภิปราย มีการเตรียมความพร้อมซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม มีกิจกรรมที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนาให้กับนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนได้แยกแยะ หรือจัดหมวดหมู่ เพื่อสรุปเป็นความคิดรวบยอด

### **การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์**

#### **แนวทางในการวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์**

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงแนวทางในการวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Frayer, Fredick & Klausmier (1969, pp. 218-244) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องวิเคราะห์ในเนื้อหาเชิงคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด แล้วจึงออกข้อสอบให้ตรงกับมโนทัศน์ที่ได้วิเคราะห์ไว้

Wilson (1971, pp. 645-670 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544, หน้า 62) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นหมายถึงความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนการสอนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาสัมพันธ์กัน

โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรต้นวงศ์ (2520, หน้า 222) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า เป็นการวัดเชิงนามธรรม คือ เป็นการวัดความเข้าใจเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อจะได้ทราบว่าเด็กมีความเข้าใจและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพียงใด ดังนั้น ข้อสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นจึงมีข้อคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ และไม่ต้องการคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดใน  
 สิ่งที่เป็นนามธรรม มุ่งหวังที่จะทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ หรืออาจจะเป็นการวัด  
 พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องวิเคราะห์  
 ในเนื้อหาเชิงคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัดแล้วจึงออกข้อสอบให้ตรงกับมโนทัศน์ที่ได้วิเคราะห์ไว้  
 ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

#### เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก

มีหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ  
 รูบริก ดังนี้

สสวท. (2555, หน้า 168-169) ได้เสนอเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้  
 คณิตศาสตร์ว่า การให้คะแนนแบบรูบริก เป็นการให้คะแนนที่ประเมินจากผลงานที่นักเรียนทำหรือ  
 พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกซึ่งไม่ได้พิจารณาที่คำตอบหรือผลลัพธ์สุดท้ายเพียงอย่างเดียว  
 แต่ยังพิจารณาที่ขั้นตอนการทำงานของนักเรียนด้วย ตลอดจนมีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุ  
 รายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนไว้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม เกณฑ์การให้  
 คะแนนแบบรูบริกสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

การให้คะแนนแบบรูบริกเป็นเครื่องมือช่วยให้ครูสามารถพิจารณาและตัดสินระดับ  
 ความสามารถของนักเรียนด้านความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทาง  
 คณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการปรับปรุง  
 การเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ตลอดจนการให้คะแนนแบบรูบริกยังเป็นเครื่องมือ  
 ช่วยให้นักเรียนประเมินระดับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนเอง แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุง  
 และพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนให้ดียิ่งขึ้นด้วย โดยเสนอว่าการให้คะแนนแบบ  
 รูบริกที่นิยมใช้มี 2 แบบ ดังนี้

1. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการ  
 ประเมิน เช่น เมื่อต้องการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา อาจแยกพิจารณาในความสามารถ

ในการทำความเข้าใจปัญหา ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบของปัญหา ในการให้คะแนนจะกำหนดเกณฑ์ของคะแนนในแต่ละด้าน แล้วรายงานผลโดยจำแนกเป็นด้าน ๆ และอาจสรุปรวมคะแนนทุกด้านด้วยก็ได้

2. การให้คะแนนแบบองค์รวม เป็นการให้คะแนนแบบรูบริคที่ประเมินผลงานของนักเรียน โดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่ควรมี เป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ไม่ต้องแยกแยะเป็นด้าน ๆ

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 184-185) ได้กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนนเป็นเครื่องมือที่ช่วยประเมินเชิงคุณภาพเกี่ยวกับความรู้และการปฏิบัติงานของนักเรียนซึ่งสามารถแยกแยะความสำเร็จในการเรียนหรือคุณภาพการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยต้องมีการกำหนดมาตรวัดและรายการของคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกของแต่ละระดับ/กลุ่มในมาตรวัดไว้อย่างชัดเจน โดยทั่วไปการให้คะแนนแบบรูบริคมี 2 รูปแบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม เป็นการประเมินความรู้หรือผลงานของนักเรียนแบบภาพรวมตามระดับคะแนนที่ครูได้กำหนดไว้ โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ จึงมักใช้ในการตัดสินหรือสรุปผลการเรียน

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ เป็นการประเมินโดยแยกออกเป็นองค์ประกอบย่อยและกำหนดระดับคะแนนสำหรับแต่ละองค์ประกอบย่อย จึงมักใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์ เพื่อหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 255-256) ได้กล่าวว่า เกณฑ์การประเมิน คือ แนวการให้คะแนนเพื่อประเมินผลงานหรือการปฏิบัติงานของนักเรียน หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า Rubric เป็นเครื่องมือให้คะแนนชนิดหนึ่ง ใช้ในการประเมินการปฏิบัติงานหรือผลงานของนักเรียน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เกณฑ์ และระดับคุณภาพหรือระดับคะแนนของเกณฑ์แต่ละตัว เกณฑ์การประเมินจึงเป็นเหมือนการกำหนดลักษณะเฉพาะของการปฏิบัติหรือผลงานนั้น ๆ ในเชิงปริมาณหรือเชิงคุณภาพ หรือทั้ง 2 ประการรวมกัน ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการประเมิน โดยเกณฑ์การประเมิน มี 2 ชนิด คือ เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม และเกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม ครูจะให้คะแนนโดยดูจากภาพรวมของกระบวนการหรือผลงาน ไม่แยกพิจารณาเป็นส่วน จะใช้เมื่อต้องการดูภาพรวมมากกว่าดูข้อบกพร่องส่วนย่อย ๆ จึงเหมาะกับการปฏิบัติที่ต้องการให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ และไม่มีคำตอบที่ถูกต้องชัดเจนแน่นอน

2. เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน ใช้เมื่อต้องการเน้นการตอบสนองที่มีลักษณะเฉพาะ และไม่ได้เน้นความคิดสร้างสรรค์ ใช้เป็นตัวแทนของการประเมินหลายมิติ การใช้เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วนจึงได้ผลสะท้อนกลับค่อนข้างสมบูรณ์ เป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนและครูมาก ครูที่ใช้เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วนจึงสามารถสร้างเส้นภาพ จุดเด่น-จุดด้อยของนักเรียนแต่ละคนได้

อัมพร ม้าคอง (2553, หน้า 194-195) ได้กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนน เป็นเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการให้คะแนนผลงานหรือคุณภาพการปฏิบัติงานของนักเรียน โดยทั่วไปมี 2 แบบ ดังนี้

1. แบบเกณฑ์รวม เป็นเกณฑ์การให้คะแนนงานหรือการแก้ปัญหาโดยพิจารณาภาพรวมของคุณภาพของผลงานที่ได้ ซึ่งอาจมองหลายมิติหรือหลายด้านรวมกัน มีการจำแนกระดับคะแนนให้เห็นความแตกต่างของคุณภาพงาน

2. แบบเกณฑ์ย่อยหรือเกณฑ์เฉพาะ เป็นเกณฑ์การให้คะแนนเฉพาะขั้นเฉพาะงานย่อยหรือเฉพาะด้าน โดยกำหนดระดับคะแนนตามความแตกต่างของคุณภาพงานในขั้น งานย่อย หรือด้านที่พิจารณา

อนุวัติ คุณแก้ว (2559, หน้า 163) ได้กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนน เป็นแนวทางในการให้คะแนนที่เกิดจากการรวมกันระหว่างเกณฑ์การให้คะแนน กับมาตราประมาณค่าหรือระดับคะแนน โดย Rubrics เป็นแนวทางการให้คะแนน ที่ระบุถึงความแตกต่างของผลงานหรือประสิทธิภาพของงาน โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมินโดยทั่วไปไว้ 2 แบบ คือ



1. การกำหนดเกณฑ์โดยภาพรวม โดยการอธิบายลักษณะคุณภาพของงาน โดยจะมีคำอธิบายลักษณะของงานแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจน เกณฑ์การประเมินในภาพรวมนี้เหมาะที่จะใช้ในการประเมินทักษะการเขียน สามารถที่จะตรวจสอบความต่อเนื่อง ความคิดสร้างสรรค์ และความสละสลวยของภาษาที่เขียนได้

2. การกำหนดเกณฑ์โดยแยกเป็นด้าน ๆ เป็นการให้คะแนนเป็นส่วน ๆ โดยระบุรายละเอียดออกเป็นด้าน ๆ และแต่ละด้านมีคุณภาพอย่างไร เช่น การประเมินการเขียน จะมีการแบ่งเป็นด้าน จำนวนภาษา ความคิดสร้างสรรค์ การเขียนลูกหลักไวยากรณ์

จากเกณฑ์การให้คะแนนข้างต้น สรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการประเมินผล ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ เกณฑ์และระดับคุณภาพของเกณฑ์แต่ละตัว โดยการให้คะแนนแบบรูบริกแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ 1) การให้คะแนนแบบองค์รวม เป็นการพิจารณาภาพรวมของคุณภาพงาน โดยไม่มีการแยกออกเป็นด้าน ๆ และ 2) การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ เป็นการประเมินโดยแยกออกเป็นองค์ประกอบย่อยแต่ละด้าน

ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบรูบริกประเภทการให้คะแนนแบบองค์รวม เนื่องจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ที่ต้องการประเมินผลงานนักเรียน โดยการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานโดยรวม ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนการประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบรูบริกประเภทการให้คะแนนแบบองค์รวมไว้ ดังนี้

#### **เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์**

อัมพร ม้าคนอง (2552, หน้า 65–66) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ไว้ดังนี้

การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัยซึ่งพิจารณาคำตอบและการอธิบายคำตอบ ดังนี้

### 1. การพิจารณาคำตอบ

ระดับถูกต้องอย่างสมบูรณ์	ให้ 3 คะแนน
ระดับถูกต้องค่อนข้างสมบูรณ์	ให้ 2 คะแนน
ระดับถูกต้องบางส่วน	ให้ 1 คะแนน
ระดับไม่ถูกต้อง	ให้ 0 คะแนน

### 2. การพิจารณาการอธิบายโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การอธิบายแบบมีโครงสร้างเป็นเหตุเป็นผล เป็นการอธิบายที่มีการอ้างอิงโครงสร้างหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 ระดับ ดังนี้

2.1.1 ระดับการอธิบายที่สื่อความหมายอย่างชัดเจน

2.1.2 ระดับการอธิบายที่สื่อความหมายได้บ้าง หรือพยายามสื่อความหมายแต่ไม่ชัดเจน

2.2 การอธิบายแนวคิดแบบไม่มีโครงสร้าง เป็นการอธิบายที่ไม่ได้ใช้โครงสร้างและระบบทางคณิตศาสตร์ และไม่ได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2557, หน้า 55) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย โดยจัดเป็นกลุ่มตามระดับความสามารถในการตอบเป็น 4 กลุ่ม ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร

กลุ่มที่	คำอธิบาย	ระดับ คะแนน
4	ตอบถูกต้องอย่างสมบูรณ์ โดยการอธิบายมีการอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผลและมีการสื่อความหมายได้ชัดเจน	3 คะแนน
3	- ตอบถูกต้องอย่างสมบูรณ์ โดยการอธิบายมีการอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบบ้าง แต่ไม่ชัดเจน หรือ - ตอบถูกต้องอย่างสมบูรณ์แต่การอธิบายใช้การอ้างอิงความรู้เชิงขึ้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล	2 คะแนน
2	- ตอบถูกต้องหรือตอบถูกต้องบางส่วนและพยายามอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบ แต่ไม่ถูกต้อง หรือ - ตอบถูกต้องหรือตอบถูกต้องบางส่วน แต่ไม่มีการอธิบายให้เหตุผลประกอบ	1 คะแนน
1	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	0 คะแนน

จากเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มี 2 ลักษณะ คือ การพิจารณาจากคำตอบ และการอธิบายคำตอบ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่ปรับปรุงมาจาก อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 65–66); เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2557, หน้า 55) เนื่องจากเกณฑ์ดังกล่าว มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับงานวิจัยครั้งนี้ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนโน้ตสันทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	คำตอบถูกต้อง และมีการอธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้ถูกต้องและชัดเจน
2	คำตอบถูกต้อง และมีการอธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้ถูกต้องบางส่วน
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คำตอบถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์</li> <li>- คำตอบถูกต้อง แต่มีการอธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้ไม่ถูกต้อง</li> <li>- คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องบางส่วน</li> </ul>
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่อธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์</li> <li>- ไม่แสดงคำตอบ</li> </ul>

## ทักษะการสื่อสารและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

### ความหมายของทักษะการสื่อสารและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอความหมายของทักษะการสื่อสารไว้ ดังนี้

Sherwyn, Brian & Kevin. (2007, p. 4) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการสื่อสารไว้ว่า เป็นกระบวนการในการสร้างข้อความหรือสื่อ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการให้ความหมายกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

Tubbs & Moss (1983, p. 4) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการสื่อสารไว้ว่า เป็นกระบวนการในการให้ความหมายกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ระหว่างคนสองคนหรือคนหลาย ๆ คน

NCTM (1996, อ้างถึงใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 60) ได้เสนอความหมายของทักษะการสื่อสารไว้ว่า เป็นกระบวนการถ่ายทอดข่าวสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร โดยนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู และการแสดงท่าทางโดยอาจไม่ใช่สื่อ หรือใช้สื่อต่าง ๆ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสารหรือสิ่งตีพิมพ์ต่าง ๆ และอินเทอร์เน็ต

พงษ์ วิเศษสังข์ (2553, หน้า 2) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการสื่อสารไว้ว่า เป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนสัญลักษณ์ทั้งรูปของวจนภาษาและอวจนภาษาระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสารเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่เหมือนกันในความหมายอันจะมีผลต่อพฤติกรรม

จินตวีร์ เกษมสุข (2554, หน้า 4) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการสื่อสารไว้ว่า การสื่อสารเป็นกระบวนการในการสื่อความหมายโดยมีบุคคล 2 ฝ่าย ได้แก่ ผู้ส่งสารและผู้รับสาร โดยที่ผู้ส่งสารส่งข่าวสารใด ๆ ไปยังผู้รับสาร แล้วทำให้ทั้งสองฝ่ายเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและตรงกันต่อข่าวสารนั้น

ชนิษฐา จิตชินะกุล (2557, หน้า 1) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการสื่อสารไว้ว่า เป็นการรับรู้ข้อมูลข่าวสารร่วมกันของมนุษย์ที่แสดงออกทางภาษาไม่ว่าจะเป็นภาษาพูด ภาษาเขียน หรือภาษาท่าทาง รวมทั้งการแสดงออกทางพฤติกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์

จากการให้ความหมายของการสื่อสารของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะการสื่อสารเป็นกระบวนการในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างคน 2 คน ซึ่งประกอบด้วยผู้ส่งสารและผู้รับสาร โดยผ่านช่องทาง การพูด การเขียน แล้วทำให้ทั้งสองฝ่ายเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

สำหรับทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

อัมพร ม้าคอง (2553, หน้า 56-57) ได้กล่าวว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการอธิบาย ชี้แจงแสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ จึงรวมความสามารถเกี่ยวกับการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอไว้ด้วย ตัวอย่างของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์คือ การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมายและนำเสนอ การอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงาน การแสดงผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติในการอธิบายหรือนำเสนอข้อมูล

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 12) ได้เสนอความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 120) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการจัดระบบและอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และสมเหตุสมผล ซึ่งการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์สามารถอธิบายได้โดยการพูด การเขียน และการนำเสนอแนวคิด

สมเดช บุญประจักษ์ (2540, หน้า 45) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการแสดงแนวคิด นำเสนอแนวคิด และอธิบายความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความสามารถในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน การแทนด้วยสัญลักษณ์ หรือการแสดงแนวคิดโดยใช้สื่อต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ แผนภาพ หรือกราฟ
2. ความสามารถในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์และแสดงความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการอธิบายแนวคิด และแลกเปลี่ยนแนวคิดทางคณิตศาสตร์

พรณทิพา พรหมรัญ (2552, หน้า 52) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการใช้การพูดและการเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ รูปภาพและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวคิด ซึ่งแสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิดได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

อลิสรา ชมชื่น (2550, หน้า 50) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการใช้ภาษา ศัพท์ สัญลักษณ์ และ โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร นำเสนอ อภิปราย อธิบายแนวความคิดหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยการพูด การฟัง การอ่าน และการเขียน ได้อย่างถูกต้องและกระชับ

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 186) ได้กล่าวถึงความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการถ่ายทอดข่าวสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสารโดยนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู การแสดงท่าทาง โดยมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชันและแบบจำลอง ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาช่วยในการสื่อความหมาย

จากการให้ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของหน่วยงานทางการศึกษา และนักการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ให้กับผู้อื่น ผ่านการพูด การเขียน โดยใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูด หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านทางพูด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านทางเขียน โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

### ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Mumme & Shepherd (1993, pp. 7-9) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ทักษะการสื่อสารช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยการแสดงความคิด การอภิปราย และการฟังความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น ๆ จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น
2. ทักษะการสื่อสารช่วยในการแลกเปลี่ยนในการทำความเข้าใจในคณิตศาสตร์ นั่นคือ นักเรียนเกิดความช่วยเหลือกัน การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น นักเรียนสามารถพัฒนาภาษาทางคณิตศาสตร์ และมีความเข้าใจในกฎและนิยามต่าง ๆ

3. ทักษะการสื่อสารจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักเรียนรู้ เมื่อครูตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนตอบคำถามในรูปของการพูด หรือการเขียนในสิ่งที่เขาคิด หรือการพูดกันเองก็จะทำให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในความสามารถเกี่ยวกับความคิดทางคณิตศาสตร์ จากการนำเสนอในสิ่งที่นักเรียนคิดว่าสำคัญ เพราะนักเรียนจะต้องใช้ศักยภาพและควบคุมการเรียนรู้ในการค้นคว้าเพิ่มเติม และในที่สุดพวกเขาจะเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง

4. ทักษะการสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเรียนรู้ นั่นคือการพูดและการฟังในกลุ่ม โดยการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย โดยปราศจากการวิตกกังวลที่จะแสดงความคิดเห็นใหม่ ๆ การมีปฏิสัมพันธ์ เป็นสิ่งที่จะทำให้นักเรียนเกิดความเต็มใจที่จะร่วมกันคิด

5. ทักษะการสื่อสารช่วยให้ครูได้หยั่งรู้ในความคิดของนักเรียนในขณะที่ครูเรียนรู้เกี่ยวกับความคิดของนักเรียน โดยการมุ่งสิ่งที่นักเรียนได้อธิบายการให้เหตุผลของพวกเขา ซึ่งความสามารถในการอธิบายเกิดจากการฝึกการใช้ภาษาที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน

เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2554, หน้า 48) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับคณิตศาสตร์ และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้ นักเรียนมีความเข้าใจถูกต้องและลึกซึ้งในวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น รวมทั้งเป็นการทำให้ครูได้รู้ถึงความเข้าใจและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอีกด้วย

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 57) ได้กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญในการทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างผู้สื่อสารกับผู้รับสาร โดยในกระบวนการสื่อสาร ผู้สื่อสารจะต้องจัดระบบความคิดและสื่อเป็นภาษาพูดหรือเขียนให้ผู้รับสารเข้าใจตรงกัน ในขณะเดียวกันผู้รับสารก็ต้องทำความเข้าใจ และติดตามในสิ่งที่ผู้สื่อสารพูดหรือเขียน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญในการทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

1. ก่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างนักเรียน
2. ส่งเสริมบริบทของการเรียนรู้ที่เหมาะสม
3. เพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับทั้งผู้สื่อสารและผู้รับสาร
4. ช่วยให้ผู้มองเห็นความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้วางแผนจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

สสวท. (2555, หน้า 59) ได้เสนอความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และ



ความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 186) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรม ไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และเป็นการนำเสนอแนวคิด แลกเปลี่ยนความรู้

จากการระบุความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของหน่วยงานทางการศึกษา และนักการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญมากในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะการสื่อสารทำให้นักเรียนได้มีความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันก็เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่นผ่านการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งเป็นการสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การเรียนรู้ ทำให้เกิดความเข้าใจกันระหว่างนักเรียน และช่วยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการคิดของนักเรียนยิ่งขึ้น

#### แนวทางการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Rowan & Morrow (1993, pp. 9-11) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับครู ไว้ดังนี้

1. นำเสนอสื่อรูปธรรม แล้วให้นักเรียนได้พรรณนาถึงสิ่งที่พบ
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราวหรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน เช่น โครงการที่มีกิจกรรมการสืบค้น สื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมเช่นนี้ ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียนจะทำให้การใช้คณิตศาสตร์สื่อสารเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์
3. การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และคิดอย่างสร้างสรรค์ การส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารในที่นี้ รวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามให้กับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสันใจ

4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด การเขียนสื่อสารแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญ และควรให้นักเรียนได้ฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมต้องเขียนอธิบาย นั่นคือ เป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจนกับนักเรียน

5. ใช้กลุ่มร่วมมือและช่วยเหลือกัน การให้นักเรียนนั่งเป็นแถวและนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย การจัดกลุ่ม ให้นักเรียนได้ร่วมมือ และช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง

6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะโดยอ้อม การตอบสนองต่อคำถามนักเรียน การบริหารและการจัดระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้เห็นถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

NCTM (2000, pp. 270-272) ได้เสนอว่า บทบาทของครูในการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับเกรด 6-8 ครูจะต้องจัดสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหาาร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากครู การให้นักเรียนอธิบาย การถกเถียง การอภิปรายและการใช้เหตุผล เป็นวิธีทำให้นักเรียนได้มีการสื่อสารทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยครูจะต้องกำหนดชิ้นงาน ที่ประกอบด้วย

1. ความสัมพันธ์เกี่ยวกับความสำคัญของแนวคิดทางคณิตศาสตร์
2. มีแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี
3. การให้นักเรียนได้ใช้ตัวแทนอย่างหลากหลาย
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย แสดงเหตุผล และการคาดเดาในการแก้ปัญหา

เวทฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2554, หน้า 48-49) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นสิ่งที่พัฒนาได้ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการสื่อสาร คือ ครู โดยครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการอ่าน การพูด การเขียน และการนำเสนอแนวคิด เนื่องจากการอ่านเป็นกระบวนการสื่อสารที่จำเป็นเพราะ

แหล่งความรู้ที่นักเรียนจะได้ประสบการณ์ใหญ่อยู่ในรูปของหนังสือ เอกสาร หรือสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ นักเรียนจึงควรได้ฝึกฝนการอ่านและทำความเข้าใจรายละเอียดในบทเรียนด้วยตนเองจากหนังสือหรือเอกสาร เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการศึกษาค้นคว้า หาข้อสรุปด้วยตนเองมากกว่าจะเป็นเพียงผู้คอยรับความรู้จากครูเท่านั้น รวมทั้งช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และทราบแนวคิด ความคิดเห็นที่ครูต้องการนำเสนออีกด้วย

การพูดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ เรียนรู้วิธีคิด และมีความชัดเจนในสิ่งที่คิด เนื่องจากการให้นักเรียนได้เรียน ได้พูดอภิปรายทำให้เกิดการผสมผสานความรู้ และการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน จะทำให้นักเรียนแต่ละคนสามารถขยายแนวคิดของตน และกันช่วยให้เกิดความชัดเจนในงานหรือกระบวนการทำงานมากขึ้น

การเขียนเป็นการสื่อสารที่ช่วยให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องราวหรือปัญหา และช่วยในการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากการเขียนให้ผู้อื่นอ่าน นักเรียนจะต้องใช้ความระมัดระวังมากกว่าการพูด จึงต้องมีการทบทวน ได้ตรงใจให้แน่ใจว่า ความหมายของสิ่งที่กำลังเขียนหรืออธิบายนั้นชัดเจนและตรงตามที่ตนเองต้องการสื่อให้ผู้อื่นทราบ และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดในระดับสูง เพื่อตอบคำถามที่ว่า “อย่างไร” และ “ทำไม” มากกว่าการตอบว่า “อะไร” และ “ที่ไหน” ดังนั้นครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการสื่อสารโดยการเขียน เช่น การเขียนข่าวในหนังสือพิมพ์ ซึ่งอาจเป็นข่าวที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ หรือการแต่งเพลงที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ กิจกรรมเหล่านี้นอกจากจะเป็นการฝึกทักษะการสื่อสารโดยตรงแล้ว นักเรียนอาจได้พัฒนาทักษะอื่นด้วย เช่น ทักษะการเชื่อมโยง และทักษะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การนำเสนอแนวคิด เป็นการสื่อสารที่สำคัญที่สุด เพราะการนำเสนอแนวคิดจะรวมถึงการแปลงปัญหาหรือแนวคิดไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งที่คุ้นเคยหรือเข้าใจง่าย เช่น การเขียนแผนภาพ แผนภูมิ หรือกราฟ แทนสัญลักษณ์หรือประโยคภาษา เป็นต้น

2. ครูจะต้องจัดบรรยากาศหรือสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย การแสดงเหตุผลร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหาร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากครู อันจะทำให้เกิดนักเรียนเกิดความเข้าใจอันลึกซึ้งในความคิดของตนเอง แต่อย่างไรก็ตามหากครูต้องการฝึกทักษะการสื่อสารให้กับนักเรียน ครูควรลดปริมาณเวลา หรือปริมาณการพูดของตนเองให้น้อยลง เพื่อให้นักเรียนได้สื่อสารกันมากขึ้น

3. ครูควรถามบ่อย ๆ และใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามปลายเปิด เนื่องจากจะกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และสามารถนำแนวคิดนั้นมาสื่อสาร และแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น

4. ครูควรใช้เนื้อหาหรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้อง และใกล้ตัวพวกเขา ทำให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์

5. ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและตอบคำถามต่าง ๆ เช่น “เกิดอะไรขึ้นเกี่ยวกับสถานการณ์นั้น ๆ” “ทำไมคิดว่าสิ่งเหล่านั้นถูกต้อง” “คิดอย่างไรเกี่ยวกับ...” ซึ่งล้วนเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดการคิด และมีการสื่อสารออกมา หรือบางครั้งอาจให้นักเรียนอธิบายกระบวนการหรือวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบ โดยให้เขียนเป็นประโยคสั้น ๆ เช่น ทำอย่างไร ผลเป็นเช่นไร ทำไมทำเช่นนั้น เป็นต้น

สมเดช บุญประจักษ์ (2540, หน้า 45) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า ครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิด จากกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีส่วนร่วมในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างแข็งขัน ซึ่งนักเรียนต้องทำความเข้าใจกิจกรรม เขียนเป็นข้อสรุปแนวความคิดร่วมกัน แล้วนำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน

พรณทิพา พรหมรักษ์ (2552, หน้า 54) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า ควรส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ มีโอกาสในการอธิบายแนวคิด เหตุผลของตนเองอย่างต่อเนื่อง ทั้งที่อยู่ในรูปของการใช้ภาษาพูดและภาษาเขียน

อลิสรา ชมชื่น (2550, หน้า 57) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า การจัดกิจกรรมโดยใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ควรใช้สื่อหรือสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน ให้นักเรียนมีโอกาสในการแสดงความคิดเห็นหรือแสดงออกด้วยวิธีการหลากหลาย เช่น การตั้งคำถาม การพูด การเขียนแสดงความคิดเห็นหรือนำเสนองานต่าง ๆ ทั้งในกลุ่มย่อยและหน้าชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 188) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า การที่จะให้นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ครูจะต้องจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีความรู้และความสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการอ่าน การพูด การเขียนเพื่อแสดงแนวคิด หรือวิธีอื่น ๆ และเน้นให้มีการใช้สัญลักษณ์ กราฟ แผนภูมิ ทางคณิตศาสตร์ประกอบการนำเสนอ และเพื่อให้นักเรียน

มีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งจะเป็นการพัฒนาให้นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่น ได้รับฟัง และเกิดความเข้าใจอย่างถูกต้องและชัดเจน เพื่อที่จะรับความรู้ที่ครูได้ถ่ายทอดออกมาได้ดียิ่งขึ้น

จากการระบุแนวทางการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ครูจะต้องจัดสภาพแวดล้อม หรือสถานการณ์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสนำเสนอแนวคิด หรือเหตุผลของตนเองกับผู้อื่นอยู่เสมอ ซึ่งสถานการณ์ที่นำมาใช้ก็ควรเป็นสิ่งที่ใกล้ตัวกับนักเรียน เพราะจะทำให้นักเรียนเข้าใจว่าวิชาคณิตศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของพวกเขา และสิ่งที่ครูควรจะต้องใช้กับนักเรียนอยู่เสมอก็คือคำถามปลายเปิด ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดที่หลากหลายและสร้างสรรค์อีกด้วย

### **การประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์**

#### **แนวทางการวัดและประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์**

มีหน่วยงานทางการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Lester & Kroll (1991, pp. 278-282 อ้างถึงใน ศศิธร แม้นสงวน, 2556, หน้า 188)

ได้กล่าวถึงเทคนิคการประเมินผลในชั้นเรียน ดังนี้

1. การสังเกตและสอบถาม การสังเกตและสอบถามนักเรียนขณะที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะกระบวนการคิด เจตคติและความเชื่อจากการสังเกตสามารถทำได้อย่างไม่เป็นทางการหรือการสัมภาษณ์
2. การตรวจผลงาน เป็นการพิจารณาถึงกระบวนการแก้ปัญหา โดยพิจารณาว่า นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร ไม่ได้ให้ความสำคัญกับผลลัพธ์ที่ได้เป็นหลัก มีวิธีการตรวจผลงานของนักเรียนที่สำคัญ 2 วิธี
  - 2.1 การตรวจให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา เป็นการตรวจให้คะแนนโดยการกำหนดระดับหรือจุดการให้คะแนนในแต่ละระดับพฤติกรรม ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา
  - 2.2 การตรวจให้คะแนนภาพรวม เน้นการให้คะแนนภาพรวมของผลการแก้ปัญหาให้คะแนนตามกฎเกณฑ์ที่กำหนด ที่สัมพันธ์กับกระบวนการคิด ในการแก้ปัญหาให้ค่าคะแนนหนึ่งค่าสำหรับผลของการแก้ปัญหาทั้งหมด ซึ่งต่างจากการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา

3. ประเมินจากผลงานที่เก็บรวบรวมไว้ในแฟ้มข้อมูลรายบุคคล โดยปกติแล้ว แฟ้มข้อมูลรายบุคคลจะรวบรวมข้อมูลทั้งการสอบ จากการบ้านและผลงานอื่น ๆ ที่เป็นจุดสำคัญที่จะนำมาประเมินผลรวมสุดท้ายเพื่อให้เกรด

4. การทดสอบนั้นแบบทดสอบโดยทั่วไปมักจะเน้นให้นักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหาไม่ได้เน้นถึงกระบวนการคิดแก้ปัญหา ดังนั้น ในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนควรที่จะกำหนดข้อคำถามที่มุ่งประเมินกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน

NCTM (1989, อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2547) ได้เสนอว่า การประเมินผลความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอของนักเรียนควรให้นักเรียนมีความสามารถ ดังนี้

1. บรรยายความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน สาทิตให้เห็นภาพได้
2. เข้าใจ แปลความหมาย และประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่พบเห็นจากสิ่งที่น่าสนใจในรูปแบบการเขียน หรือจากสิ่งที่มีการนำเสนอในรูปแบบปากเปล่าได้
3. ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ในการนำเสนอความคิดเห็นที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

สสวท. (2555, หน้า 82) ได้เสนอถึงการประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมายและนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม
2. สื่อความหมายของสิ่งที่อ่านหรือฟังได้อย่างชัดเจน
3. อธิบายความคิดหรือการทำงานของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน
4. ใช้ข้อความ ศัพท์ สูตร สมการ หรือแผนภูมิที่เป็นสากล ประกอบตามลำดับขั้นตอนของการนำเสนอได้เป็นระบบ ชัดเจน และเหมาะสม

5. บันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล

6. สรุปสาระสำคัญที่ได้จากการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้

7. เสนอความคิดเห็นที่เหมาะสมกับปัญหา

พร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคนอง (2547, หน้า 146) ได้กล่าวว่า แนวทางการประเมินผลความสามารถ ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ การออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการสืบค้น อภิปราย

บรรยาย สาธิตความรู้ต่าง ๆ โดยกิจกรรมนั้นเป็นกิจกรรมที่อยู่ในสภาพจริง นักเรียนจะสามารถสื่อสารความคิด แสดงความคิดเห็น อภิปราย แลกเปลี่ยนการค้นหาคำความรู้ ตลอดจนสนับสนุนข้อคิดเห็นต่าง ๆ ซึ่งแสดงออกโดยการ ฟัง พูด อ่าน เขียน กิจกรรมที่กระทำเหล่านี้ ส่งเสริมให้นักเรียนมีการกระทำทางคณิตศาสตร์ เนื่องจาก การสื่อสารเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็น และถึงแม้ว่าวิชาคณิตศาสตร์ จะมีความยากในการใช้เครื่องหมายต่าง ๆ ให้ถูกต้อง แต่บางครั้งการให้นักเรียนแสดงออกมา โดยใช้คำพูดของตนเอง จะทำให้นักเรียนได้เข้าใจแจ่มแจ้งขึ้น ซึ่งทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สามารถประเมินได้จากการแสดงความหมาย และมโนทัศน์ที่นักเรียนพูดออกมา การประเมินควรอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ของการสื่อสาร เช่น การสื่อสารระหว่างบุคคล การสื่อสารระหว่างการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ และจากการที่ การสื่อสาร หมายถึง การแสดงออกในรูปการใช้ศัพท์ เครื่องหมาย และโครงสร้างที่แสดงออกมา ถึงความเข้าใจในสิ่งนั้น และความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น จึงสรุปได้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการผสมผสานกลมกลืนระหว่างความรู้กับการกระทำทางคณิตศาสตร์

จากแนวทางในการประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่าการประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สามารถทำ 2 วิธี คือ การสังเกตและการทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบ ซึ่งทั้ง 2 วิธี ครูควรออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการพูดและการเขียน โดยมีการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ในการนำเสนอด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และด้านการเขียน โดยการประเมินทักษะการสื่อสารด้านการพูด ผู้วิจัยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม ในชั้นเรียน ส่วนการประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ผู้วิจัยใช้แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

#### **เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์**

ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ประเภทการให้คะแนนแบบองค์รวม ซึ่งมีสถาบันทางการศึกษาและนักการศึกษาได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนการประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ ประเภทการให้คะแนนแบบองค์รวม ไว้ดังนี้

สสวท. (2555, หน้า 178) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ สสวท.

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
3	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูล ประกอบตามลำดับขั้นตอนชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
2	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูล ประกอบตามลำดับขั้นตอน ได้ชัดเจนบางส่วน แต่รายละเอียดยังไม่สมบูรณ์
1	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง ใช้กราฟ แผนภูมิ ตารางและการนำเสนอไม่ชัดเจน



เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2554, หน้า 116) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน  
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์  
อังกะภักทรขจร

ทักษะ/กระบวนการ	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การสื่อสาร	4 (ดีมาก)	- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอถูกต้องทั้งหมดชัดเจน โดยการนำเสนอด้วยกราฟ แผนภูมิ หรือตาราง และมีรายละเอียดที่สมบูรณ์
	3 (ดี)	- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอถูกต้อง โดยการนำเสนอด้วยกราฟ แผนภูมิ หรือตาราง แต่มีรายละเอียดไม่สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอถูกต้องบางส่วน โดยพยายามนำเสนอด้วยกราฟ แผนภูมิ หรือตาราง แต่มีรายละเอียดไม่สมบูรณ์
	1 (ปรับปรุง)	- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนออย่างง่าย ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตาราง
	0 (ไม่พยายาม)	- ไม่มีการนำเสนอ

ศศิธร แม้นสงวน (2555, หน้า 271) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของศศิธร แม้นสงวน

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอที่ปรากฏเห็น
4 ดีมาก	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูล ประกอบตามลำดับขั้นตอน ได้เป็นระบบ กระชับ ชัดเจนและมีรายละเอียดสมบูรณ์
3 ดี	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูล ประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
2 พอใช้	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูล ประกอบชัดเจนบางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางเลย และ การนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
0 ไม่พยายาม	ไม่นำเสนอ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยปรับปรุงจากสสวท. และศศิธร แม้นสงวน โดยมีรายละเอียด ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
2	อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
1	- อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน - อธิบายแนวคิดได้อย่างชัดเจนแต่ไม่ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์
0	- อธิบายแนวคิดแต่ไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงแนวคิด

ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	คำตอบถูกต้อง และใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
2	คำตอบถูกต้อง และใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้อย่างถูกต้องบางส่วน - คำตอบถูกต้อง แต่ไม่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมาย
1	- คำตอบถูกต้อง แต่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้ไม่ถูกต้อง - คำตอบไม่ถูกต้อง แต่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องบางส่วน
0	- คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมาย - ไม่แสดงคำตอบ

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในประเทศ

พุลศรี ทองวิเศษ (2562) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้เชิงรุกที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง อสมการ มีมโนทัศน์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วนิดา ศรีนอก (2561) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เซตและการดำเนินการ สูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พรรณทิภา ทองนวล (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุดารัตน์ ภิรมย์ราช (2555) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิค Think Talk Write ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิค Think Talk Write ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พัชรภรณ์ ทองนาค (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบอิวิริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษาพบว่า ความสามารถ

ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบ ฮิวสติคส์ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวสติคส์ ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### งานวิจัยต่างประเทศ

Wheeler (2007) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ที่ส่งเสริมให้นักเรียนใน ระดับชั้นประถมศึกษาได้ลงมือกระทำในวิชาคณิตศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า กระบวนการจัดการ เรียนรู้เชิงรุก มีประสิทธิภาพมากในรายวิชาพีชคณิต นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความสามารถของ ตนเอง พัฒนามโนทัศน์และการคิดในระดับสูง ซึ่งเป็นเป้าหมายของการพัฒนาวิชาคณิตศาสตร์

Suherman (2011) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในรายวิชาพีชคณิตของ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1-3 โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง จาก การศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีประสิทธิภาพมากในการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจาก กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ด้วยตนเองได้

Qomaria (2015) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

Hidayati (2018) ได้ศึกษาผลจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write เพื่อ พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า เทคนิค Think Talk Write สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

Jusniani (2019) ได้ศึกษาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผ่านรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write ร่วมกับสื่อเชิงโต้ตอบ จากการศึกษาพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้เทคนิค Think-Talk-Write ร่วมกับสื่อเชิงโต้ตอบ สูงกว่าทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้ปกติ อีกทั้งนักเรียน มีเจตคติที่ดีขึ้นต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

Radiusman (2019) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการสื่อสาร ด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ และการจัดการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา จากการศึกษาพบว่า 1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ได้ 2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write สามารถพัฒนาการจัดการทางคณิตศาสตร์ได้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก และการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถพัฒนา นักเรียนให้เกิดมโนทัศน์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยมีการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การกำหนดแบบแผนการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรายวิชา ค23102 คณิตศาสตร์6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร อำเภอพนัสนิคม จังหวัด ชลบุรี จำนวน 8 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนจำนวน 358 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 จำนวน 45 คน ที่เรียนรายวิชา ค23102 คณิตศาสตร์6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบละ ความสามารถ

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม จำนวน 6 แผน
2. แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ
3. แบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 4 ระดับ จำนวน 4 ข้อ
4. แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ

## การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม
  - 1.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คำอธิบายรายวิชา มาตรฐานตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
    - 1.2 ศึกษาคู่มือรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
    - 1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write
    - 1.4 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้ และจำนวนคาบ เพื่อใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่อง วงกลม ซึ่งมีรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางต่อไปนี้



## ตารางที่ 11 การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการร่วมกับเทคนิค Think Talk Write

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	มีนที่ค้นทางคณิตศาสตร์	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1	ค.2.2 ม.3/3 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	<ol style="list-style-type: none"> <li>อธิบายได้ว่ามุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 90 องศา หรือหนึ่งมุมฉาก</li> <li>อธิบายได้ว่าถ้ารูปสี่เหลี่ยมใด ๆ มีผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามเท่ากับสองมุมฉาก แล้วรูปสี่เหลี่ยมนั้นแนบในวงกลมได้</li> <li>นำเสนอแนวคิดในการหาค่าตอบที่เกี่ยวข้องกับมุมในครึ่งวงกลม และรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมได้</li> <li>เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาค่าตอบโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม และรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>มุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 90 องศาหรือหนึ่งมุมฉาก</li> <li>ถ้ารูปสี่เหลี่ยมใด ๆ มีผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามเท่ากับสองมุมฉาก แล้วรูปสี่เหลี่ยมนั้นแนบในวงกลมได้</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>มุมในครึ่งวงกลม</li> <li>รูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม</li> </ol>	2

## ตารางที่ 11 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
2	<p>ค.2.2 ม.3/3 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์</p>	<p>1. อธิบายได้ว่าในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือวงกลมวงเดียวกัน ถ้ามุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเท่ากัน แล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลางนั้นจะยาวเท่ากัน และถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากัน แล้วมุมที่จุดศูนย์กลางที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน</p> <p>2. อธิบายได้ว่าในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้ามุมในส่วนโค้งของวงกลมมีขนาดเท่ากัน แล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมทั้งสองนั้นจะยาวเท่ากัน และถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากัน แล้วมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน</p> <p>3. อธิบายได้ว่าในวงกลมวงเดียวกัน มุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วน โค้งเดียวกัน</p> <p>4. นำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบที่เกี่ยวข้องกับมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม มุมในส่วนโค้งของวงกลม และความยาวส่วนโค้งของวงกลมได้</p> <p>5. เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบที่เกี่ยวข้องกับมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม มุมในส่วนโค้งของวงกลม และความยาวส่วนโค้งของวงกลมได้</p>	<p>1. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้ามุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเท่ากัน แล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลางนั้นจะยาวเท่ากัน</p> <p>2. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากัน แล้วมุมที่จุดศูนย์กลางที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน</p> <p>3. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้ามุมในส่วนโค้งของวงกลมมีขนาดเท่ากัน แล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมทั้งสองนั้นจะยาวเท่ากัน</p> <p>4. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากัน แล้วมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วน โค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน</p> <p>5. ในวงกลมวงเดียวกัน มุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วน โค้งเดียวกัน</p>	<p>1. มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม และความยาวส่วน โค้งของวงกลม</p> <p>2. มุมในส่วนโค้งของวงกลม และความยาวส่วนโค้งของวงกลม</p>	2

## ตารางที่ 11 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
3	ค.2.2 ม.3/3 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	<p>1. อธิบายได้ว่าในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองคอร์ดยาวเท่ากัน แล้วคอร์ดทั้งสองจะตัดวงกลมทำให้อجزاءเท่ากัน และส่วนโค้งใหญ่ยาวเท่ากัน และถ้าคอร์ดสองคอร์ดตัดวงกลมทำให้อجزاءเท่ากัน แล้วคอร์ดทั้งสองนั้นยาวเท่ากัน</p> <p>2. อธิบายได้ว่าในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองเส้นยาวเท่ากันแล้วคอร์ดทั้งสองนั้น อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน และถ้าคอร์ดสองเส้นอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน แล้วคอร์ดทั้งสองนั้นยาวเท่ากัน</p> <p>3. นำเสนอแนวคิดในการหาค่าตอบที่เกี่ยวกับคอร์ดและความยาวส่วนโค้งได้</p> <p>4. เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาค่าตอบโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับคอร์ดและความยาวส่วนโค้งได้</p>	<p>1. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองคอร์ดยาวเท่ากัน แล้วคอร์ดทั้งสองจะตัดวงกลมทำให้อجزاءเท่ากัน และส่วนโค้งใหญ่ยาวเท่ากัน</p> <p>2. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองคอร์ดตัดวงกลมทำให้อجزاءเท่ากัน แล้วคอร์ดทั้งสองนั้นยาวเท่ากัน</p> <p>3. ในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองเส้นยาวเท่ากันแล้วคอร์ดทั้งสองนั้น อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน</p> <p>4. ในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองเส้นอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน แล้วคอร์ดทั้งสองนั้นยาวเท่ากัน</p>	<p>คอร์ดและความยาวส่วนโค้ง</p>	2

ตารางที่ 11 (ต่อ)



แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
4	<p>ค 2.2 ม.3/3 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์</p>	<p>1. อธิบายได้ว่าถ้าส่วนของเส้นตรงตั้งฉากกับคอร์ดแล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะแบ่งครึ่งคอร์ด และถ้าส่วนของเส้นตรงแบ่งครึ่งคอร์ดแล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะตั้งฉากกับคอร์ด</p> <p>2. อธิบายได้ว่าเส้นตรงที่ตั้งฉากและแบ่งครึ่งคอร์ดของวงกลมจะผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น</p> <p>3. นำเสนอแนวคิดในการหาที่ต่อของที่เกี่ยวกับคอร์ดและส่วนของเส้นตรงที่ผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมได้</p> <p>3. เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาค่าตอบโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับคอร์ดและส่วนของเส้นตรงที่ผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมได้</p>	<p>1. ถ้าส่วนของเส้นตรงซึ่งผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมและตัดคอร์ดที่ไม่ใช่เส้นผ่านศูนย์กลาง จะมีสมบัติดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ถ้าส่วนของเส้นตรงตั้งฉากกับคอร์ดแล้ว ส่วนของเส้นตรงนั้นจะแบ่งครึ่งคอร์ด</li> <li>- ถ้าส่วนของเส้นตรงแบ่งครึ่งคอร์ดแล้ว ส่วนของเส้นตรงนั้นจะตั้งฉากกับคอร์ด</li> </ul> <p>2. เส้นตรงที่ตั้งฉากและแบ่งครึ่งคอร์ดของวงกลมจะผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น</p>	<p>คอร์ดและส่วนของเส้นตรงที่ผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม</p>	2

ตารางที่ 11 (ต่อ)



แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
5	<p>ค.2.2 ม.3/3 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์</p>	<p>1. อธิบายได้ว่าเส้นสัมผัสวงกลม จะตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัส</p> <p>และเส้นตรงที่ตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดจุดหนึ่งบนวงกลม จะเป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุดนั้น</p> <p>2. อธิบายได้ว่าส่วนของเส้นตรง 2 เส้น ที่ลากจากจุดจุดหนึ่งภายนอกวงกลมมาสัมผัสวงกลมวงเดียวกัน จะยาวเท่ากัน</p> <p>2. นำเสนอแนวคิดในการหาค่าตอบที่เกี่ยวข้องกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมีของวงกลมได้</p> <p>3. เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาค่าตอบโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเส้นสัมผัสวงกลมและรัศมีของวงกลมได้</p>	<p>1. เส้นสัมผัสวงกลม จะตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัส</p> <p>2. เส้นตรงที่ตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดจุดหนึ่งบนวงกลม จะเป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุดนั้น</p> <p>3. ส่วนของเส้นตรง 2 เส้น ที่ลากจากจุดจุดหนึ่งภายนอกวงกลมมาสัมผัสวงกลมวงเดียวกัน จะยาวเท่ากัน</p>	<p>เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี</p>	2

## ตารางที่ 11 (ต่อ)



แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	สาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
6	<p>ค.2.2 ม.3/3 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์</p>	<p>จุดประสงค์การเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>อธิบายเกี่ยวกับมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากันขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น</li> <li>นำเสนอแนวคิดในการหาค่าตอบโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับคอร์ด เส้นสัมผัสของวงกลม และมุมในส่วนโค้งของวงกลมได้</li> <li>เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาค่าตอบโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับคอร์ด เส้นสัมผัสของวงกลม และมุมในส่วนโค้งของวงกลมได้</li> </ol>	<p>มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์</p> <p>มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากันขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น</p>	<p>สาระการเรียนรู้</p> <p>เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม</p>	2

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้มีความพร้อม

ในการร่วมกิจกรรม โดยการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่ครูจัดกลุ่มให้กับนักเรียนแล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ กิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย โดยให้นักเรียนได้คิด (Think) แล้วจดบันทึกสิ่งที่ได้จากกิจกรรมหรือ ข้อสงสัยโดยใช้ภาษาของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนพูด (Talk) อภิปรายกันภายในกลุ่มจากสิ่งที่ได้ จดบันทึกไว้ เพื่อสะท้อนแนวคิดของตัวเอง เมื่อนักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนได้คำตอบหรือ องค์ความรู้แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย

ขั้นอภิปรายและสรุป เป็นขั้นที่ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอ แนวคิดที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและดำเนินการสะท้อนคิดและอภิปรายในชั้นเรียน (Talk) จาก สิ่งที่ได้จดบันทึกไว้ เพื่อร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้อง แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้ จากการอภิปรายอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนคิด (Think) และนำองค์ความรู้ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ที่ครูกำหนด จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมา พูด (Talk) อภิปรายแนวความคิดที่ใช้ในการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบ ความชัดเจน ความเป็นไปได้ ความสอดคล้อง ระหว่างมาตรฐานตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล และเนื้อหา รวมทั้ง ภาษาที่ถูกต้อง และนำข้อเสนอที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ เสนอต่อ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 5 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วย มาตรฐานตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้ การวัด

และการประเมินผล ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง โดยการหาค่าความเหมาะสม โดยใช้มาตราส่วน  
ประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งให้คะแนน ดังนี้

คะแนน	ความหมาย
5 คะแนน	เหมาะสมมากที่สุด
4 คะแนน	เหมาะสมมาก
3 คะแนน	เหมาะสมปานกลาง
2 คะแนน	เหมาะสมน้อย
1 คะแนน	เหมาะสมน้อยที่สุด

แล้วหาค่าเฉลี่ยจากผลรวมของคะแนนทั้งหมด และนำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ  
มาเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด และบุญส่ง นิลแก้ว, 2535, หน้า 22-25)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ยที่ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ควรอยู่ที่ระดับ  
คะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป

จากผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า  
แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 (รายละเอียดดัง  
ภาคผนวก ก) นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1 ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการหา  
ขนาดของมุมในครึ่งวงกลม เดิมที่มีทั้งหมด 10 ข้อ แต่มีรูปแบบการทำที่คล้ายกัน จึงปรับเป็น 6 ข้อ  
เพื่อให้ นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมและสรุปมโนทัศน์ได้ทันในคาบเรียน

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ใบกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2 ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการหา  
ความยาวส่วนของเส้นตรง 2 เส้นที่ลากจากจุดจุดหนึ่งภายนอกวงกลมมาสัมผัสวงกลมวงเดียวกัน  
ซึ่งต้องยาวเท่ากัน เดิมทีขนาดของวงกลมในใบกิจกรรมมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน จึงปรับขนาดของ  
วงกลมให้มีความแตกต่างกันมากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการสังเกตและสรุปมโนทัศน์ของนักเรียน

1.8 ทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ  
แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจพิจารณาต่อไป



1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่อง วงกลม ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม โดยเป็นแบบอัตนัย มีขั้นตอนการในการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดรูปแบบที่เหมาะสมในการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

2.2 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คำอธิบายรายวิชา มาตรฐานตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และจำนวนข้อสอบ เพื่อใช้ในการสร้างแบบวัดมโนทัศน์

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์แบบวัดแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้จริง
1. มุมในครึ่งวงกลม	1. อธิบายได้ว่ามุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 90 องศาหรือหนึ่งมุมฉาก	1. มุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 90 องศาหรือหนึ่งมุมฉาก	2	1
2. รูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม	2. อธิบายได้ว่าถ้าตัวรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ มีผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามเท่ากับสองมุมฉาก แล้วรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมได้ 3. นำเสนอแนวความคิดในการหาค่าตอบที่เกี่ยวข้องกับมุมในครึ่งวงกลม และรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมได้ 4. เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาค่าตอบโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมุมในครึ่งวงกลม และรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม	2. ถ้ารูปสี่เหลี่ยมใด ๆ มีผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามเท่ากับสองมุมฉาก แล้วรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมได้	2	1



ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้จริง
ค.2.2 ม.3/3 เข้าใจและใช้ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับ วงกลม ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	<p>คัดลอกและทำความเข้าใจ</p> <p>ส่วนโค้ง</p> <p>คอร์คและความยาว</p>	<p>อธิบายได้ว่าในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์คสองคอร์คยาวเท่ากัน แล้วคอร์คทั้งสองจะตัดวงกลมทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน และส่วนโค้งใหญ่ยาวเท่ากัน และถ้าคอร์คสองคอร์คตัดวงกลมทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน แล้วคอร์คทั้งสองนั้นยาวเท่ากัน</p> <p>อธิบายได้ว่าในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์คสองเส้นยาวเท่ากันแล้วคอร์คทั้งสองนั้น อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน และถ้าคอร์คสองเส้นอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน แล้วคอร์คทั้งสองนั้นยาวเท่ากัน</p>	<p>1. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์คสองคอร์คยาวเท่ากัน แล้วคอร์คทั้งสองจะตัดวงกลมทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน และส่วนโค้งใหญ่ยาวเท่ากัน</p> <p>2. ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์คสองคอร์คตัดวงกลมทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน แล้วคอร์คทั้งสองนั้นยาวเท่ากัน</p> <p>3. ในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์คสองเส้นยาวเท่ากันแล้วคอร์คทั้งสองนั้น อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน</p> <p>4. ในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์คสองเส้นอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน แล้วคอร์คทั้งสองนั้นยาวเท่ากัน</p>	2	1

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้จริง
<p>คอร์ดีตและส่วนของเส้นตรงที่ผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม</p>	<p>1. อธิบายได้ว่าถ้าส่วนของเส้นตรงตั้งฉากกับคอร์ด แล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะแบ่งครึ่งคอร์ด และถ้าส่วนของเส้นตรงแบ่งครึ่งคอร์ด แล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะตั้งฉากกับคอร์ด</p> <p>2. อธิบายได้ว่าเส้นตรงที่ตั้งฉากแบ่งครึ่งคอร์ดของวงกลมจะผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น</p>	<p>1. ถ้าส่วนของเส้นตรงซึ่งผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมและตัดคอร์ดที่ไม่ใช่เส้นผ่านศูนย์กลาง จะมีสมบัติดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ถ้าส่วนของเส้นตรงตั้งฉากกับคอร์ด แล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะแบ่งครึ่งคอร์ด</li> <li>- ถ้าส่วนของเส้นตรงแบ่งครึ่งคอร์ด แล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะตั้งฉากกับคอร์ด</li> </ul> <p>2. เส้นตรงที่ตั้งฉากและแบ่งครึ่งคอร์ดของวงกลมจะผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น</p>	2	1
<p>ศูนย์กลางของวงกลม</p>	<p>1. อธิบายได้ว่าเส้นสัมผัสวงกลม จะตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัสและเส้นตรงที่ตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดจุดหนึ่งบนวงกลม จะเป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุดนั้น</p> <p>2. อธิบายได้ว่าส่วนของเส้นตรง 2 เส้น ที่ลากจากจุดจุดหนึ่งภายนอกวงกลมมาสัมผัสวงกลมเดียวกัน จะยาวเท่ากัน</p>	<p>1. เส้นสัมผัสวงกลม จะตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัส</p> <p>2. เส้นตรงที่ตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดจุดหนึ่งบนวงกลม จะเป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุดนั้น</p> <p>3. ส่วนของเส้นตรง 2 เส้น ที่ลากจากจุดจุดหนึ่งภายนอกวงกลมมาสัมผัสวงกลมเดียวกัน จะยาวเท่ากัน</p>	2	1

ตารางที่ 12 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้จริง
เส้นสัมผัสของวงกลมและเคอร์คองวงกลม วงกลม	อธิบายเกี่ยวกับมุมที่เกิดจากเคอร์คและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมิตเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับเคอร์คนั้น	มุมที่เกิดจากเคอร์คและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับเคอร์คนั้น	2	1
รวม			16	8

2.4 สร้างแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง วงกลม โดยเป็นแบบอัตนัย จำนวน 16 ข้อ และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค โดยใช้การตรวจให้คะแนนแบบองค์รวมในการตรวจให้คะแนน โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 13 ตารางที่ 13 เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	คำตอบถูกต้อง และมีการอธิบายออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
2	คำตอบถูกต้อง และมีการอธิบายออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
1	- คำตอบถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ - คำตอบถูกต้อง แต่มีการอธิบายออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้ไม่ถูกต้อง - คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องบางส่วน
0	- คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่อธิบายออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ - ไม่แสดงคำตอบ

2.5 นำแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง วงกลม และเกณฑ์การให้คะแนน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความชัดเจนของภาษาและนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้แบบวัดมโนทัศน์และเกณฑ์การให้คะแนนมีความชัดเจนมากขึ้น

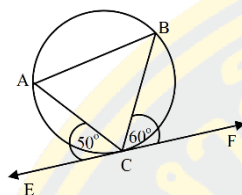
2.6 นำแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง วงกลม ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกันกับการตรวจหาความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามมโนทัศน์
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามมโนทัศน์
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามมโนทัศน์

ซึ่งคะแนนเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

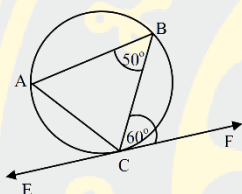
จากผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบของผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80 – 1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค) นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอให้ปรับโจทย์ข้อ 15 ดังนี้

โจทย์เดิม



จากรูป  $\vec{EF}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด C ถ้า  $\widehat{FCB} = 60^\circ$  และ  $\widehat{ECA} = 50^\circ$   
แล้ว  $\widehat{ACB} = 50^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

แก้ไขเป็น



จากรูป  $\vec{EF}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด C ถ้า  $\widehat{FCB} = 60^\circ$  และ  $\widehat{CBA} = 50^\circ$   
แล้ว  $\widehat{ACB} = 50^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

เนื่องจาก การกำหนด  $\widehat{ECA} = 50^\circ$  และ  $\widehat{FCB} = 60^\circ$  ทำให้นักเรียนสามารถหาขนาดของ  $\widehat{ACB}$  ได้โดยใช้สมบัติของมุมตรง ที่มีขนาดเท่ากับ 180 องศา ซึ่งนักเรียนจะไม่ได้ใช้ทฤษฎีบทวงกลมที่กำหนดไว้ คือ มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น ผู้วิจัยจึงเปลี่ยนเป็นกำหนดให้  $\widehat{CBA} = 50^\circ$  แทน  $\widehat{ECA} = 50^\circ$

2.7 นำแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง วงกลม และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ที่ผ่านการตรวจและแก้ไขแล้ว เสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้ง

2.8 นำแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง วงกลม ทั้งหมด 16 ข้อ แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 45 คน ที่ผ่านการเรียน เรื่อง วงกลม มาแล้ว

2.9 นำแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง วงกลม มาตรวจให้คะแนน ตามเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากนั้นทำการคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 8 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.40 – 0.67 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.33 – 0.80 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค)



2.10 นำแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง วงกลม มาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ตามวิธีของครอนบัก ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค)

2.11 นำแบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง วงกลม ที่ผ่านการตรวจและแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เป็นแบบมาตรฐานค่ามีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จากตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดรูปแบบที่เหมาะสมในการสร้างแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

3.2 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คำอธิบายรายวิชา มาตรฐานตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.3 สร้างแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 4 ระดับ จำนวน 4 ข้อและสร้างเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยมีรายละเอียด ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 14 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
2	อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
1	- อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน - อธิบายแนวคิด ได้อย่างชัดเจนแต่ไม่ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์
0	- อธิบายแนวคิด ไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงแนวคิด

3.4 นำแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และเกณฑ์การให้คะแนน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงพฤติกรรม และความเที่ยงตรงในการประเมิน และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้แบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดมีความชัดเจนมากขึ้น

3.5 นำแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และเกณฑ์การให้คะแนนตรวจค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกันกับการตรวจหาความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามในแบบประเมินนั้นใช้วัดพฤติกรรมบ่งชี้ได้
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามในแบบประเมินนั้นใช้วัดพฤติกรรมบ่งชี้ได้
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามในแบบประเมินนั้นใช้วัดพฤติกรรมบ่งชี้ไม่ได้

ซึ่งคะแนนเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

จากผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะการสื่อสารเท่ากับ 1 (รายละเอียดดังภาคผนวก ก)

3.6 นำแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ที่ผ่านการตรวจและแก้ไขแล้ว เสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้ง

3.7 นำแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ที่ผ่านการตรวจและแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนพนัสพิทยาคารที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 45 คน ผลการทดลอง พบว่า แบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด สามารถประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนได้

3.8 นำแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4. แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยเป็นแบบอัตนัย มีขั้นตอนการในสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จาก ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดรูปแบบที่เหมาะสมในการสร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

4.2 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คำอธิบายรายวิชา มาตรฐานตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.3 สร้างตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ เพื่อใช้ในการสร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้จริง
มาตรฐาน ค 2.2 ม.3/3 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบท เกี่ยวกับวงกลม ในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1. มุมในครึ่งวงกลม	เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาค่าตอบโดยใช้ ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมุม ในครึ่งวงกลม และรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม	4	2
	2. รูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม			
มาตรฐาน ค 2.2 ม.3/3 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบท เกี่ยวกับวงกลม ในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1. มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมและ ความยาวส่วนโค้งของวงกลม	เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาค่าตอบโดยใช้ ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ ในการหาค่าตอบที่เกี่ยวข้องกับมุมที่จุดศูนย์กลาง ของวงกลม มุมในส่วนโค้งของวงกลม และ ความยาวส่วนโค้งของวงกลมได้	4	2
	2. มุมในส่วนโค้งของวงกลมและความยาวส่วนโค้งของวงกลม			
	3. มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งที่ รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน			
	คอร์ดูและความยาวส่วนโค้ง	เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาค่าตอบโดยใช้ ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ คอร์ดูและความยาวส่วนโค้งได้	2	1

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้จริง
มาตรฐาน ค.2.2 ม.3/3 เข้าใจและใช้ทักษะปฏิบัติการ เกี่ยวกับวงกลม ในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	คอร์ดและส่วนของเส้นตรงที่ผ่านจุด ศูนย์กลางของวงกลม	เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาค่าตอบโดยใช้ ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง คอร์ดและส่วนของเส้นตรงที่ผ่านจุดศูนย์กลาง ของวงกลมได้	2	1
	เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี	เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาค่าตอบโดยใช้ ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมีของวงกลมได้	2	1
เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของ วงกลม	เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาค่าตอบโดยใช้ ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง คอร์ด เส้นสัมผัสของวงกลม และมุมในส่วน โค้งของวงกลมได้	2	1	
รวม			16	8

4.4 สร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยเป็นแบบอัตนัย จำนวน 16 ข้อ และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ซึ่งเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค โดยใช้การตรวจให้คะแนนแบบองค์รวมในการตรวจให้คะแนน โดยมีรายละเอียด ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 15 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	คำตอบถูกต้อง และใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อความหมายได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
2	คำตอบถูกต้อง และใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อความหมายได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วน
1	- คำตอบถูกต้อง แต่ไม่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อความหมาย - คำตอบถูกต้อง แต่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อความหมายได้ไม่ถูกต้อง - คำตอบไม่ถูกต้อง แต่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องบางส่วน
0	- คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมาย - ไม่แสดงคำตอบ

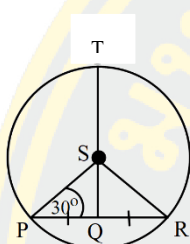
4.5 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และเกณฑ์การให้คะแนน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความชัดเจนของภาษา และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขให้แบบวัดมโนทัศน์และเกณฑ์การให้คะแนนมีความชัดเจนมากขึ้น

4.6 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกันกับการตรวจหาความตรงเชิงเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องของข้อสอบรายข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้  
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้  
 -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้  
 ซึ่งจะแนแนเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับ ได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

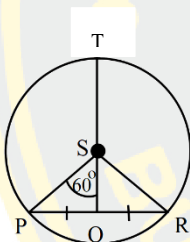
จากผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80 – 1.00 (รายละเอียดดังภาคผนวก ค) นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอให้ปรับ โจทย์ข้อ 11 ดังนี้

โจทย์เดิม



จากรูป ให้ S เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $PQ = QR$  ถ้า  $\widehat{SPQ} = 30^\circ$   
 จงหาขนาดของ  $\widehat{QRS}$

แก้ไขเป็น



จากรูป ให้ S เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $PQ = QR$  ถ้า  $\widehat{PSQ} = 60^\circ$   
 จงหาขนาดของ  $\widehat{QRS}$

เนื่องจาก  $\overline{SP}$  และ  $\overline{SR}$  เป็นรัศมีของวงกลม ซึ่งจะยาวเท่ากัน ดังนั้น  $\triangle SPR$  เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เมื่อกำหนด  $\widehat{SPQ} = 30^\circ$  นักเรียนจึงสามารถหาขนาดของ  $\widehat{QRS}$  ได้โดยใช้สมบัติของสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งนักเรียนจะไม่ได้ใช้ทฤษฎีบทวงกลมที่กำหนดไว้ คือ ถ้าส่วนของเส้นตรงแบ่งครึ่งคอร์ด แล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะตั้งฉากกับคอร์ด ผู้วิจัยจึงเปลี่ยนเป็นกำหนดให้  $\widehat{PSQ} = 60^\circ$  แทน  $\widehat{SPQ} = 30^\circ$

4.7 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ที่ผ่านการตรวจและแก้ไขแล้ว เสนอต่อที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้ง

4.8 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ทั้งหมด 16 ข้อ แก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 45 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่อง วงกลม มาแล้ว

4.9 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ( $P$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) จากนั้นทำการคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 8 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย ( $P$ ) ตั้งแต่ 0.43 – 0.73 และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ตั้งแต่ 0.30 – 0.53 (รายละเอียดดังภาคผนวก ก)

4.10 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดแบบอัตนัยโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ตามวิธีของครอนบัท ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75 (รายละเอียดดังภาคผนวก ก)

4.11 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ที่ผ่านการตรวจและแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

#### การกำหนดแบบแผนการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One - Shot case study Design ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่สุ่มกลุ่มตัวอย่างมากกลุ่มเดียวให้เป็นกลุ่มทดลอง แล้วนำเอากลุ่มตัวอย่างมาทำการทดลองกับการกระทำที่ต้องการศึกษา แล้วทำการทดสอบเพื่อหาค่าคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) แล้วนำมาทดสอบสมมติฐาน (พรณี ลีกิจวิษณะ, 2554, หน้า 288) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังนี้

กลุ่ม	ตัวแปร	การสอบหลังเรียน
$E$	$X$	$O$
เมื่อ	$E$ แทน กลุ่มทดลอง	
	$X$ แทน การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write	
	$O$ แทน การทดสอบหลังจาก ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write	

#### การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ดังเอกสารเลขที่ G-HU062/2564 (รายละเอียดดังภาคผนวก ก) โดยที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 จำนวน 45 คน โรงเรียนพนัสพิทยาคาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



1. <sup>ขั้น</sup>เตรียมการ ในการเตรียมการก่อนการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่อง วงกลม

1.2 ผู้วิจัยได้ทำการจัดเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ตามที่ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ในข้อ 1.1

1.3 ผู้วิจัยได้ทำการติดต่อบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อทำหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อขอความอนุเคราะห์กับทาง โรงเรียนพนัสพิทยาคาร ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. <sup>ขั้น</sup>ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยทำการชี้แจงให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จำนวน 45 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจตรงกันและสามารถปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่เตรียมไว้เป็นระยะเวลา 12 คาบ ประกอบกับนำแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดมาใช้ในการวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยมีนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรุ่นที่ 5 ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยผู้วิจัยในการเก็บข้อมูลทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน โดยจะเริ่มเก็บข้อมูลในในคาบเรียนที่ 9 – 12 ซึ่งตรงกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และ 6

2.3 ผู้วิจัยนำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม มาทดสอบกลุ่มตัวอย่างหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write เรื่อง วงกลม เพื่อวัดมโนทัศน์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

2.4 ผู้วิจัยตรวจแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ได้กำหนดไว้

## การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

### 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบ t-test for one sample

1.2 เปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบ t-test for one sample โดยคะแนนทักษะการสื่อสารจะแบ่งเป็น 2 ส่วน นั่นคือ คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จากแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด 12 คะแนน และคะแนนทักษะการสื่อสารด้านการเขียน จากแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน 24 คะแนน รวมเป็นคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 36 คะแนน

### 2. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน มาจำแนกเป็นกลุ่มตามเกณฑ์การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วนำเสนอในรูปแบบความเรียง

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

สถิติพื้นฐานที่ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่

- ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) คำนวณได้จากสูตร (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2552, หน้า 176)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของข้อมูล
	$n$	แทน	จำนวนข้อมูล

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) คำนวณได้จากสูตร (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2552, หน้า 186)

$$S = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
x	แทน	ข้อมูลหรือคะแนนแต่ละตัว
n	แทน	จำนวนข้อมูล

### สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย ได้แก่

1. การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน สามารถคำนวณได้จากสูตร (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2552, หน้า 150)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
-------	-----	-----	--

$\sum R$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
----------	-----	--

N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
---	-----	-------------------

2. การหาค่าความยากง่าย (p) ของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนรายข้อ ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 50 เปอร์เซนต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งคำนวณจากสูตร (เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร, 2555, หน้า 163)

$$p = \frac{S_h + S_l - (n_t)(X_{min})}{n_t(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	$p$	แทน	ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ
คะแนน	$S_h$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนน กับจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน
เท่านั้น			$(fx)$ ในกลุ่มสูง
	$S_l$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนน กับจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น
			$(fx)$ ในกลุ่มต่ำ
	$n_i$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	$X_{max}$	แทน	คะแนนสูงสุด
	$X_{min}$	แทน	คะแนนต่ำสุด

3. การหาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนรายข้อ ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ โดยใช้เทคนิค 50 เปอร์เซนต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งคำนวณจากสูตร (เวชฤทธิ์ อังคะนภภัทรขจร, 2555, หน้า 166)

$$r = \frac{S_h - S_l}{n(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	$r$	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
	$S_h$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนน กับจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น
			$(fx)$ ในกลุ่มสูง
	$S_l$	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนน กับจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น
			$(fx)$ ในกลุ่มต่ำ
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	$X_{max}$	แทน	คะแนนสูงสุด
	$X_{min}$	แทน	คะแนนต่ำสุด

4. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนแบบอัตนัย โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาตามวิธีของครอนบัก ซึ่งคำนวณจากสูตร (เวชฤทธิ์ อังคะภักทรขจร, 2555, หน้า 161)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_i^2} \right]$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
$k$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ	
$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ	
$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด	

#### สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่อง วงกลมกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานดังกล่าวนี้คือ t-test for one sample (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2553, หน้า 134) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณค่าที่ดังนี้

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง	
$\mu$	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)	
$S$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
$n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง	

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินวิจัย

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ ดังนี้

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$n$	แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
$\mu$	แทน คะแนนเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม)
$S$	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง
$t$	แทน การทดสอบที
$p$	แทน ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
*	แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ผลการเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ในการนำเสนอข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม และตอนที่ 2 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ดังนี้

### ตอนที่ 1 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test for one sample ปรากฏผลดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70

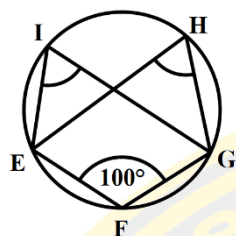
	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	$\mu$ (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$	ร้อยละ	<i>S</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
มโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม	45	24	16.80	18.31	76.29	2.77	3.659*	.0005

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 16 พบว่า คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม มีค่าเท่ากับ 18.31 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 76.29 เมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

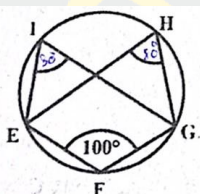
นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์รายละเอียดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สามารถจำแนกนักเรียนตามเกณฑ์การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

ตัวอย่างโจทย์ที่นำมาใช้ในการจำแนกนักเรียนตามเกณฑ์การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์



จากรูป จุด E, F, G, H และ I อยู่บนเส้นรอบวง ถ้า  $\widehat{EFG} = 100^\circ$   
แล้ว  $\widehat{EIG} + \widehat{EHG} = 80^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

นักเรียนที่ได้คะแนน 3 คะแนน คือ นักเรียนมีคำตอบถูกต้อง และมีการอธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ซึ่งมีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน แสดงดังภาพที่ 3



จากรูป จุด E, F, G, H และ I อยู่บนเส้นรอบวง ถ้า  $\widehat{EFG} = 100^\circ$  แล้ว  
 $\widehat{EIG} + \widehat{EHG} = 80^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

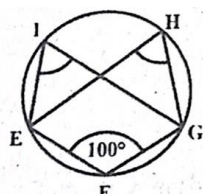
ใช่ เพราะ  $\square EHG F$  และ  $\square I G F E$  เป็นสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม ดังนั้น  $\hat{F} + \hat{H} = 180^\circ$   
 $\hat{H} + \hat{I} = 80^\circ$  และ  $\hat{F} + \hat{I} = 180^\circ$  ดังนั้น  $\hat{I} = 80^\circ$  จึงทำให้  $\widehat{EIG} + \widehat{EHG} = 80^\circ + 80^\circ = 160^\circ$

ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 3 คะแนน ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง และสามารถอธิบายได้ว่า “ $\square EHG F$  และ  $\square I G F E$  เป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม ดังนั้น  $\hat{F} + \hat{H} = 180^\circ$  และ  $\hat{F} + \hat{I} = 180^\circ$ ” ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนทัศน์เกี่ยวกับทฤษฎีบทของรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เนื่องจากทฤษฎีบทของรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมกล่าวไว้ว่า ผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามเท่ากับสองมุมฉาก หรือ 180 องศา ส่งผลให้นักเรียนสามารถหาขนาดของ  $\widehat{EHG}$  และ  $\widehat{EIG}$  ได้ถูกต้อง คือ 80 องศา ทำให้สามารถหาค่าของ  $\widehat{EIG} + \widehat{EHG}$  ที่ถูกต้องได้



นักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน คือ นักเรียนมีคำตอบถูกต้อง และมีการอธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน ซึ่งมีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน แสดงดังภาพที่ 4



จากรูป จุด E, F, G, H และ I อยู่บนเส้นรอบวง ถ้า  $\angle EFG = 100^\circ$  แล้ว  $\angle EIG + \angle EHG = 80^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

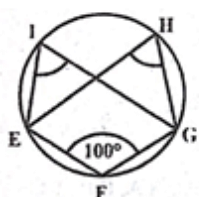
ไม่ใช่ เพราะ  $\angle EFG = \angle EHG = 80^\circ$  ต้องบวกกันได้  $160^\circ$

ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

จากภาพที่ 4 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง และสามารถแสดงได้ว่า “ $\angle EIG = \angle EHG = 80^\circ$ ” แต่นักเรียนไม่ได้อธิบายว่าที่  $\angle EIG$  และ  $\angle EHG$  มีขนาดเท่ากับ 80 องศาได้อย่างไร หากต้องการให้คำตอบสมบูรณ์ นักเรียนควรอธิบายว่า  $\square EFGI$  และ  $\square EFGH$  เป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมที่มี  $\angle EIG$  และ  $\angle EHG$  เป็นมุมตรงข้ามของ  $\angle EFG$  เมื่อ  $\angle EFG = 100^\circ$  จะส่งผลให้  $\angle EIG = 80^\circ$  และ  $\angle EHG = 80^\circ$  ซึ่งทำให้  $\angle EIG + \angle EHG = 160^\circ$

นักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน คือ นักเรียนมีคำตอบถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ หรือ นักเรียนมีคำตอบถูกต้อง แต่มีการอธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้ไม่ถูกต้อง หรือ นักเรียนมีคำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้ถูกต้องบางส่วน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 คำตอบถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน แสดงดังภาพที่ 5



จากรูป จุด E, F, G, H และ I อยู่บนเส้นรอบวง ถ้า  $\widehat{EFG} = 100^\circ$  แล้ว  
 $\widehat{EIG} + \widehat{EHG} = 80^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ใช่

ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สำหรับกรณีที่ 1

จากภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง แต่นักเรียนไม่ได้ใช้บทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ในการอธิบายแนวคิดของตนเอง กรณีที่ 2 คำตอบถูกต้อง แต่มีการอธิบายออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้ไม่ถูกต้อง ซึ่งมีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน แสดงดังภาพที่ 6



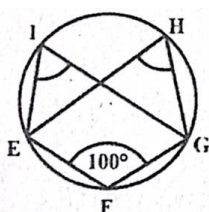
จากรูป จุด E, F, G, H และ I อยู่บนเส้นรอบวง ถ้า  $\widehat{EFG} = 100^\circ$  แล้ว  
 $\widehat{EIG} + \widehat{EHG} = 80^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ไม่ เพราะทศ รูป □ แห่ง ในวงกลม จะได้มุม  $H = 100^\circ$ , มุม  $I = 100^\circ$   $\widehat{H} + \widehat{I} = 200^\circ$

ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สำหรับกรณีที่ 2

จากภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง แต่การอธิบายว่า “รูป □ แนบในวงกลม จะได้มุม  $H = 100^\circ$ ,  $I = 100^\circ$ ” เป็นการอธิบายโดยใช้บทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างไม่ถูกต้อง เพราะนักเรียนเข้าใจผิดเกี่ยวกับทฤษฎีบทรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม ว่ามุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมต้องมีขนาดเท่ากัน ซึ่งที่ถูกต้องคือรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม ผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามเท่ากับสองมุมฉาก หรือ 180 องศา

กรณีที่ 3 คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องบางส่วน ซึ่งมีตัวอย่างคำตอบของ นักเรียน แสดงดังภาพที่ 7



จากรูป จุด E, F, G, H และ I อยู่บนเส้นรอบวง ถ้า  $\angle EFG = 100^\circ$  แล้ว  $\angle EIG + \angle EHG = 80^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

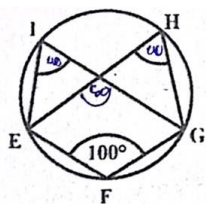
ไม่ใช่ เพราะ จุด E, F, G, H, I อยู่บนเส้นรอบวงเดียวกัน มุมตรงข้าม + มุม =  $180^\circ$

ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สำหรับกรณีที่ 3

จากภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง เพราะข้อนี้ต้องตอบว่า “ไม่ใช่” แต่ นักเรียนมีการอ้างอิงทฤษฎีบทได้ถูกต้องบางส่วนว่า “จุด E, F, G, H, I อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มุมตรงข้ามรวมกันเป็น 180 องศา” ซึ่งที่สมบูรณ์นักเรียนควรสรุปว่า  $\square EFGI$  และ  $\square EFGH$  เป็นสี่เหลี่ยมที่แนบในวงกลมก่อน

นักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน คือ นักเรียนมีคำตอบไม่ถูกต้อง และไม่อธิบายออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ หรือนักเรียนไม่แสดงคำตอบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่อธิบายออกมาในรูปของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน แสดงดังภาพที่ 8



จากรูป จุด E, F, G, H และ I อยู่บนเส้นรอบวง ถ้า  $\angle EFG = 100^\circ$  แล้ว  $\angle EIG + \angle EHG = 80^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ใช่ เพราะ อธิบายจากทฤษฎีบท และคำนวณ

ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สำหรับกรณีที่ 1

จากภาพที่ 8 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง เพราะนักเรียนตอบว่า “ใช่” โดยมีการอธิบายคำตอบว่า “อ้างอิงจากทฤษฎีบท และคำนวณ” ถือว่าไม่ได้มีการอธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งที่ถูกต้องนักเรียนควรจะตอบว่า “ไม่ใช่” และควรอธิบายได้ว่ามีการนำทฤษฎีบทใดบ้างมาใช้ในการหาคำตอบ

กรณีที่ 2 ไม่แสดงคำตอบ นั่นคือ นักเรียนไม่มีการระบุคำตอบ และไม่มีการอธิบายออกมาในรูปแบบของบทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

## ตอนที่ 2 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test for one sample ปรากฏผลดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70

	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	$\mu$ (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$	ร้อยละ	<i>S</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม	45	36	25.20	27.53	76.47	4.54	3.451*	.0005

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 17 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม มีค่าเท่ากับ 27.53 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 76.47 เมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

นอกจากนี้เมื่อผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยแยกเป็นรายด้าน ได้แก่ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและด้านการเขียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงผลดังนี้

การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ของนักเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test for one sample ปรากฏผลดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70

	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	$\mu$ (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$	ร้อยละ	<i>S</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดเรื่อง วงกลม	45	12	8.40	9.44	78.66	1.89	3.708*	.0005

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 18 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เรื่อง วงกลม มีค่าเท่ากับ 9.44 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 78.66 เมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test for one sample ปรากฏผลดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70

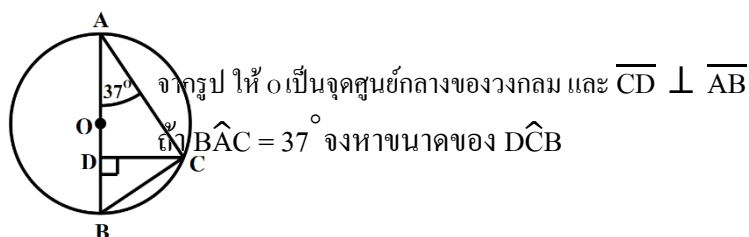
	$n$	คะแนนเต็ม	$\mu$ (ร้อยละ 70)	$\bar{X}$	ร้อยละ	$S$	$t$	$p$
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม	45	24	16.80	18.11	75.45	2.75	3.200*	.0015

\*  $p < .05$

จากตารางที่ 19 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม มีค่าเท่ากับ 18.11 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75.45 เมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

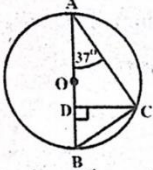
นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์รายละเอียดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน สามารถจำแนกนักเรียนตามเกณฑ์การประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

ตัวอย่างโจทย์ที่นำมาใช้ในการจำแนกนักเรียนตามเกณฑ์การประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์



นักเรียนที่ได้คะแนน 3 คะแนน คือ นักเรียนมีคำตอบถูกต้อง และใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ซึ่งมีตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแสดงดังภาพที่ 9

1.



จากรูป ให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $\overline{CD} \perp \overline{AB}$  ถ้า  $\widehat{BAC} = 37^\circ$   
จงหาขนาดของ  $\widehat{DCB}$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

เนื่องจาก  $\widehat{ACB}$  เป็นมุมในครึ่งวงกลม จะได้ว่า  $\widehat{ACB} = 90^\circ$   
กำหนดให้  $\widehat{BAC} = 37^\circ$

จาก  $\widehat{BAC} + \widehat{ACB} + \widehat{ABC} = 180^\circ$   
จะได้  $37^\circ + 90^\circ + \widehat{ABC} = 180^\circ$   
ดังนั้น  $\widehat{ABC} = 53^\circ$

เนื่องจาก  $\overline{CD} \perp \overline{AB}$  จะได้ว่า  $\widehat{CDB} = 90^\circ$   
และ มุม  $\widehat{B}$  เป็นมุมร่วมของ  $\triangle ABC$  ทล:  $\triangle DCB$  จะได้ว่า  $\widehat{DBC} = 53^\circ$

จาก  $\widehat{DCB} + \widehat{DBC} + \widehat{CDB} = 180^\circ$   
จะได้  $\widehat{DCB} + 53^\circ + 90^\circ = 180^\circ$   
ดังนั้น  $\widehat{DCB} = 37^\circ$

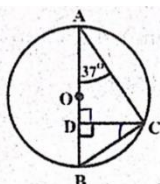
ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 3 คะแนน ด้านทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม

จากภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง และมีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการเขียนอธิบายขั้นตอนการคิดได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

นักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน คือ นักเรียนมีคำตอบถูกต้อง และใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วน ซึ่งมีตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแสดงดังภาพที่ 10



1.



จากรูป ให้  $O$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $\overline{CD} \perp \overline{AB}$  ถ้า  $\widehat{BAC} = 37^\circ$   
จงหาขนาดของ  $\widehat{DCB}$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

เนื่องจาก  $\triangle ABC$  เป็นสามเหลี่ยมในวงกลม จะได้  $\widehat{ACB} = 90^\circ$   
กำหนดให้  $\widehat{BAC} = 37^\circ$   
สรุปได้  $\widehat{DAC} + \widehat{ADC} + \widehat{ACD} = 180^\circ$   
จะได้  $37^\circ + 90^\circ + \widehat{ACD} = 180^\circ$   
นั่นคือ  $\widehat{ACD} = 180^\circ - 90^\circ - 37^\circ = 53^\circ$   
สรุป  $\widehat{ACD} + \widehat{DCB} = 90^\circ$   
จะได้  $53^\circ + \widehat{DCB} = 90^\circ$   
นั่นคือ  $\widehat{DCB} = 37^\circ$   
 $\therefore$  ขนาดของ  $\widehat{DCB}$  คือ  $37^\circ$  #

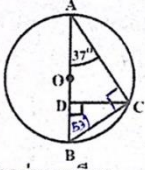
ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 2 คะแนน ด้านทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม

จากภาพที่ 10 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง เมื่อพิจารณาการเขียนอธิบายขั้นตอนการคิด พบว่า นักเรียนสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องในบรรทัดที่ 2, 3, 6, 8 และ 9 แต่บรรทัดที่ 1 นักเรียนเขียนว่า “ $\triangle ABC$  เป็นสามเหลี่ยมในวงกลม” ซึ่งที่ถูกต้องคือ “ $\triangle ABC$  เป็นรูปสามเหลี่ยมแนบในวงกลม” เพราะจุด  $A, B$  และ  $C$  เป็นจุดอยู่บนวงกลม ในบรรทัดที่ 4, 5 และ 7 เป็นขั้นตอนของการแก้สมการ ซึ่งการแก้สมการเป็นการนำจำนวนมาดำเนินการทางคณิตศาสตร์ จึงไม่ต้องเขียนสัญลักษณ์องศาในขั้นตอนนี้ แต่นักเรียนมีการเขียนสัญลักษณ์องศาในขั้นตอนการแก้สมการ เช่น ในบรรทัดที่ 5 นักเรียนเขียนว่า “ $\widehat{ACD} = 180^\circ - 90^\circ - 37^\circ = 53^\circ$ ” ซึ่งที่ถูกต้อง คือ “ $\widehat{ACD} = 180 - 90 - 37 = 53^\circ$ ” จึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วน

นักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน คือ นักเรียนมีคำตอบถูกต้อง แต่ไม่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมาย หรือนักเรียนมีคำตอบถูกต้อง แต่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้ไม่ถูกต้อง หรือนักเรียนมีคำตอบไม่ถูกต้อง แต่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องบางส่วน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 คำตอบถูกต้อง แต่ไม่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมาย  
ซึ่งมีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน แสดงดังภาพที่ 11

1.



จากรูป ให้  $O$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $\overline{CD} \perp \overline{AB}$  ถ้า  $\widehat{BAC} = 37^\circ$   
จงหาขนาดของ  $\widehat{DCB}$

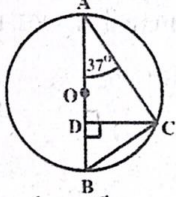
จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

$\widehat{DCB} = 37^\circ$

ภาพที่ 11 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ด้านทักษะการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม กรณีที่ 1

จากภาพที่ 11 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์  
ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแสดงวิธีคิดในการหาคำตอบ มีเพียงการทวัดไว้ในรูปภาพที่โจทย์  
กำหนดให้ แล้วเขียนตอบเฉพาะคำตอบเท่านั้น ซึ่งนักเรียนควรเขียนอธิบายได้ว่า เพราะเหตุใด  
นักเรียนจึงเขียนขนาดของมุมในรูปภาพว่า  $\widehat{ACB}$  มีขนาด 90 องศา และ  $\widehat{CBD}$  มีขนาด 53 องศา  
และควรเขียนอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบว่า  $\widehat{DCB}$  มีขนาด 37 องศา

กรณีที่ 2 คำตอบถูกต้อง แต่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้  
ไม่ถูกต้อง ซึ่งมีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน แสดงดังภาพที่ 12

1.  จากรูป ให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $\overline{CD} \perp \overline{AB}$  ถ้า  $\widehat{BAC} = 37^\circ$   
จงหาขนาดของ  $\widehat{DCB}$   
จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

$$\Delta BDC \approx \Delta CDA$$

จ.ส.ก.  $\hat{A} = \hat{C}$

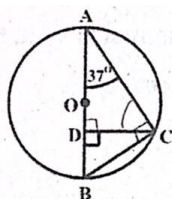
ด.จ.น.  $\widehat{DCB} = 29^\circ$

ภาพที่ 12 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ด้านทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม กรณีที่ 2

จากภาพที่ 12 จะเห็นได้ว่า นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่มีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้ไม่ถูกต้อง คือ นักเรียนเขียนว่า “ $\Delta BDC \approx \Delta CDA$ ” สำหรับสัญลักษณ์  $\approx$  นั้นเป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าประมาณ ดังนั้น การเขียน “ $\Delta BDC \approx \Delta CDA$ ” จึงเป็นการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง อีกทั้งการที่นักเรียนเขียน  $\hat{A} = \hat{C}$  ก็เป็นการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องด้วยเช่นกัน เพราะ  $\hat{C}$  ประกอบด้วยมุมประชิดจำนวนสองมุม คือ  $\widehat{ACD}$  และ  $\widehat{BCD}$  ดังนั้น การเขียน  $\hat{C}$  นั้น อาจทำให้สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องได้

กรณีที่ 3 คำตอบไม่ถูกต้อง แต่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องบางส่วน ซึ่งมีตัวอย่างคำตอบของนักเรียน แสดงดังภาพที่ 13

1.



จากรูป ให้  $O$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $\overline{CD} \perp \overline{AB}$  ถ้า  $\widehat{BAC} = 37^\circ$   
จงหาขนาดของ  $\widehat{DCB}$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

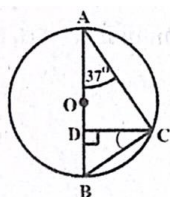
กำหนดให้	$\widehat{BAC} = 37^\circ$
เห็นได้จาก	$AB$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง
ดังนั้น	$\widehat{ACB} = 90^\circ$
จาก	มุมภายใน $\Delta$ มีค่า $180^\circ$
จะได้	$37^\circ + 90^\circ + \widehat{ABC} = 180^\circ$
นั่นคือ	$\widehat{DBC} = 63^\circ$

ภาพที่ 13 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 1 คะแนน ด้านทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม กรณีที่ 3

จากภาพที่ 13 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง เมื่อพิจารณาการเขียนอธิบายขั้นตอนการคิด นักเรียนสามารถเขียนอธิบายโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องในบรรทัดที่ 1, 3, 4 และ 6 แต่ในบรรทัดที่ 2 นักเรียนเขียนว่า “ $AB$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง” ซึ่งที่ถูกต้องคือ “ $\overline{AB}$  เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง” และบรรทัดที่ 5 นักเรียนเขียนว่า “ $37^\circ + 90^\circ + \widehat{ABC} = 180^\circ$ ” ซึ่งที่ถูกต้องคือ “ $37 + 90 + \widehat{ABC} = 180$ ” จึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องบางส่วน

นักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน คือ นักเรียนมีคำตอบไม่ถูกต้อง และไม่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมาย หรือไม่แสดงคำตอบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณีดังนี้  
กรณีที่ 1 คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมาย แสดงดังภาพที่ 14

1.



จากรูป ให้  $O$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $\overline{CD} \perp \overline{AB}$  ถ้า  $\widehat{BAC} = 37^\circ$

จงหาขนาดของ  $\widehat{DCB}$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

$$\widehat{DCB} = 53^\circ$$

ภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างลักษณะคำตอบของนักเรียนกลุ่มที่ได้ 0 คะแนน ด้านทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม กรณีที่ 1

จากภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่านักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง เพราะคำตอบที่ถูกต้องคือ  $\widehat{DCB}$  มีขนาด 37 องศา และนักเรียนไม่ใช่ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดในการหาคำตอบอีกด้วย

กรณีที่ 2 ไม่แสดงคำตอบ นั่นคือ นักเรียนไม่มีการระบุคำตอบ และไม่ใช่ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมาย

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี จำนวน 8 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนจำนวน 358 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 จำนวน 45 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม จำนวน 6 แผน ซึ่งมีค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 4.76 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.35 2) แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ซึ่งมีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.80 – 1.00 มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.40 – 0.67 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.33 – 0.80 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 และ 3) แบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 4 ระดับ จำนวน 4 ข้อ ซึ่งมีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ 4) แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ซึ่งมีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.80 – 1.00 มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.43 – 0.73 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.30 – 0.53 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการทดสอบค่าที่สำหรับกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test for one sample)

## สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เป็นกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นผู้กระทำ หรือปฏิบัติด้วยตนเองอย่างกระตือรือร้นและส่งเสริมให้นักเรียนทุกคน ได้มีโอกาสแสดงแนวความคิดของตนเองผ่านการพูด และการเขียน โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน ซึ่งการลงมือปฏิบัติกิจกรรมจะทำให้นักเรียน เกิดความเข้าใจและสามารถสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองได้ นอกจากนี้การให้นักเรียนได้คิด (Think) อภิปรายร่วมกันผ่านการพูด (Talk) และการเขียน (Write) จะทำให้นักเรียนสรุปมโนทัศน์ได้ ถูกต้องและสมบูรณ์อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2560, หน้า 3) ที่ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีลักษณะสำคัญคือ การส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมในหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง นักเรียนจะได้มีการนำเสนอมากกว่าเป็นผู้รับฟัง ความรู้จากครูเพียงอย่างเดียว ประกอบกับเทคนิค Think Talk Write เป็นเทคนิคหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมและส่งเสริมให้นักเรียนทุกคน ได้มีโอกาสแสดงแนวความคิด และมีโอกาสตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดตนเองผ่านการ อภิปรายร่วมกับผู้อื่น และได้จดบันทึกสิ่งที่ได้ อย่างถูกต้อง (Huinker & Laughlin, 1996, p.81) สอดคล้องกับ ชูพิน พิพิธกุล (2529, หน้า 23-26) ที่ได้เสนอกระบวนการในการสร้างมโนทัศน์ว่า นักเรียนจะต้องมีความสามารถที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน การเกิดมโนทัศน์นั้นเป็น กระบวนการของปัญหาซึ่งเกี่ยวข้องกับกิจกรรม เช่น การเห็น การฟัง การอ่าน การเขียน การ

คำนวณ การคิด การพูด การลงมือทำ การใช้นามธรรม การใช้สัญลักษณ์ การสรุป นั่นก็หมายความว่า โน้ตสโน้ตจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ นักเรียนสามารถทำสิ่งเหล่านั้น

เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น จะเห็นว่า มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้มีความพร้อมในการร่วมกิจกรรม โดยการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งนักเรียนจะเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายกว่า หากนักเรียนมีพื้นฐานในเรื่องที่จะเรียนอยู่แล้ว สอดคล้องกับ เมธิ ลิ้มอักษร (2524, หน้า 5 - 6) ที่กล่าวถึงแนวทางการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า ก่อนที่จะสอนให้นักเรียนมีมโนทัศน์ใหม่ขึ้นมา นั้น ครูจะต้องแน่ใจเสียก่อนว่าพื้นฐานความรู้ ทักษะหรือประสบการณ์เดิมที่จำเป็นต่อการสร้างมโนทัศน์ใหม่ขึ้นมา นั้น นักเรียนมีความพร้อมแล้ว 2) ขั้นปฏิบัติกิจกรรม เป็นขั้นที่ให้นักเรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองจากการคิด (Think) แล้วจดบันทึกสิ่งที่ได้จากกิจกรรมหรือข้อสงสัยโดยใช้ภาษาของตนเอง จากนั้นให้นักเรียนพูด (Talk) อภิปรายกันภายในกลุ่มจากสิ่งที่ได้จดบันทึกไว้ เพื่อสะท้อนแนวคิดของตัวเอง เมื่อนักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้จนได้คำตอบหรือองค์ความรู้แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 22) ที่ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนไว้ว่า ต้องพยายามให้นักเรียนทำกิจกรรม คิด สังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของนักเรียนและไม่ยากเกินกว่าที่นักเรียนจะคิดได้ 3) ขั้นอภิปรายและสรุป เป็นขั้นที่ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอแนวคิดที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมและดำเนินการสะท้อนคิดและอภิปรายในชั้นเรียน (Talk) จากสิ่งที่ได้จดบันทึกไว้ เพื่อร่วมกันสรุปองค์ความรู้หรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปรายอีกครั้งหนึ่ง สอดคล้องกับ Aschbacher & Alonzo (2004, p 180) ที่กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า นักเรียนจะได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เมื่อมีส่วนร่วมในการอภิปรายเพื่อสะท้อนคิด ผ่านการแนะนำอย่างดีในระหว่างกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความชำนาญ จึงมีผลทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น และ 4) ขั้นประยุกต์ใช้ เป็นขั้น



ที่ครูนำเสนอสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนคิด (Think) และนำองค์ความรู้หรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปใช้ในสถานการณ์ที่ครูกำหนด จากนั้นครูสุ่มนักเรียนออกมาพูด (Talk) อภิปรายแนวความคิดที่ใช้ในการหาคำตอบหน้าชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนเขียน (Write) สรุปสิ่งที่ได้จากการอภิปราย สอดคล้องกับ De Cecco (1968, pp. 416 - 418) ที่กล่าวว่า การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย และครูควรแนะนำให้ความช่วยเหลือจนนักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่สรุปได้นั้น ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

จากผลการวิจัยข้างต้น จะเห็นได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พูลศรีทองวิเศษ (2562) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการศึกษพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้เชิงรุกมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ วนิตา ศรีนอก (2561) ได้ศึกษาผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์ ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์ร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเซตและการดำเนินการ สูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hidayati (2018) ได้ศึกษาผลจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษพบว่า เทคนิค Think Talk Write สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

2. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้มีการอภิปรายร่วมกันทั้งภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน โดยนักเรียนทุกคนลงมือปฏิบัติกิจกรรมและคิด (Think) เป็นแนวคิดของตนเอง จากนั้นนักเรียนนำแนวคิดที่ได้ไปใช้ในการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและนำไปอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนตามลำดับ (Talk) การอภิปรายภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนได้มีการพูดคุย แลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกัน

และกัน ทำให้นักเรียนพัฒนาทักษะการสื่อสารด้านการพูด นอกจากนี้ในอภิปรายร่วมกันทั้งภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน นักเรียนต้องมีการจดบันทึก (Write) สิ่งที่ได้จากการอภิปรายด้วย ซึ่งการจดบันทึกจะทำให้ให้นักเรียนได้ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสื่อสารด้านการเขียนมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Huinker & Laughlin (1996, p.81) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write ว่าครูเป็นผู้เตรียมกิจกรรมไว้สำหรับให้นักเรียนได้อ่านและทำความเข้าใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดตนเองผ่านการอภิปรายร่วมกับผู้อื่น และได้จดบันทึกสิ่งที่ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2560, หน้า 6) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ว่า นักเรียนต้องมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ได้แก่ การอ่าน การสืบค้น การอภิปราย การสรุป การสร้างความรู้ การเขียน และการนำเสนอมากกว่าเป็นผู้รับฟังความรู้จากครูเพียงผู้เดียว และสอดคล้องกับ พรหมทิพา พรหมรักษ์ (2552, หน้า 54) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า ควรส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ มีโอกาสในการอธิบายแนวคิด เหตุผลของตนเองอย่างต่อเนื่อง ทั้งที่อยู่ในรูปของการใช้ภาษาพูดและภาษาเขียน

เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น ซึ่งมีกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้น ซึ่งได้แก่ ขั้นเตรียมความพร้อมขั้นปฏิบัติกิจกรรม ขั้นอภิปรายและสรุป ขั้นประยุกต์ใช้ พบว่าขั้นที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ ขั้นที่ 2 ขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 โดยขั้นที่ 2 และ 3 เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันสำหรับการสร้างองค์ความรู้ โดยนักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง จนเกิดเป็นองค์ความรู้ หลังจากนั้นก็จะได้นำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปอภิปรายแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม โดยการนำเสนอแนวคิดของนักเรียน สามารถแสดงออกมาทั้งในด้านการพูด หรือการเขียน เพื่อเป็นการขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้กับเพื่อน ๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดและการเขียน อีกทั้งนักเรียนจะต้องมีการจดบันทึกองค์ความรู้ที่สรุปได้จากภายในกลุ่มซึ่งเป็นทฤษฎีบทต่าง ๆ ของวงกลม นักเรียนจึงได้รับการพัฒนาการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนไปในตัวด้วยเช่นกัน และในขั้นที่ 3 ครูก็จะให้นักเรียนได้มีการนำเสนอองค์ความรู้ของแต่ละกลุ่มต่อเพื่อน ๆ ทั้งชั้นเรียน เพื่อร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดช่วยกันสรุปงานได้องค์ความรู้ที่ถูกต้องร่วมกัน ซึ่งนักเรียนก็ยังคงต้องมีการจดบันทึกองค์ความรู้ที่ถูกต้องลงในใบกิจกรรม ดังนั้นนักเรียนจึงได้รับการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งด้านการพูดและด้านการเขียนอีกครั้งด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Rowan & Morrow (1993, pp. 9-11) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับครูว่า การจัดกลุ่ม ให้

นักเรียนได้ร่วมมือ และช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง สำหรับขั้นที่ 4 เป็นขั้นตอนที่ครู นำเสนอสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ ใหม่ ซึ่งนักเรียนจะได้มีการวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อหาแนวคิดในการหาคำตอบของโจทย์แต่ละข้อ ในใบกิจกรรม และเมื่อนักเรียนได้ดำเนินการหาคำตอบเสร็จสิ้นแล้ว ครูจะสุ่มนักเรียนเพื่อออกมา นำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบของตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดของ เพื่อนที่ออกมานำเสนอ หลังจากนั้นให้ครูก็จะให้นักเรียนบันทึกแนวคิดที่ใช้ในการหาคำตอบที่ แตกต่างไปจากแนวคิดของตนเองลงในใบกิจกรรม ซึ่งนักเรียนก็จะสามารถได้รับการพัฒนาทักษะ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียน สอดคล้องกับ เวชฤทธิ์ อังกะนัทพรจกร (2554, หน้า 48-49) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า ครูควร จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและตอบคำถามต่าง ๆ เช่น “เกิดอะไรขึ้นเกี่ยวกับสถานการณ์ นั้น ๆ” “ทำไมคิดว่าสิ่งเหล่านั้นถูกต้อง” “คิดอย่างไรเกี่ยวกับ...” ซึ่งล้วนเป็นคำถามที่ก่อให้เกิด การคิด และมีการสื่อสารออกมา หรือบางครั้งอาจให้นักเรียนอธิบายกระบวนการหรือวิธีการที่ใช้ ในการหาคำตอบ โดยให้เขียนเป็นประโยคสั้น ๆ เช่น ทำอย่างไร ผลเป็นเช่นไร ทำไมทำเช่นนั้น เป็นต้น

จากผลการวิจัยข้างต้น จะเห็นได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัด การเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับเทคนิค เทคนิค Think Talk Write มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ สุดารัตน์ ภิรมย์ราช (2555) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิค Think Talk Write ร่วมกับการจัด การเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิค Think Talk Write ร่วมกับการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับพัชราภรณ์ ทองนาค (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ ร่วมกับเทคนิค Think Talk Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับ Radiusman (2019) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการสื่อสาร ด้านการเขียนทาง คณิตศาสตร์ และการจัดการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา จากการศึกษาพบว่า

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think Talk Write สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ได้ และสอดคล้องกับพรรณทิภา ทองนวล (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นผู้กระทำ หรือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง แล้วนำแนวคิดมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ๆ ภายในกลุ่ม หรือเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน ดังนั้นครูต้องมีการวางแผนในการจัดเตรียมกิจกรรมให้มีความหลากหลาย ทำทายความสามารถ และสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ เมื่อกิจกรรมมีความน่าสนใจ นักเรียนจะมีความตั้งใจในการทำกิจกรรม และอยากนำเสนอแนวคิดของตนเองกับเพื่อน ๆ
2. ใบบกิจกรรมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ควรมีความกระชับ เหมาะสมแก่เวลาที่นักเรียนจะต้องสร้างมโนทัศน์ในแต่ละคาบ เพราะแต่ละมโนทัศน์ก็มีความยากง่ายต่อการทำความเข้าใจที่แตกต่างกัน

3. ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ครูควรคอยกระตุ้น โดยการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนา ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งด้านการพูดและการเขียนของนักเรียน และควรให้คำแนะนำ กับนักเรียนที่มีข้อผิดพลาด

#### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ไปปรับใช้กับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหาหรือทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ เช่น ความน่าจะเป็น เส้นขนาน ความเท่ากันทุกประการ เป็นต้น

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และ สาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร แห่งประเทศไทย จำกัด.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2555). *การคิดเชิงอนาคต*. กรุงเทพฯ: ชักเชส มีเดีย.
- ขนิษฐา จิตชินะกุล. (2557). *หลักการสื่อสาร*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- จรรยา ดาสา. (2552). 15 เทคนิคในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้เชิงรุก (15 techniques in Active learning). *นิตยสาร สสวท*, 38(163), 72-76.
- จินตวีร์ เกษมสุข. (2554). *การสื่อสารกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2553). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ.
- เชาวฤทธิ์ จงเกษกรณ์. (2562). *เอกสารประกอบการอบรมการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active Learning เพื่อผู้เรียนยุคใหม่ ตามนโยบายลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้*. เข้าถึงได้จาก [http://www.sesa17.go.th/site/images/31394\\_Active%20L](http://www.sesa17.go.th/site/images/31394_Active%20L).
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2553). *Active Learning*. ข่าวสารวิชาการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประจำเดือนพฤศจิกายน 2553.
- ณิรดา เวชญาติลักษณ์. (2562). *หลักการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ตรีไพบูลย์, ค. (2557). *การพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับรูปแบบการสอน โน้ตส์เพื่อพัฒนานโน้ตส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวยของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ. (2551). *การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)*. เข้าถึงได้จาก <http://blog.eduzones.com/images/blog/sasithep/File/activet.pdf>.
- นลินี บำเรอราช. (2545). *เอกสารการสอนวิชา 409521 รูปแบบการสอน*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นवलลอ ทินานนท์. (2540). ความคิดรวบยอด: การศึกษาและการสอน. *วารสารศิลปกรรมศาสตร์*, 5(2), 41- 44.
- นาตยา ปิลันธนานนท์. (2542). *การเรียนรู้ความคิดรวบยอด*. กรุงเทพฯ: แม็ค.
- เนาวนิตย์ สงคราม. (2557). *การศึกษานอกสถานที่และการศึกษานอกสถานที่เสมือนเพื่อการเรียนรู้*

เชิงรุก = *Field trip & virtual field trip for active learning*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2549). ทำไมจึงจำเป็นต้องจัดการเรียนรูแบบใฝ่รู้ในระดับอุดมศึกษา. *วารสารการจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 1(1), 1-7.

บุญชม ศรีสะอาด และบุญส่ง นิลแก้ว. (2535). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 6) มหาสารคาม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุหงา วัฒนะ. (2546). Active learning. *วารสารวิชาการ*, 10(9), 30-34.

ประนอม รื่นสุคนธ์. (2563, 15 พฤษภาคม). ครอบคลุมศาสตร์ โรงเรียนพนัสพิทยาคาร อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี.

ปรีชาญ เดชศรี. (2545). การเรียนรู้แบบ Active learning: ทำได้อย่างไร. *วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี*, 30(116), 53-55.

ปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2555). *จิตวิทยาการบริหารงานบุคคล*. กรุงเทพฯ: บริษัท พิมพ์ดี จำกัด.

พงษ์ วิเศษสังข์. (2553). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการสื่อสาร: Introduction to communication*. ปทุมธานี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

พรรณทิพา พรหมรักษ์. (2552). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับรูปแบบการสอน โน้ตส์เพื่อพัฒนามโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องภาคตัดกรวยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรรณทิพา ทองนวล. (2554). *ผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พรรณณี ลิกจิวัฒน์. (2554). *การวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัท บพิการพิมพ์ จำกัด.

พร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคนอง. (2547). *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เมธาวิ แก้วสนิท. (2558). การเรียนการสอนเชิงรุก โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในสาขาวิชาคณิตศาสตร์. *วารสารเกษมบัณฑิต*, 16(1), 113-112.

เมธี ลิ้มอักษร. (2524). *คณิตศาสตร์เบื้องต้น*. สงขลา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตสงขลา.

เวชฤทธิ์ อังคนะภักขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอนและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.

- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. เอกสารคำสอนวิชา 410541. ชลบุรี: ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2557). การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 25(2), 93–108.
- เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2558). *การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- แสงสุริย์ ดวงคำน้อย. (2561). การเรียนรู้เชิงรุก : กิจกรรมที่ท้าทายสำหรับผู้เรียนในยุคการศึกษา 4.0. *วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*, 8(2), 71-78.
- โสภณ บำรุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์. (2520). *เทคนิคและวิธีการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- Aschbacher, P. R., & Alonzo, A. C.,. (2004). *Using science notebook to assess student's conceptual understanding*. San Diego: Paper presented at the American Educational Research Association.
- Baldwin, J., & Williams, H.,. (1988). *Active learning: A trainer's guide*. England: Basil Blackwell.
- De Cecco, J. P. (1968). *The Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology*. New Jersey: Prentice Hall.
- Dila, D. O. (2012). *Think talk write strategies*. Retrieve from [http://syahputri90dila.blogspot.com/2012/01/metode-pembelajaran-bahasa-inggris\\_12.html](http://syahputri90dila.blogspot.com/2012/01/metode-pembelajaran-bahasa-inggris_12.html).
- Eggen, P., & Kauchak, D.,. (2001). *Educational psychology windows on classrooms* (5th ed). Columbus: Prentice-Hall.
- Essay Sauce. (2019). *Understanding Of Circles And Circle Theorems In Geometry*. Retrieve from <https://www.essaysauce.com/science-essays/understanding-of-circles-and-circle-theorems-in-geometry>.
- Frazer, D. A., Fredrick, Wayne C. And Klausmeier, Herbert J.A.,. (1969). *Schema for Testing The Level of Concept Mastery*. Working Paper No.16 (Madison, Wisconsin Research and Development Center for Cognitive Learning, April).
- Good, C. V. (1945). *Dictionary of education*. New York: Mc Graw–Hill.
- Hazzan, O., Lapidot T., & Ragonis, N.,. (2011). *Guide to teaching computer science*. London: Springer-Verlag.
- Herdiana. (2017). *Learning Models TTW (Think Talk Write)*. Retrieve from <https://herdianatrikusumapratwi.blogspot.com/2017/01/model-model-pembelajaran.html>.



- Hidayati, R. (2018). Implementation of Think Talk Write (TTW) Strategy to Improve Understanding of Concept and Communication of Mathematics. *Education and Humanities*, 7(6), 53-56.
- Huinker, D. L., C., (1996). *Talk your way into writing*. In Portia C. E., *Communication in Mathematics, K-12 and beyond*. United States: National Council of Teachers of Mathematics.
- Jeopardy. (2013). *Circle Theorems and Common Misconceptions*. Retrieve from <https://danpearcymaths.wordpress.com/2012/06/03/flipped-classroom-circle-theorems-and-common-misconceptions>
- Jusniani. (2019). *Secondary School Students' Mathematical Communication Through Think-Talk-Write (Ttw) Learning Model and Interactive Media*. Retrieve from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1477/4/042039/pdf>.
- Lencana. (2013). *Makalah Model Pembelajaran Tipe Think-Talk-Write (TTW)*. Retrieve from <http://rezaliah.blogspot.com/2013/06/makalah-model-pembelajaran-tipe-think.html>.
- Matematika, D. (2008). *Think Talk Write Learning Strategies*. Retrieve from <http://mellyirzal.blogspot.com/2008/12/strategi-pembelajaran-think-talk-write.html>.
- Maulidah, N. (2013). Think Talk Write (TTW) strategy for teaching descriptive writing. *Pendidikan Bahasa Inggris STKIP PGRI Sidoarjo*, 1(1), 48-58.
- Mayakusuma. (2012). *Definition of the TTW Learning Model*. Retrieve from <https://maiamatheacer.wordpress.com/2012/07/21/pengertian-dan-sintaks-model-pembelajaran-ttw>.
- Muchlisin. (2014). *Think Talk Write (TTW) Cooperative Learning Model*. Retrieve from <https://www.kajianpustaka.com/2014/02/model-pembelajaran-kooperatif-think.html>.
- Mumme, J. S., Nancy., (1993). *Communication in Mathematics in Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standards*. United States: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Northern Ireland Curriculum. (2007). *Active Learning and Teaching Methods for Key Stages 1&2*. Retrieve from [http://www.nicurriculum.org.uk/docs/key\\_stages\\_1\\_and\\_2/altm-ks12.pdf](http://www.nicurriculum.org.uk/docs/key_stages_1_and_2/altm-ks12.pdf).
- Radiusman. (2019). Improving Written Communication Skills and Mathematical Disposition of Tenth Grade IPS 4 Students by Using ThinkTalk Write (TTW) Learning Strategy at SMAN 50 Jakarta. *Journal Pendidikan Indonesia*, 8(1), 133-140.

Rowan, T. E. M., Lorna J., (1993). *Implementing K-8 Curriculum and Evaluation Standards.*

*Reading, from the Arithmetic Teacher.* Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.

Sherwyn, B., & Kevin., (2007). *Human communication: motivation knowledge and skills.* Australia: Thomson Wadsworth.

Suherman, A. (2011). Active Learning to Improve Fifth Grade Mathematics Achievement in Banten. *Excellence in Higher Education*, 2(2), 103-108.

The National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics.* Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.

Tubbs & Moss. (1983). *Human communication.* New York: RandomHouse.

Wheeler, A. (2007). *Active Learning to Improve Student Performance in Remedial Mathematics.* In *Paper Present at the annual meeting of the Mathematical Association of America.*

Retrieved from <http://allacademic.com/one/www/research>.



ภาคผนวก



#### ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย
- สำเนาเอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผศ.ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์  
 อติตอาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์  
 ภาควิชาการจัดการเรียนรู้  
 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ผศ.ดร.อรรณพ แก้วขาว  
 อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์  
 ภาควิชาคณิตศาสตร์  
 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ดร.จตุพันธ์ รุจิรานุกูล  
 ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสถานศึกษา  
 วิทยฐานะ ผู้อำนวยการชำนาญการพิเศษ  
 โรงเรียนวัดใหม่ท่าโพธิ์ จ.ชลบุรี
4. นางประนอม รื่นสุคนธ์  
 อติตครูประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
 ตำแหน่ง ครู  
 วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ  
 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จ.ชลบุรี
5. นางดารารัตน์ สายดาราสุมทร  
 ครูประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
 ตำแหน่ง ครู  
 วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ  
 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จ.ชลบุรี



## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๑  
 ที่ อว ๘๑๓๓/๒๗๗๕ วันที่ ๒๗ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๓  
 เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผลาทร สุวรรณโพธิ์ คณะศึกษาศาสตร์

ด้วย นายชลธาร ผ่องแผ้ว รหัสประจำตัว ๖๒๙๒๐๐๗๐ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา  
 การสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก  
 ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ  
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร เป็นประธานกรรมการควบคุม  
 วิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง ในครั้งนี้บัณฑิตวิทยาลัย  
 มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต  
 ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)  
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๑  
 ที่ อว ๘๑๓๗/๒๗๗๖ วันที่ ๒๓ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๓  
 เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ แก้วขาว คณะวิทยาศาสตร์

ด้วย นายชลธาร ผ่องแผ้ว รหัสประจำตัว ๖๒๙๒๐๐๗๐ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา  
 การสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก  
 ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ  
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร เป็นประธานกรรมการควบคุม  
 วิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง ในกรณีนี้บัณฑิตวิทยาลัย  
 มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยของนิสิต  
 ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)  
 คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ อว ๘๑๓๗/๑๐๕๐

มหาวิทยาลัยบูรพา  
๑๖๙ ถ.สิงหนครบางแสน ต.แสนสุข  
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๐ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดใหม่ท่าโพธิ์ (ดร.จตุพันธ์ รุจิรานุกุล)

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์  
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นายชลธาร ผ่องแผ้ว รหัสประจำตัว ๖๒๙๒๐๐๗๐ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติคำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.วชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา  
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๑  
อีเมลล์ grd.buu@go.buu.ac.th





ที่ อว ๘๑๓๗/๐๐๕๑

มหาวิทยาลัยบูรพา  
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข  
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๓ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพนัสพิทยาคาร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์  
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นายชลธร ผ่องแผ้ว รหัสประจำตัว ๖๒๙๒๐๐๗๐ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติคำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกะภักทรชกร เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ อาจารย์ประนอม รื่นสุคนธ์ ข้าราชการบำนาญ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

(สำเนาเรียน อาจารย์ประนอม รื่นสุคนธ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา  
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๑  
อีเมล grd.buu@go.buu.ac.th



ที่ อว ๘๑๓๗/๑๐๘๓

มหาวิทยาลัยบูรพา  
๑๖๙ ถ.สิงหนาทบางแสน ต.แสนสุข  
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๓ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพนัสพิทยาคาร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์  
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นายชลธาร ผ่องแผ้ว รหัสประจำตัว ๖๒๙๒๐๐๓๐ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติคำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ อาจารย์ดารารัตน์ สายดาราสุมทร ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

(สำเนาเรียน อาจารย์ดารารัตน์ สายดาราสุมทร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา  
โทร ๐๓๘ ๒๗๐ ๐๐๐ ต่อ ๗๐๑  
อีเมลล์ grd.buu@go.buu.ac.th

สำเนา

ที่ IRB4-165/2564



เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์  
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HU062/2564

โครงการวิจัยเรื่อง : ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับ เทคนิค Think Talk Write  
ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
3

หัวหน้าโครงการวิจัย : นายชลธร ผ่องแผ้ว

หน่วยงานที่สังกัด : คณะศึกษาศาสตร์

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

- |  |  |
|--|--|
| ๑. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ | ฉบับที่ 2 วันที่ 13 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2564                  |
| ๒. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย                       | ฉบับที่ 1 วันที่ 23 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2564                   |
| ๓. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย                 | ฉบับที่ 2 วันที่ 13 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2564                  |
| ๔. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย      | ฉบับที่ 1 วันที่ 23 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2564                   |
| ๕. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย      | ฉบับที่ 1 วันที่ 23 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2564                   |
| ๖. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี)                                | ฉบับที่ ....-... วันที่ ...-..... เดือน ..... พ.ศ. ...-..... |

วันที่รับรอง : วันที่ 25 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2564

วันที่หมดอายุ : วันที่ 25 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2565

ลงนาม นางสาวพิมลพรรณ เลิศล้ำ

(นางสาวพิมลพรรณ เลิศล้ำ)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ชุดที่ ๔ (กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)





ที่ อว ๘๑๓๗/๒๑๗/๒

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา  
๑๖๙ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข  
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๒ ธันวาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพา  
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนายชลราร ผ่องแผ้ว รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๙๒๐๐๗๐ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอหน่วยงานของท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตตั้งรายนามข้างต้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ปีการศึกษา ๒๕๖๔ จำนวน ๔๔ คน ในระหว่างวันที่ ๑๓ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ ถึงวันที่ ๑๔ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๕ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๑-๗๑๙-๕๙๓๐ หรือที่ E-mail: chonlatarn@panatp.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน  
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา  
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๑, ๗๐๕, ๗๐๗  
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th



#### ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write
- แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม
- แบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด
- แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่องวงกลม

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รายวิชาคณิตศาสตร์	รหัสวิชา ค 23102
ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 2	หน่วยการเรียนรู้ วงกลม
จำนวน 12 คาบ	เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม	เวลา 2 คาบ

## มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

## ตัวชี้วัด

ค 2.2 ม.3/3 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

## จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบคาบเรียนนี้แล้ว

## 1. ด้านความรู้

1.1 อธิบายเกี่ยวกับมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น

## 2. ด้านทักษะ/ กระบวนการ

2.1 นำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบ โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับคอร์ด เส้นสัมผัสของวงกลม และมุมในส่วนโค้งของวงกลมได้

2.2 เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับเส้นสัมผัสของวงกลม และคอร์ดของวงกลมได้

## 3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.1 นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

## สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

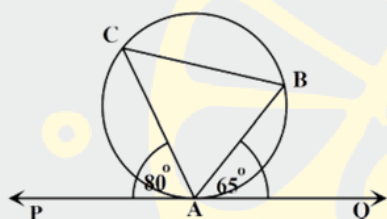
มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น

สาระการเรียนรู้



มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น

ตัวอย่างที่ 1



จากรูป ให้  $\vec{PQ}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด A  
 ถ้า  $\widehat{QAB} = 65^\circ$  และ  $\widehat{PAC} = 80^\circ$  จงหาขนาดของ  $\widehat{ACB}$  และ  $\widehat{ABC}$

แนวคิดในการหาคำตอบ

- หาขนาดของ  $\widehat{ACB}$  และ  $\widehat{ABC}$  จาก ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ดของวงกลม

<u>วิธีทำ</u>	เนื่องจาก	$\vec{PQ}$ เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด A
	ทำให้	$\widehat{QAB} = \widehat{ACB}$ และ $\widehat{PAC} = \widehat{ABC}$
	จาก	$\widehat{QAB} = 65^\circ$ และ $\widehat{PAC} = 80^\circ$
	จะได้	$\widehat{ACB} = 65^\circ$ และ $\widehat{ABC} = 80^\circ$

นั่นคือ ขนาดของมุม ACB เท่ากับ 65 องศาและขนาดของมุม ABC เท่ากับ 80 องศา

กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นเตรียมความพร้อม

- ครูแจ้งจุดประสงค์สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม หลังจากนั้นครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับคอร์ด เส้นสัมผัสวงกลม มุมใน

ส่วนโค้งของวงกลม โดยครูสุ่มนักเรียนออกมาวาดรูปคอร์ด เส้นสัมผัสวงกลม และมุมในส่วนโค้งของวงกลมบนกระดาน จากนั้นครูอธิบายนักเรียนว่าในคาบนี้จะมีทฤษฎีบทที่ต้องใช้ความรู้จากสิ่งเหล่านี้  
ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

2. ครูจัดกลุ่มให้กับนักเรียน กลุ่มละ 4 คน แบบคณะกรรมการ ซึ่งแต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน

3. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม หลังจากนั้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมตอนที่ 1 โดยให้นักเรียนวัดมุมที่กำหนดให้ โดยครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้คิด (Think) ดังนี้

- จากรูปที่กำหนดให้ ส่วนมากเส้นสัมผัสวงกลมจะทำมุมกับสิ่งใด (คอร์ด)
- มุมแต่ละมุมที่กำหนดให้คือมุมในส่วนโค้ง ใช่หรือไม่ (ใช่)

จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามพร้อมทั้งบันทึกแนวความคิดโดยใช้ภาษาของตนเองลงในใบกิจกรรม

4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการปรึกษากันภายในกลุ่ม โดยให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวความคิดของตนเอง ที่ได้จดบันทึกไว้ทั้งในตอนที่ 1 ของใบกิจกรรมที่ 1 มาใช้ในการอภิปราย (Talk) และสะท้อนคิดร่วมกัน เพื่อร่วมกันสรุปเป็นองค์ความรู้ของกลุ่ม

5. ให้นักเรียนบันทึก (Write) องค์ความรู้ของกลุ่มทั้ง 1 องค์ความรู้ที่ได้ร่วมกันสรุปลงในตอนที่ 2 ของใบกิจกรรมที่ 1

ขั้นอภิปรายและสรุป

6. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนบางกลุ่มออกมานำเสนอองค์ความรู้ที่กลุ่มตนเองร่วมกันสรุป เพื่อให้ นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย (Talk) กับเพื่อนในชั้นเรียน และร่วมกันสรุปเป็นองค์ความรู้ที่ถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง (ถ้านักเรียนยังสรุปได้ไม่สมบูรณ์ ครูสามารถกล่าวเสริมในประเด็นขาดได้) โดยจะต้องสรุปได้ว่า “มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น” หลังจากนั้นให้นักเรียนบันทึก (Write) องค์ความรู้ที่ถูกต้องที่ได้จากการสรุปร่วมกันทั้งชั้นเรียนลงในตอนที่ 3 ของใบกิจกรรมที่ 1

คาบที่ 2

ขั้นประยุกต์ใช้

7. ครูยกตัวอย่างที่ 1 บนกระดาน แล้วให้นักเรียนร่วมกันคิด (Think) พิจารณาโจทย์เพื่อหาแนวทางในการหาคำตอบ โดยครูใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนมีการแสดงวิธีหาคำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และมีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ดังนี้

- จากรูป โจทย์กำหนดให้  $\widehat{QAB} = 65^\circ$  และ  $\widehat{PAC} = 80^\circ$  ทำให้นักเรียนทราบอะไรบ้าง ( $\widehat{ACB} = 65^\circ$  และ  $\widehat{ABC} = 80^\circ$ )



8. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม แล้วให้นักเรียนแต่ละคนปฏิบัติกิจกรรม โดยเริ่มจากคิด (Think) พิจารณาโจทย์เพื่อหาแนวคิดในการหาคำตอบ โดยบันทึกลงในใบกิจกรรม หลังจากนั้นให้นักเรียนแสดงหาคำตอบตามแนวคิดของตนเอง จนครบทั้ง 2 ข้อ

9. ครูสุ่มนักเรียนบางคนออกมานำเสนอแนวคิดและอธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบของตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย (Talk) เกี่ยวกับแนวคิดของเพื่อนที่ออกมานำเสนอ หลังจากนั้นให้นักเรียนบันทึก (Write) แนวคิดที่ใช้ในการหาคำตอบที่แตกต่างไปจากแนวคิดของตนเองลงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม

10. ครูแจกแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลมให้นักเรียนนำกลับไปทำเป็นการบ้าน โดยให้ตัวแทนนักเรียนรวบรวมส่งที่โต๊ะครูในวันถัดไป

#### สื่อการเรียนรู้

- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม
- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม
- แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม
- เครื่องมือวัดมุม เช่น ไมโปรแทรกเตอร์ ครึ่งวงกลม

## การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
<p>ด้านความรู้</p> <p>- อธิบายเกี่ยวกับมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น</p>	<p>- ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี</p> <p>- ตรวจแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี</p>	<p>- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี</p> <p>- แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี</p>	<p>นักเรียนทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดถูกต้องร้อยละ 70</p>
<p>ด้านทักษะกระบวนการ</p> <p>- นำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับคอร์ด เส้นสัมผัสของวงกลม และมุมในส่วนโค้งของวงกลมได้</p> <p>- เขียนอธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับเส้นสัมผัสของวงกลม และคอร์ดของวงกลมได้</p>	<p>- สังเกตพฤติกรรมการสื่อสารด้านการพูด</p> <p>- ตรวจใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี</p> <p>- ตรวจแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี</p>	<p>- แบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด</p> <p>- ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี</p> <p>- แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี</p>	<p>- นักเรียนมีทักษะในการพูดอธิบายแนวคิดในระดับดี</p> <p>- นักเรียนทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดถูกต้องร้อยละ 70</p>
<p>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</p> <p>3. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน</p>	<p>สังเกตพฤติกรรม</p>	<p>แบบสังเกตพฤติกรรม</p>	<p>ผลการประเมินอยู่ในระดับดี</p>

## บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

### ผลการจัดการเรียนรู้

ขั้นเตรียมความพร้อม นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับคอร์ค เส้นสัมผัสของวงกลม และมุมในส่วนโค้งของวงกลม ซึ่งจะเป็นพื้นฐานสำหรับเรียนในคาบเรียนนี้ สังเกตได้จากนักเรียนที่ครูสุ่มออกมาทำกิจกรรม ซึ่งสามารถวาดส่วนต่าง ๆ ของวงกลมที่ครูกำหนดได้

ขั้นปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรม และนักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปมโนทัศน์ของตนเองได้ถูกต้องมากขึ้น สังเกตจากการนำเสนอแนวความคิดของนักเรียนต่อสมาชิกในกลุ่ม และการตรวจใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียน

ขั้นอภิปรายและสรุป นักเรียนสามารถสรุปมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน โดยที่ครูไม่ต้องใช้คำถามนำ และไม่มีประเด็นที่ครูต้องกล่าวเสริม

ขั้นประยุกต์ใช้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนแสดงแนวคิดในการหาคำตอบ พร้อมทั้งแสดงวิธีคิด โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

### ปัญหา/อุปสรรค

ในการสรุปมโนทัศน์ของนักเรียน พบว่านักเรียนบางส่วนไม่สามารถสรุปมโนทัศน์ได้ เนื่องจากนักเรียนยังไม่เข้าใจองค์ประกอบต่าง ๆ ของวงกลมที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นี้

### ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

ครูควรทบทวนส่วนต่าง ๆ ของวงกลม ที่สำคัญต่อมโนทัศน์ที่จะสอน ให้เพียงพอต่อการทำความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งมีความรู้เดิมไม่เท่ากัน เพื่อที่นักเรียนจะสามารถเข้าใจมโนทัศน์ได้ง่ายขึ้น

ลงชื่อ ชลธาร ผ่องแผ้ว ผู้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้  
(นายชลธาร ผ่องแผ้ว)

## แบบสังเกตพฤติกรรม

เลขที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรมที่สังเกต		
		มุ่งมั่นในการทำงาน		
		3	2	1
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
21				
22				
23				
24				
20				
21				
22				
23				
24				

เลขที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรมที่สังเกต		
		มุ่งมั่นในการทำงาน		
		3	2	1
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				

เกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

3 หมายถึง นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดสำเร็จทันเวลาทุกครั้ง และทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อยทุกครั้ง

2 หมายถึง นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดสำเร็จทันเวลาทุกครั้ง และทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อยบางครั้ง

1 หมายถึง นักเรียนไม่มีความรับผิดชอบในการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดสำเร็จทันเวลาทุกครั้ง และทำงานไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย

การแปลผล

3 คะแนน อยู่ในระดับ ดี

2 คะแนน อยู่ในระดับ พอใช้

1 คะแนน อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

## แบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

พฤติกรรมสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
1. พูดอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจในมโนทัศน์ของตนเองต่อสมาชิกในกลุ่ม				
2. พูดอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจในมโนทัศน์ของตนเองต่อสมาชิกในชั้นเรียน				
3. พูดอธิบายแนวคิดในการหาคำตอบของตนเอง				
4. พูดอธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบของตนเอง				

## เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
2	อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
1	- อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน - อธิบายแนวคิดได้อย่างชัดเจนแต่ไม่ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์
0	- อธิบายแนวคิด ไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงแนวคิด

## การแปลผล

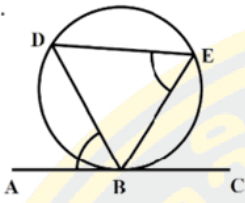
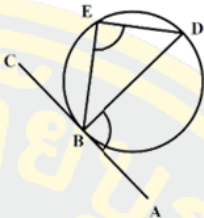
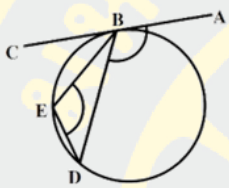
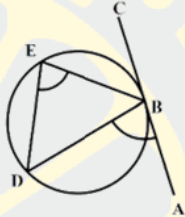
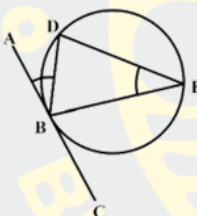

9 – 12 คะแนน อยู่ในระดับ ดี

5 – 8 คะแนน อยู่ในระดับ พอใช้

0 – 4 คะแนน อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนวัดมุมที่กำหนดให้ในแต่ละข้อต่อไปนี้

วงกลม	สิ่งที่วัดได้	วงกลม	สิ่งที่วัดได้
1. 	$\widehat{ABD} = \dots$ องศา $\widehat{DEB} = \dots$ องศา	2. 	$\widehat{ABD} = \dots$ องศา $\widehat{DEB} = \dots$ องศา
3. 	$\widehat{ABD} = \dots$ องศา $\widehat{DEB} = \dots$ องศา	4. 	$\widehat{ABD} = \dots$ องศา $\widehat{DEB} = \dots$ องศา
5. 	$\widehat{ABD} = \dots$ องศา $\widehat{DEB} = \dots$ องศา	6. 	$\widehat{ABD} = \dots$ องศา $\widehat{DEB} = \dots$ องศา

จากรูป ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ในแต่ละรูปมีมุมอะไรบ้างที่มีขนาดเท่ากัน .....

1.2  $\widehat{ABD}$  เป็นมุมที่อยู่ระหว่างเส้นสัมผัสวงกลมกับคอร์ดใช่หรือไม่ ถ้าใช่ คือคอร์ดใด .....

1.3 ในแต่ละรูป  $\widehat{DEB}$  เป็นมุมชนิดใด และมีความสัมพันธ์อย่างไรกับคอร์ด  $\overline{BD}$  .....

1.4 นักเรียนสามารถสรุปเป็นแนวคิดของตนเองได้อย่างไร

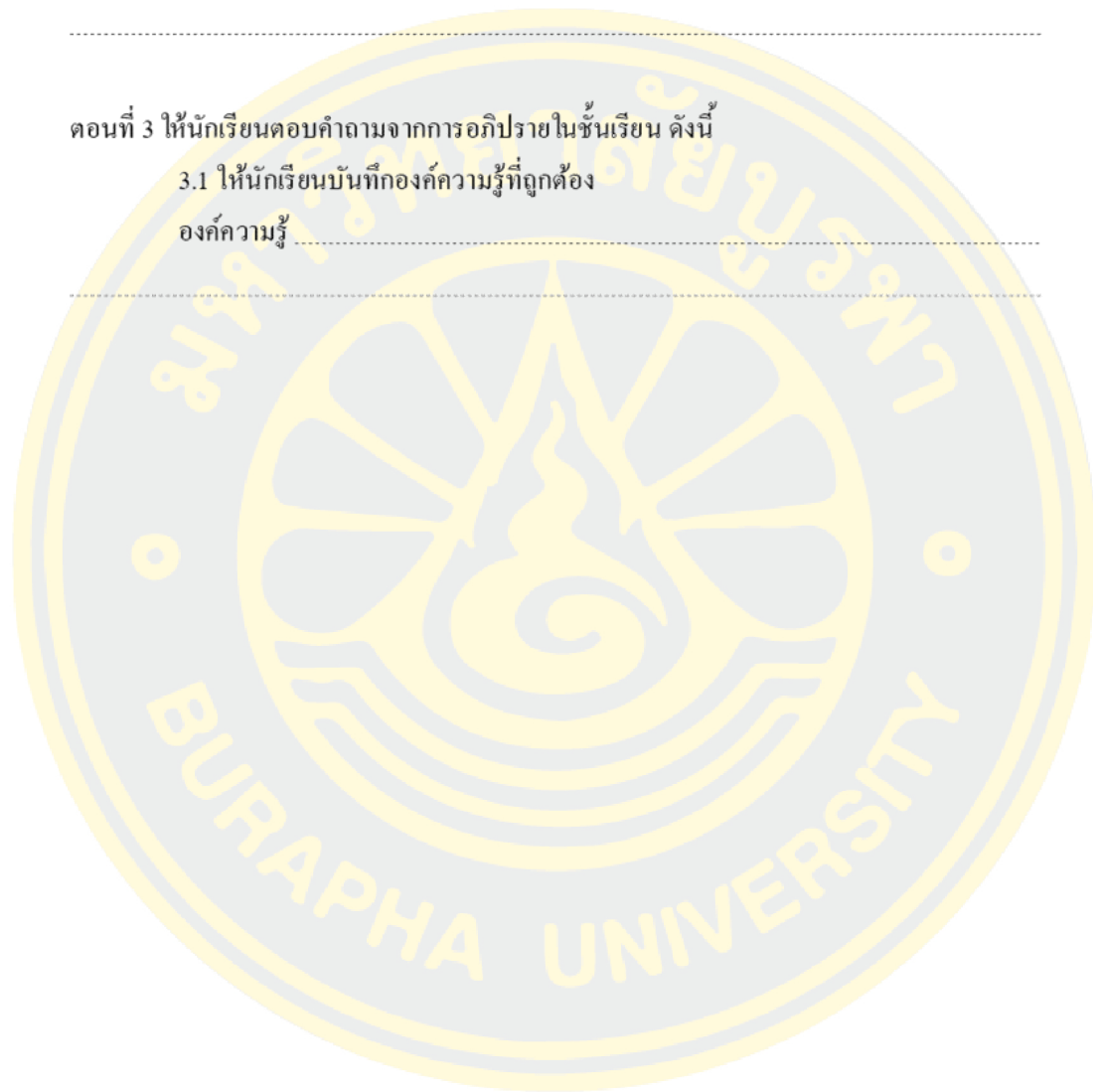
.....  
.....

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามจากการอภิปรายกลุ่ม ดังนี้

2.1 ให้นักเรียนบันทึกองค์ความรู้ที่ได้จากการอภิปรายกลุ่ม  
องค์ความรู้.....

ตอนที่ 3 ให้นักเรียนตอบคำถามจากการอภิปรายในชั้นเรียน ดังนี้

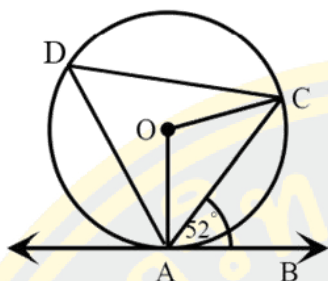
3.1 ให้นักเรียนบันทึกองค์ความรู้ที่ถูกต้อง  
องค์ความรู้.....





ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม  
คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.



จากรูป  $\vec{AB}$  สัมผัสวงกลม  $O$  ที่จุด  $A$  และ  $\widehat{BAC} = 52^\circ$   
จงหาขนาดของ  $\widehat{AOC}$

1.1 นักเรียนมีแนวคิดอย่างไรในการหาขนาดของ  $\widehat{AOC}$

---



---



---

1.2 จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

---



---



---



---



---

1.3 บันทึกแนวคิดอื่น ๆ ที่ได้จากการอภิปราย

---

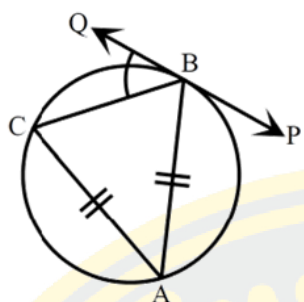


---



---

2.



จากรูป  $AB = AC$  ถ้า  $\widehat{CBQ} = 50^\circ$  ถ้า  $\overleftrightarrow{AB}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลม  
จงหาขนาดของ  $\widehat{ACB}$

2.1 นักเรียนมีแนวคิดอย่างไรในการหาขนาดของ  $\widehat{YAC}$

---



---



---

2.2 จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

---



---



---



---



---



---



---



---

2.3 บันทึกแนวคิดอื่น ๆ ที่ได้จากการอภิปราย

---



---

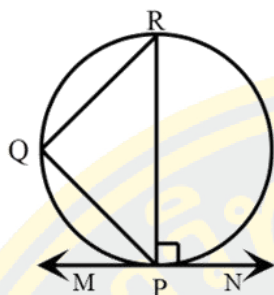


---

แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและ corde ของวงกลม

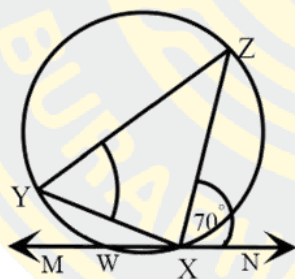
คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.



จากรูป ถ้า  $\overrightarrow{MN}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด P แล้ว  $\triangle PQR$  เป็นมุมในครึ่งวงกลมใช่หรือไม่ จงอธิบาย

2.



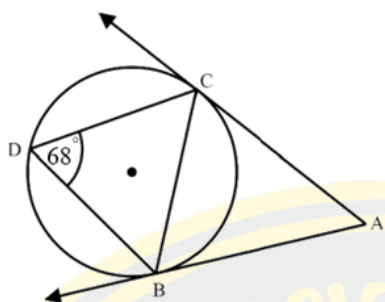
จากรูป  $\triangle XYZ$  มีขนาดเท่ากับ  $70^\circ$  เท่านั้นใช่หรือไม่ จงอธิบาย

.....

.....

.....

3.



จากรูป  $\overrightarrow{AB}$  และ  $\overrightarrow{AC}$  สัมผัสวงกลมที่จุด B และจุด C ตามลำดับ และ  $\widehat{BDC} = 68^\circ$  จงหาขนาดของมุม  $\widehat{BAC}$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

---



---



---



---



---



---



---



---



---

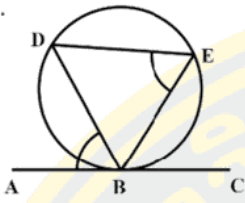
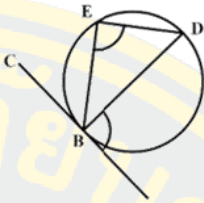
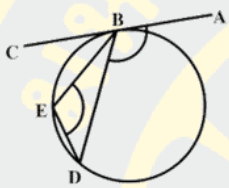
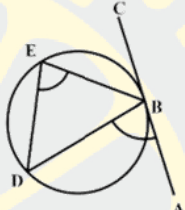
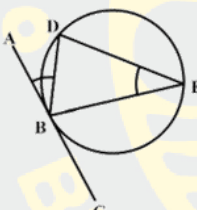



---

BURAPHA UNIVERSITY

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนวัดมุมที่กำหนดให้ในแต่ละข้อต่อไปนี้

วงกลม	สิ่งที่วัดได้	วงกลม	สิ่งที่วัดได้
1. 	$\widehat{ABD} = \underline{\quad 60 \quad}$ องศา $\widehat{DEB} = \underline{\quad 60 \quad}$ องศา	2. 	$\widehat{ABD} = \underline{\quad 90 \quad}$ องศา $\widehat{DEB} = \underline{\quad 90 \quad}$ องศา
3. 	$\widehat{ABD} = \underline{\quad 115 \quad}$ องศา $\widehat{DEB} = \underline{\quad 115 \quad}$ องศา	4. 	$\widehat{ABD} = \underline{\quad 77 \quad}$ องศา $\widehat{DEB} = \underline{\quad 77 \quad}$ องศา
5. 	$\widehat{ABD} = \underline{\quad 35 \quad}$ องศา $\widehat{DEB} = \underline{\quad 35 \quad}$ องศา	6. 	$\widehat{ABD} = \underline{\quad 135 \quad}$ องศา $\widehat{DEB} = \underline{\quad 135 \quad}$ องศา

จากรูป ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.1 ในแต่ละรูปมีมุมอะไรบ้างที่มีขนาดเท่ากัน  $\widehat{ABD}$  มีขนาดเท่ากับ  $\widehat{DEB}$  .....
- 1.2  $\widehat{ABD}$  เป็นมุมที่อยู่ระหว่างเส้นสัมผัสวงกลมกับคอร์ดใช่หรือไม่ ถ้าใช่ คือคอร์ดใด ใช่ คือคอร์ด  $\overline{BD}$
- 1.3 ในแต่ละรูป  $\widehat{DEB}$  เป็นมุมชนิดใด และมีความสัมพันธ์อย่างไรกับคอร์ด  $\overline{BD}$  มุมในส่วนโค้งของวงกลม ซึ่ง  $\widehat{DEB}$  เป็นมุมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ด  $\overline{BD}$  .....
- 1.4 นักเรียนสามารถสรุปเป็นแนวคิดของตนเองได้อย่างไร  
(ขึ้นอยู่กับแนวคิดของนักเรียนแต่ละคน) .....

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามจากการอภิปรายกลุ่ม ดังนี้

2.1 ให้นักเรียนบันทึกองค์ความรู้ที่ได้จากการอภิปรายกลุ่ม  
องค์ความรู้ (ขึ้นอยู่กับองค์ความรู้ของแต่ละกลุ่มสรุปได้).....

ตอนที่ 3 ให้นักเรียนตอบคำถามจากการอภิปรายในชั้นเรียน ดังนี้

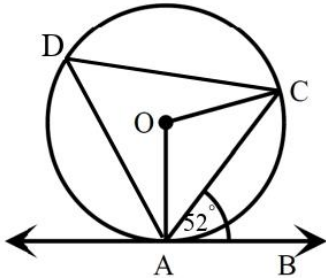
3.1 ให้นักเรียนบันทึกองค์ความรู้ที่ถูกต้อง  
องค์ความรู้ มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของ  
มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น.....



เฉลย ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.



จากรูป  $\vec{AB}$  สัมผัสวงกลม  $O$  ที่จุด  $A$  และ  $\widehat{BAC} = 52^\circ$   
จงหาขนาดของ  $\widehat{AOC}$

1.1 นักเรียนมีแนวคิดอย่างไรในการหาขนาดของ  $\widehat{AOC}$

1. หาขนาดของ  $\widehat{ADC}$  จาก ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ดของวงกลม...
2. หาขนาดของ  $\widehat{AOC}$  จาก ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม

1.2 จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

เนื่องจากมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น จะได้ว่า  $\widehat{BAC} = \widehat{ADC} = 52^\circ$

เนื่องจากมุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน จะได้ว่า  $\widehat{AOC} = 2(\widehat{ADC})$

จะได้ว่า  $\widehat{AOC} = 2 \times 52 = 104^\circ$

ดังนั้น ขนาดของมุม  $\widehat{AOC}$  เท่ากับ 104 องศา

1.3 บันทึกแนวคิดอื่น ๆ ที่ได้จากการอภิปราย

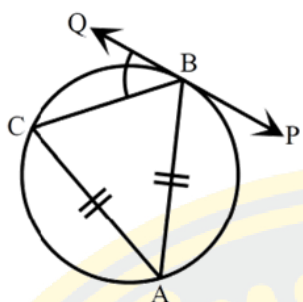
(ขึ้นอยู่กับแนวคิดที่นักเรียนได้จากการอภิปราย)

.....

.....

.....

2.



จากรูป  $AB = AC$  ถ้า  $\widehat{CBQ} = 50^\circ$  ถ้า  $\overrightarrow{AB}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลม  
จงหาขนาดของ  $\widehat{ACB}$

2.1 นักเรียนมีแนวคิดอย่างไรในการหาขนาดของ  $\widehat{YAC}$

1. หาขนาดของ  $\widehat{BAC}$  จาก ทฤษฎีบทเกี่ยวกับเส้นสัมผัสวงกลมและคอร์ดของวงกลม...
2. หาขนาดของ  $\widehat{ACB}$  จาก ขนาดของมุมภายในทั้งสามมุมของรูปสามเหลี่ยม และมุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีขนาดเท่ากัน

2.2 จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

เนื่องจากมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น จะได้ว่า  $\widehat{CBQ} = \widehat{BAC} = 50^\circ$

เนื่องจาก  $AB = AC$

จะได้ว่า  $\triangle ABC$  เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

ดังนั้น  $\widehat{ACB} = \widehat{ABC}$

จากมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเป็น  $180^\circ$  นั่นคือ  $\widehat{ACB} + \widehat{ABC} + \widehat{BAC} = 180^\circ$

จะได้ว่า  $2(\widehat{ACB}) + 50 = 180$

ดังนั้น  $\widehat{ACB} = \frac{180-50}{2} = 65^\circ$

นั่นคือ ขนาดของมุม  $\widehat{ACB}$  เท่ากับ  $65$  องศา

2.3 บันทึกแนวคิดอื่น ๆ ที่ได้จากการอภิปราย

(ขึ้นอยู่กับแนวคิดที่นักเรียนได้จากการอภิปราย)

.....

.....

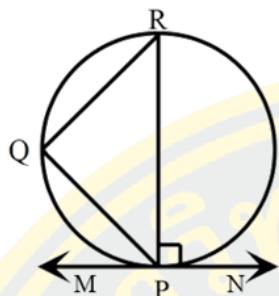
.....



เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

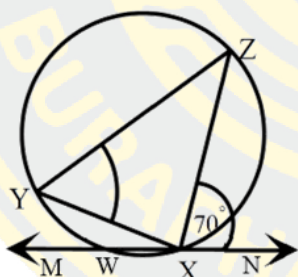
1.



จากรูป ถ้า  $\vec{MN}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด P แล้ว  $\widehat{PQR}$  เป็นมุมในครึ่งวงกลมใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ใช่ เนื่องจากมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น จากโจทย์  $\widehat{NPR} = 90^\circ$  ทำให้  $\widehat{PQR} = 90^\circ$  ด้วย และเนื่องจากมุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 90 องศา หรือหนึ่งมุมฉาก ดังนั้น  $\widehat{PQR}$  เป็นมุมในครึ่งวงกลม

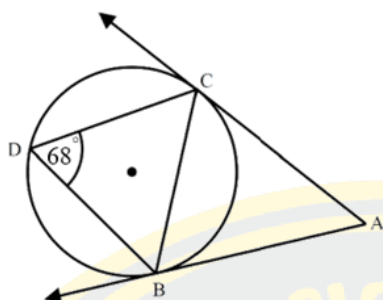
2.



จากรูป  $\widehat{XYZ}$  มีขนาดเท่ากับ  $70^\circ$  เท่านั้นใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ไม่ใช่ เนื่องจากมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น แต่จากโจทย์  $\vec{MN}$  ไม่ได้เป็นเส้นสัมผัสวงกลม เพราะตัดวงกลม 2 จุด เมื่อ  $\vec{MN}$  ไม่เป็นเส้นสัมผัสวงกลม อาจทำให้  $\widehat{XYZ} \neq \widehat{ZXN}$  ได้

3.



จากรูป  $\overrightarrow{AB}$  และ  $\overrightarrow{AC}$  สัมผัสวงกลมที่จุด B และจุด C ตามลำดับ และ  $\widehat{BDC} = 68^\circ$  จงหาขนาดของมุม  $\widehat{BAC}$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

เนื่องจากมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น จะได้ว่า  $\widehat{BDC} = \widehat{CBA} = 68^\circ$

เนื่องจากส่วนของเส้นตรง 2 เส้น ที่ลากจากจุดจุดหนึ่งภายนอกวงกลมมาสัมผัสวงกลมวงเดียวกัน จะยาวเท่ากัน ถ้า  $\overline{AB}$  และ  $\overline{CD}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลม จะได้ว่า  $AB = CD$

จะได้ว่า  $\triangle ABC$  เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

ดังนั้น  $\widehat{CBA} = \widehat{ACB} = 68^\circ$

จากมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเป็น  $180^\circ$  นั่นคือ  $\widehat{CBA} + \widehat{ACB} + \widehat{BAC} = 180^\circ$

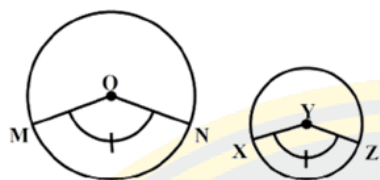
จะได้ว่า  $68 + 68 + \widehat{BAC} = 180$

ดังนั้น  $\widehat{BAC} = 180 - 68 - 68 = 44^\circ$

นั่นคือ ขนาดของมุม BAC เท่ากับ 44 องศา



3.



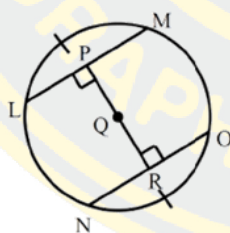
จากรูป ให้จุด O และจุด Y เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม  
 ถ้า  $\widehat{MON} = \widehat{XYZ}$  แล้ว  $m(\widehat{MN}) = m(\widehat{XZ})$  ใช่หรือไม่  
 จงอธิบาย

4.



จากรูป ให้ N เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $m(\widehat{JK}) = m(\widehat{KL})$   
 ถ้า  $\widehat{JNK} = 40^\circ$  แล้ว  $\widehat{KML} = 20^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

5.



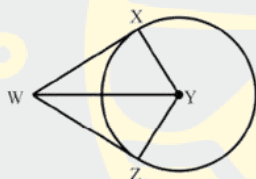
จากรูป ให้ Q เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม ถ้า  $m(\widehat{LM}) = m(\widehat{NO})$   
 แล้ว  $QP = QR$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

6.



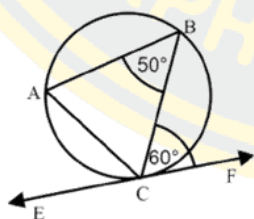
จากรูป จุด P คือ จุดตัดของเส้นตรงสองเส้น ถ้าลากส่วนของเส้นตรง  
จากจุด P ไปยังจุด M ในแนวตั้งฉากกับคอร์ด จะได้ว่าส่วนของ  
เส้นตรง PM จะแบ่งครึ่งคอร์ดใช่หรือไม่ จงอธิบาย

7.



จากรูป จุด Y เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม มี  $\overline{WX}$  และ  $\overline{WZ}$   
เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด X และ Z ตามลำดับแล้ว  
 $\widehat{WXY} + \widehat{WZY} = 180^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

8.



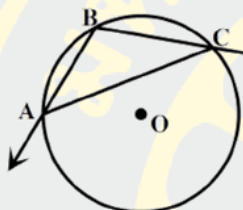
จากรูป  $\overleftrightarrow{EF}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด C ถ้า  $\widehat{FCB} = 60^\circ$  และ  
 $\widehat{CBA} = 50^\circ$  แล้ว  $\widehat{ACB} = 50^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

เฉลยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง วงกลม
2. ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1.



จากรูป ให้จุด O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม ถ้าจุด A, B และ C อยู่บนเส้นรอบวงแล้ว  $\widehat{ABC}$  มีขนาด 90 องศา ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ไม่ใช่ เนื่องจากมุมในส่วนโค้งที่มีขนาด 90 องศา คือ มุมในครึ่งวงกลม ซึ่งมุมในครึ่งวงกลมจะต้องมีแกนของมุมผ่านจุดปลายของเส้นผ่านศูนย์กลาง แต่  $\widehat{AC}$  ไม่ใช่เส้นผ่านศูนย์กลาง ดังนั้น  $\widehat{ABC}$  ไม่เท่ากับ 90 องศา

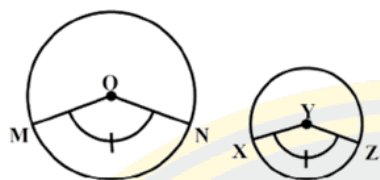
2.



จากรูป จุด E, F, G, H และ I อยู่บนเส้นรอบวง ถ้า  $\widehat{EFG} = 100^\circ$  แล้ว  $\widehat{EIG} + \widehat{EHG} = 80^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ไม่ใช่ เนื่องจากรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมมีผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามเท่ากับสองมุมฉาก ซึ่ง  $\square EFGI$  และ  $\square EFGH$  เป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลมที่มี  $\widehat{EIG}$  และ  $\widehat{EHG}$  เป็นมุมตรงข้ามของ  $\widehat{EFG}$  เมื่อ  $\widehat{EFG} = 100^\circ$  จะส่งผลให้  $\widehat{EIG} = 80^\circ$  และ  $\widehat{EHG} = 80^\circ$  ซึ่งทำให้  $\widehat{EIG} + \widehat{EHG} = 160^\circ$

3.



จากรูป ให้จุด O และจุด Y เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม  
 ถ้า  $\widehat{MON} = \widehat{XYZ}$  แล้ว  $m(\widehat{MN}) = m(\widehat{XZ})$  ใช่หรือไม่  
 จงอธิบาย

ไม่ใช่ เนื่องจากถ้ามุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเท่ากัน แล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลางนั้นจะยาวเท่ากันเมื่อรูปวงกลมนั้นเท่ากันทุกประการ แต่จากรูป วงกลม O และวงกลม Y มีขนาดไม่เท่ากัน ดังนั้น  $m(\widehat{MN}) \neq m(\widehat{XZ})$

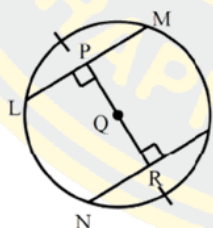
4.



จากรูป ให้ N เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $m(\widehat{JK}) = m(\widehat{KL})$   
 ถ้า  $\widehat{JNK} = 40^\circ$  แล้ว  $\widehat{KML} = 20^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ใช่ เนื่องจากในวงกลมวงเดียวกัน มุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน ทำให้  $\widehat{JNK}$  มีขนาดเป็นสองเท่าของ  $\widehat{JKL}$  และจาก  $\widehat{JNK} = 40^\circ$  จะได้  $\widehat{JKL} = 20^\circ$  และเนื่องจากในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากัน แล้วมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน จึงทำให้  $\widehat{KML} = 20^\circ$  ด้วย

5.



จากรูป ให้ Q เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม ถ้า  $m(\widehat{LM}) = m(\widehat{NO})$   
 แล้ว  $QP = QR$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ใช่ เนื่องจากในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองคอร์ดตัดวงกลมทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน แล้วคอร์ดทั้งสองนั้นยาวเท่ากัน จากรูป  $m(\widehat{LM}) = m(\widehat{NO})$  ทำให้  $LM = NO$  ด้วย และเนื่องจากในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองเส้นยาวเท่ากันแล้วคอร์ดทั้งสองนั้นอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะเท่ากัน ดังนั้น ถ้า  $LM = NO$  แล้ว  $QP = QR$  ด้วย

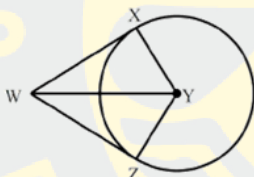
6.



จากรูป จุด P คือ จุดตัดของเส้นตรงสองเส้น ถ้าลากส่วนของเส้นตรง จากจุด P ไปยังจุด M ในแนวตั้งฉากกับคอร์ด จะได้ว่าส่วนของเส้นตรง PM จะแบ่งครึ่งคอร์ดใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ใช่ เนื่องจากเส้นตรงที่ตั้งฉากและแบ่งครึ่งคอร์ดของวงกลมจะผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น ซึ่ง  $\overline{TP} \perp \overline{SR}$  และ  $\overline{TP}$  แบ่งครึ่งคอร์ด  $\overline{SR}$ ,  $\overline{KP} \perp \overline{JL}$  และ  $\overline{KP}$  แบ่งครึ่งคอร์ด  $\overline{JL}$  ดังนั้น  $\overline{TP}$  และ  $\overline{KP}$  ผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม ซึ่งตัดกันที่จุด P จึงทำให้จุด P เป็นจุดศูนย์กลาง ทำให้  $\overline{PM}$  เป็นเส้นที่ลากจากจุดศูนย์กลางมาตั้งฉากกับคอร์ด  $\overline{NO}$  เนื่องจากถ้าส่วนของเส้นตรงตั้งฉากกับคอร์ด แล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะแบ่งครึ่งคอร์ด จึงทำให้  $\overline{PM}$  แบ่งครึ่งคอร์ด  $\overline{NO}$

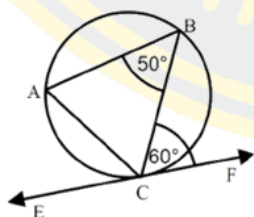
7.



จากรูป จุด Y เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม มี  $\overline{WX}$  และ  $\overline{WZ}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด X และ Z ตามลำดับ แล้ว  $\widehat{WXY} + \widehat{WZY} = 180^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ใช่ เนื่องจาก  $\overline{WX}$  และ  $\overline{WZ}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด X และ Z ตามลำดับ ซึ่งเส้นสัมผัสวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัส ดังนั้น  $\overline{WX} \perp \overline{YX}$  และ  $\overline{WZ} \perp \overline{YZ}$  ทำให้  $\widehat{WXY} = 90^\circ$  และ  $\widehat{WZY} = 90^\circ$  นั่นคือ  $\widehat{WXY} + \widehat{WZY} = 90 + 90 = 180^\circ$

8.



จากรูป  $\overline{EF}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด C ถ้า  $\widehat{FCB} = 60^\circ$  และ  $\widehat{CBA} = 50^\circ$  แล้ว  $\widehat{ACB} = 50^\circ$  ใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ไม่ใช่ เนื่องจากมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น นั่นคือ  $\widehat{FCB} = \widehat{CAB} = 60^\circ$  และเนื่องจากมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเป็น  $180^\circ$  จะได้ว่า  $\widehat{CAB} + \widehat{CBA} + \widehat{ACB} = 180^\circ$  นั่นคือ  $\widehat{ACB} = 180 - 60 - 50 = 70^\circ$



## แบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

พฤติกรรมสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ	เกณฑ์คะแนน			
	3	2	1	0
1. พูดอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจในมโนทัศน์ของตนเองต่อสมาชิกในกลุ่ม				
2. พูดอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับความเข้าใจในมโนทัศน์ของตนเองต่อสมาชิกในชั้นเรียน				
3. พูดอธิบายแนวคิดในการหาคำตอบของตนเอง				
4. พูดอธิบายขั้นตอนในการหาคำตอบของตนเอง				

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3	อธิบายแนวคิดโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
2	อธิบายแนวคิดโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
1	- อธิบายแนวคิดโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน - อธิบายแนวคิดได้อย่างชัดเจนแต่ไม่ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์
0	- อธิบายแนวคิดไม่ถูกต้อง - ไม่แสดงแนวคิด

## การแปลผล

9 – 12 คะแนน อยู่ในระดับ ดี

5 – 8 คะแนน อยู่ในระดับ พอใช้

0 – 4 คะแนน อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง







จากรูป ให้  $O$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $M\widehat{FL} = K\widehat{IJ}$   
 ถ้า  $m(\widehat{GH}) = 6$  หน่วย จงหา  $m(\widehat{KJ})$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



จากรูป ให้  $P$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม มี  $\overline{PW} \perp \overline{UT}$ ,  $\overline{PZ} \perp \overline{TV}$ ,  
 $\overline{PM} \perp \overline{UV}$ ,  $m(\widehat{UT}) = m(\widehat{TV}) = m(\widehat{VU})$ , ถ้า  $PW = PZ = PM$  จงหาค่า  $x$  และ  $y$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

---

---

---

---

---

---

---

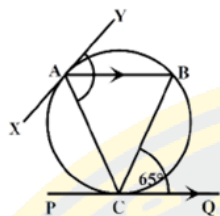
---

---

---



8.



จากรูป  $\overline{XY}$  และ  $\overline{PQ}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด A และ C ตามลำดับ  
ถ้า  $\overline{AB} \parallel \overline{PQ}$  และ  $\widehat{BCQ} = 65^\circ$  แล้วขนาดของ  $\widehat{YAB}$  เท่ากับเท่าใด

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

---



---



---



---



---



---



---



---

BURAPHA UNIVERSITY

เฉลยแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง วงกลม
2. ให้นักเรียนแสดงแนวคิดอย่างละเอียด

1.



จากรูป ให้  $O$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $\overline{CD} \perp \overline{AB}$  ถ้า  $\widehat{BAC} = 37^\circ$   
จงหาขนาดของ  $\widehat{DCB}$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

เนื่องจาก  $\widehat{ACB}$  เป็นมุมในครึ่งวงกลม จะได้  $\widehat{ACB} = 90^\circ$

จาก  $\widehat{ABC} + \widehat{BAC} + \widehat{ACB} = 180^\circ$

จะได้  $\widehat{ABC} + 37 + 90 = 180$

นั่นคือ  $\widehat{ABC} = 180 - 37 - 90 = 53^\circ$

และ  $\widehat{DCB} + \widehat{DBC} + \widehat{BDC} = 180^\circ$

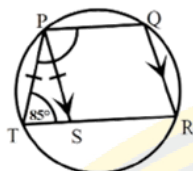
เนื่องจาก  $\widehat{DBC} = \widehat{ABC}$  และ  $\widehat{BDC} = 90^\circ$

จะได้  $\widehat{DCB} + 53 + 90 = 180$

ดังนั้น  $\widehat{DCB} = 180 - 53 - 90 = 37^\circ$

นั่นคือ  $\widehat{DCB}$  มีขนาด  $37$  องศา

2.



จากรูป  $\overline{PS} \parallel \overline{QR}$ ,  $PT = PS$  และ  $\widehat{PTS} = 85^\circ$  แล้ว  $\widehat{TPQ}$  มีขนาดกี่องศา

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

กำหนดให้  $PT = PS$  และ  $\widehat{PTS} = 85^\circ$  จะได้ว่า  $\widehat{PST} = 85^\circ$

และจาก  $\overline{PT} \parallel \overline{QR}$  จะได้ว่า  $\widehat{PST} = \widehat{QRT}$

ดังนั้น  $\widehat{QRT} = 85^\circ$

เนื่องจาก  $\square PQRS$  เป็นรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม ดังนั้นผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามเท่ากับ

สองมุมฉาก จะได้  $\widehat{QRT} + \widehat{TPQ} = 180^\circ$

จะได้ว่า  $85 + \widehat{TPQ} = 180$

ดังนั้น  $\widehat{TPQ} = 180 - 85 = 95^\circ$

นั่นคือ ขนาดของมุม  $\widehat{TPQ}$  เท่ากับ 95 องศา

3.



จากรูป ให้  $O$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม มี  $m(\widehat{BC}) = m(\widehat{CD}) = m(\widehat{DE})$

ถ้า  $\widehat{BAC} = 15^\circ$  จงหาขนาดของ  $\widehat{COE}$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

เนื่องจากในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากัน แล้วมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วย

ส่วนโค้งนั้น จะมีขนาดเท่ากัน จะได้ว่า ถ้า  $m(\widehat{BC}) = m(\widehat{CD})$  แล้ว  $\widehat{BAC} = \widehat{CAD} = 15^\circ$

เนื่องจากในวงกลมวงเดียวกัน มุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้ง

ของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน จะได้ว่า  $\widehat{COD} = 2(\widehat{CAD})$

ดังนั้น  $\widehat{COD} = 2 \times 15 = 30^\circ$

เนื่องจากในวงกลมวงเดียวกัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากัน แล้วมุมที่จุดศูนย์กลางที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้น

จะมีขนาดเท่ากัน จะได้ว่า ถ้า  $m(\widehat{CD}) = m(\widehat{DE})$  แล้ว  $\widehat{COD} = \widehat{DOE} = 30^\circ$

จาก  $\widehat{COE} = \widehat{COD} + \widehat{DOE}$

ดังนั้น  $\widehat{COE} = 30 + 30 = 60^\circ$

นั่นคือ ขนาดของมุม  $\widehat{COE}$  เท่ากับ 60 องศา





จากรูป ให้  $O$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $M\hat{F}L = K\hat{I}J$   
 ถ้า  $m(\widehat{GH}) = 6$  หน่วย จงหา  $m(\widehat{KJ})$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

จากรูป  $G\hat{O}H$  และ  $M\hat{O}L$  เป็นมุมตรงข้าม ทำให้  $G\hat{O}H = M\hat{O}L$   
 เนื่องจากในวงกลมวงเดียวกัน ถ้ามุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเท่ากัน แล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมที่  
 จุดศูนย์กลางนั้นจะยาวเท่ากัน จะได้ว่า ถ้า  $G\hat{O}H = M\hat{O}L$  แล้ว  $m(\widehat{GH}) = m(\widehat{ML}) = 6$   
 เนื่องจากในวงกลมวงเดียวกัน ถ้ามุมในส่วนโค้งของวงกลมมีขนาดเท่ากัน แล้วส่วนโค้งที่รองรับ  
 มุมที่ทั้งสองนั้นจะยาวเท่ากัน จะได้ว่า ถ้า  $M\hat{F}L = K\hat{I}J$  จะได้ว่า  $m(\widehat{ML}) = m(\widehat{KJ}) = 6$   
 นั่นคือ ขนาดของส่วนโค้งน้อย  $KJ$  เท่ากับ 6 หน่วย



จากรูป ให้  $P$  เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม มี  $\overline{PW} \perp \overline{UT}$ ,  $\overline{PZ} \perp \overline{TV}$ ,  
 $\overline{PM} \perp \overline{UV}$ ,  $m(\widehat{UT}) = m(\widehat{TV}) = m(\widehat{VU})$ , ถ้า  $PW = PZ = PM$  จงหาค่า  $x$  และ  $y$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

เนื่องจากในวงกลมวงเดียวกัน ถ้า cords สอง cords ตัดวงกลมทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน  
 แล้ว cords ทั้งสองนั้นยาวเท่ากัน จาก  $m(\widehat{UT}) = m(\widehat{TV}) = m(\widehat{VU})$  จะได้ว่า  $UT = TV = VU$   
 จะได้ว่า  $\triangle UTV$  เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า นั่นคือ  $U\hat{T}V = T\hat{V}U = V\hat{U}T = 60^\circ$  หรือ  $x = 60$   
 จาก  $\overline{PW} \perp \overline{UT}$  และ  $\overline{PM} \perp \overline{UV}$  ทำให้  $P\hat{W}U = P\hat{M}U = 90^\circ$   
 ซึ่งมุมภายในของรูปสี่เหลี่ยมรวมกันเป็น  $360^\circ$  นั่นคือ  $W\hat{U}M + U\hat{W}P + W\hat{P}M + U\hat{M}P = 360^\circ$   
 จะได้ว่า  $60 + 90 + W\hat{P}M + 90 = 360$   
 ดังนั้น  $W\hat{P}M = 360 - 60 - 90 - 90 = 120^\circ$  หรือ  $y = 120$   
 นั่นคือ ค่าของ  $x$  เท่ากับ 60 และค่าของ  $y$  เท่ากับ 120

6.



จากรูป ให้ S เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม และ  $PQ = QR$  ถ้า  $\widehat{PSQ} = 60^\circ$   
จงหาขนาดของ  $\widehat{QRS}$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

เนื่องจากถ้าส่วนของเส้นตรงแบ่งครึ่งคอร์ด แล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะตั้งฉากกับคอร์ด

ซึ่ง  $PQ = QR$  นั่นคือ  $\overline{SQ}$  แบ่งครึ่ง  $\overline{PR}$  ดังนั้น  $\widehat{SQP} = \widehat{SQR} = 90^\circ$

จากมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเป็น  $180^\circ$  นั่นคือ  $\widehat{PSQ} + \widehat{SQP} + \widehat{QPS} = 180^\circ$

จะได้ว่า  $60 + 90 + \widehat{QPS} = 180$

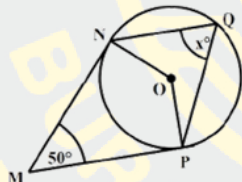
ดังนั้น  $\widehat{QPS} = 180 - 60 - 90 = 30^\circ$

เนื่องจาก  $\overline{PS}$  และ  $\overline{SR}$  เป็นรัศมีของวงกลม ดังนั้น  $PS = SR$

ดังนั้น  $\triangle PSR$  เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว จะได้ว่า  $\widehat{QPS} = \widehat{QRS} = 30^\circ$

นั่นคือ ขนาดของมุม QRS เท่ากับ 30 องศา

7.



จากรูป ให้ O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม มี  $\overline{MN}$  และ  $\overline{MP}$   
เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด N และ P ตามลำดับ ถ้า  $\widehat{NMP} = 50^\circ$   
แล้ว x มีค่าเท่าไร

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

เนื่องจากเส้นสัมผัสวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัส ซึ่ง  $\overline{MN}$  และ  $\overline{MP}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด N และ P ตามลำดับ ทำให้  $\widehat{MNO} = \widehat{MPO} = 90^\circ$

ซึ่งมุมภายในของรูปสี่เหลี่ยมรวมกันเป็น  $360^\circ$  จะได้ว่า  $\widehat{MNO} + \widehat{NOP} + \widehat{OPM} + \widehat{NMP} = 360^\circ$

จะได้ว่า  $90 + \widehat{NOP} + 90 + 50 = 360$

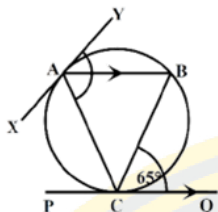
ดังนั้น  $\widehat{NOP} = 130^\circ$

เนื่องจากในวงกลมวงเดียวกัน มุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน ดังนั้น  $\widehat{NOP} = 2(\widehat{NQP})$

จะได้ว่า  $\widehat{NQP} = \frac{130}{2} = 65^\circ$

นั่นคือ ค่าของ x เท่ากับ 65

8.



จากรูป  $\overline{XY}$  และ  $\overline{PQ}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด A และ C ตามลำดับ  
ถ้า  $\overline{AB} \parallel \overline{PQ}$  และ  $\widehat{BCQ} = 65^\circ$  แล้วขนาดของ  $\widehat{YAB}$  เท่ากับเท่าใด

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

เนื่องจากมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุม.....

ในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น จะได้ว่า  $\widehat{BCQ} = \widehat{CAB} = 65^\circ$ .....

และจาก  $\overline{AB} \parallel \overline{PQ}$  จะได้ว่า  $\widehat{BCQ} = \widehat{ABC} = 65^\circ$ .....

จากมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเป็น  $180^\circ$  นั่นคือ  $\widehat{CAB} + \widehat{ABC} + \widehat{ACB} = 180^\circ$ .....

จะได้ว่า  $65 + 65 + \widehat{ACB} = 180$  หรือ  $\widehat{ACB} = 180 - 65 - 65 = 50^\circ$ .....

เนื่องจากมุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมใน.....

ส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น จะได้ว่า  $\widehat{ACB} = \widehat{YAB} = 50^\circ$ .....

นั่นคือ ขนาดของมุม  $\widehat{YAB}$  เท่ากับ 50 องศา.....

BURAPHA UNIVERSITY

### ภาคผนวก ค

- การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่อง วงกลม

- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม

- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม

- คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10

- คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10

- คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10

- คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10

ตารางที่ 20 ค่าประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่อง วงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	$\bar{X}$	S	ระดับความเหมาะสม
1. มุมในครึ่งวงกลมและรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม	4.71	0.38	มากที่สุด
2. มุมที่จุดศูนย์กลาง มุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุม	4.75	0.38	มากที่สุด
3. คอร์ด ส่วนโค้งของวงกลม และคอร์ดที่ยาวเท่ากัน	4.76	0.35	มากที่สุด
4. คอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม	4.78	0.34	มากที่สุด
5. เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี	4.71	0.38	มากที่สุด
6. เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม	4.82	0.26	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.76	0.35	มากที่สุด

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Think Talk Write เรื่อง วงกลม พบว่า มีค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เฉลี่ย 4.76 อยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.35

ตารางที่ 21 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มุมในครึ่งวงกลม และรูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมินแนวการจัด การเรียนรู้	ระดับประเมินจาก					$\bar{X}$	S	ระดับความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ							
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.45	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	0.55	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	5	5	5	4	4	4.6	0.55	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นเตรียมความพร้อม	4	5	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
6.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม	4	4	4	5	5	4.4	0.55	มาก
6.3 ขั้นอภิปรายและสรุป	4	4	4	5	5	4.4	0.55	มาก
6.4 ขั้นประยุกต์ใช้	4	5	4	5	5	4.6	0.55	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล	5	4	5	5	4	4.6	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.71	0.38	มากที่สุด

จากตารางที่ 21 พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.71$ ) และมี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.38

ตารางที่ 22 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มุมที่จุดศูนย์กลาง  
มุมในส่วนโค้งของวงกลมและส่วนโค้งที่รองรับมุม จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมินแนวการจัด การเรียนรู้	ระดับประเมินจาก					$\bar{X}$	S	ระดับความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ							
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	4	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.6	0.55	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นเตรียมความพร้อม	4	5	4	5	5	4.6	0.55	มากที่สุด
6.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม	4	5	4	5	5	4.6	0.55	มากที่สุด
6.3 ขั้นอภิปรายและสรุป	4	5	5	5	4	4.6	0.55	มากที่สุด
6.4 ขั้นประยุกต์ใช้	4	5	5	5	4	4.6	0.55	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	0.45	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล	5	4	5	4	5	4.6	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.75	0.38	มากที่สุด

จากตารางที่ 22 พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้  
โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.75$ ) และมี  
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.38

ตารางที่ 23 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง คอร์ด ส่วนโค้งของวงกลม และคอร์ดที่ยาวเท่ากัน จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมินแนวการจัดการเรียนรู้	ระดับประเมินจาก					$\bar{X}$	S	ระดับความเหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ							
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	4	4.8	0.45	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นเตรียมความพร้อม	4	5	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
6.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม	4	5	4	5	5	4.6	0.55	มากที่สุด
6.3 ขั้นอภิปรายและสรุป	4	5	4	5	4	4.4	0.55	มาก
6.4 ขั้นประยุกต์ใช้	4	5	4	5	4	4.4	0.55	มาก
7. สื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.45	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล	4	5	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.76	0.35	มากที่สุด

จากตารางที่ 23 พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.76$ ) และมี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.35



ตารางที่ 24 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง คอร์ดและจุดศูนย์กลางของวงกลม จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมินแนวการจัดการเรียนรู้	ระดับประเมินจาก					$\bar{X}$	S	ระดับความเหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ							
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.45	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	5	5	5	5	4	4.8	0.45	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.45	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นเตรียมความพร้อม	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
6.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
6.3 ขั้นอภิปรายและสรุป	4	5	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
6.4 ขั้นประยุกต์ใช้	4	4	5	4	5	4.4	0.55	มาก
7. สื่อการเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.4	0.55	มาก
8. การวัดและประเมินผล	4	5	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.78	0.34	มากที่สุด

จากตารางที่ 24 พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.78$ ) และมี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.34

ตารางที่ 25 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เส้นสัมผัสวงกลม และรัศมี จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมินแนวการจัด การเรียนรู้	ระดับประเมินจาก					$\bar{X}$	S	ระดับความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ							
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.8	0.45	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	4	4	4.6	0.55	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	5	4	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นเตรียมความพร้อม	4	5	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
6.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม	4	5	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
6.3 ขั้นอภิปรายและสรุป	4	5	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
6.4 ขั้นประยุกต์ใช้	4	4	4	5	4	4.2	0.45	มาก
7. สื่อการเรียนรู้	4	4	4	5	4	4.2	0.45	มาก
8. การวัดและประเมินผล	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.71	0.38	มากที่สุด

จากตารางที่ 25 พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.71$ ) และมี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.38

ตารางที่ 26 ค่าประเมินระดับความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์ดของวงกลม จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมินแนวการจัด การเรียนรู้	ระดับประเมินจาก					$\bar{X}$	S	ระดับความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ							
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.45	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นเตรียมความพร้อม	4	4	4	5	5	4.4	0.55	มาก
6.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม	4	4	4	5	5	4.4	0.55	มาก
6.3 ขั้นอภิปรายและสรุป	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
6.4 ขั้นประยุกต์ใช้	5	4	5	5	5	4.8	0.45	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.0	0.00	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล	5	5	5	5	4	4.8	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.82	0.26	มากที่สุด

จากตารางที่ 26 พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.82$ ) และมี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.26

ตารางที่ 27 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
10	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
15	+1	0	+1	+1	+1	5	0.8
16	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8

ตารางที่ 28 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนทัศน์ทาง  
คณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	ผลการคัดเลือก
1	0.50	0.47	ใช้ได้	คัดเลือก
2	0.83	0.15	ใช้ไม่ได้	ไม่คัดเลือก
3	0.85	0.10	ใช้ไม่ได้	ไม่คัดเลือก
4	0.67	0.33	ใช้ได้	คัดเลือก
5	0.43	0.47	ใช้ได้	คัดเลือก
6	0.67	0.27	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
7	0.55	0.50	ใช้ได้	คัดเลือก
8	0.52	0.43	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
9	0.50	0.27	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
10	0.40	0.80	ใช้ได้	คัดเลือก
11	0.47	0.47	ใช้ได้	คัดเลือก
12	0.45	0.17	ใช้ไม่ได้	ไม่คัดเลือก
13	0.50	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก
14	0.53	0.13	ใช้ไม่ได้	ไม่คัดเลือก
15	0.57	0.53	ใช้ได้	คัดเลือก
16	0.68	0.43	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
<b>ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .72</b>				

คัดเลือกแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ โดยข้อสอบ  
ที่คัดเลือกได้ตามเกณฑ์มี 12 ข้อ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.40 – 0.68 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.27  
– 0.80 โดยคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 8 ข้อ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.40 – 0.67 และ  
ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.33 – 0.80 ได้แก่ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์ไปใช้ต่อไป และมีค่าความ  
เชื่อมั่นเท่ากับ .72

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม โดยใช้โปรแกรม SPSS แสดงดังภาพที่ 15

### Scale: ALL VARIABLES

#### Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	45	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	45	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

#### Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.723	8

ภาพที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม โดยใช้โปรแกรม SPSS

ตารางที่ 29 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1

ตารางที่ 30 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน  
เรื่อง วงกลม

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	4	1
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3	+1	0	+1	+1	+1	5	0.8
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
7	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
10	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
11	+1	0	+1	+1	+1	5	0.8
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
16	+1	0	+1	+1	+1	5	0.8

ตารางที่ 31 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	ผลการคัดเลือก
1	0.73	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก
2	0.78	0.15	ใช้ไม่ได้	ไม่คัดเลือก
3	0.88	0.17	ใช้ไม่ได้	ไม่คัดเลือก
4	0.73	0.45	ใช้ได้	คัดเลือก
5	0.70	0.20	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
6	0.68	0.37	ใช้ได้	คัดเลือก
7	0.67	0.47	ใช้ได้	คัดเลือก
8	0.58	0.15	ใช้ไม่ได้	ไม่คัดเลือก
9	0.63	0.25	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
10	0.58	0.43	ใช้ได้	คัดเลือก
11	0.50	0.30	ใช้ได้	คัดเลือก
12	0.62	0.23	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
13	0.47	0.53	ใช้ได้	คัดเลือก
14	0.62	0.57	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
15	0.43	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก
16	0.78	0.35	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก

**ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .75**

คัดเลือกแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ โดยข้อสอบที่คัดเลือกได้ตามเกณฑ์มี 13 ข้อ ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.43 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 0.57 โดยคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 8 ข้อ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.43 – 0.73 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.30 – 0.53 ได้แก่ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์ไปใช้ต่อไป และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .75



การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม โดยใช้โปรแกรม SPSS แสดงดังภาพที่ 16

### Scale: ALL VARIABLES

#### Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	45	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	45	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

#### Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.749	8

ภาพที่ 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม โดยใช้โปรแกรม SPSS

ตารางที่ 32 คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10

คนที่	คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)
1	16
2	14
3	17
4	17
5	21
6	14
7	17
8	16
9	13
10	22
11	15
12	22
13	21
14	20
15	20
16	21
17	15
18	21
19	16
20	23
21	17
22	13
23	14
24	16

คนที่	คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)
25	15
26	19
27	23
28	15
29	17
30	22
31	19
32	20
33	20
34	20
35	21
36	19
37	19
38	20
39	21
40	19
41	19
42	20
43	18
44	18
45	19
<b>คะแนนเฉลี่ย</b>	<b>18.31</b>
<b>ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน</b>	<b>2.77</b>

ตารางที่ 33 คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
3/10

คนที่	คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด (คะแนนเต็ม 12 คะแนน)
1	7
2	7
3	9
4	10
5	12
6	9
7	10
8	8
9	7
10	12
11	6
12	12
13	11
14	11
15	11
16	12
17	8
18	11
19	7
20	12
21	8
22	6
23	6
24	7

คนที่	คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด (คะแนนเต็ม 12 คะแนน)
25	8
26	10
27	11
28	8
29	6
30	11
31	9
32	12
33	12
34	10
35	11
36	9
37	10
38	10
39	11
40	9
41	10
42	10
43	9
44	10
45	10
<b>คะแนนเฉลี่ย</b>	<b>9.44</b>
<b>ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน</b>	<b>1.89</b>

ตารางที่ 34 คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 3/10

คนที่	คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)
1	16
2	14
3	18
4	19
5	21
6	15
7	18
8	16
9	14
10	21
11	14
12	21
13	20
14	20
15	21
16	20
17	16
18	22
19	14
20	22
21	15
22	15
23	16
24	15

คนที่	คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)
25	15
26	17
27	20
28	14
29	15
30	23
31	18
32	23
33	21
34	17
35	23
36	19
37	18
38	19
39	21
40	17
41	19
42	19
43	17
44	19
45	17
<b>คะแนนเฉลี่ย</b>	<b>18.11</b>
<b>ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน</b>	<b>2.75</b>

ตารางที่ 35 คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10

คนที่	คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)
1	23
2	21
3	27
4	29
5	33
6	24
7	28
8	24
9	21
10	33
11	20
12	33
13	31
14	31
15	32
16	32
17	24
18	33
19	21
20	34
21	23
22	21
23	22
24	22



คนที่	คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 36 คะแนน)
25	23
26	27
27	31
28	22
29	21
30	34
31	27
32	35
33	33
34	27
35	34
36	28
37	28
38	29
39	32
40	26
41	29
42	29
43	26
44	29
45	27
<b>คะแนนเฉลี่ย</b>	<b>27.53</b>
<b>ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน</b>	<b>4.64</b>



ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยโดยใช้โปรแกรม SPSS

ผลการวิเคราะห์ห้มนโทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการทำแบบวัด โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample แสดงดังภาพที่ 17

**One-Sample Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	45	18.3111	2.77015	.41295

**One-Sample Test**

	Test Value = 16.8					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	3.659	44	.001	1.51111	.6789	2.3434

ภาพที่ 17 ผลการวิเคราะห์ห้มนโทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการทำแบบวัด โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample

ผลการวิเคราะห์ห้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จากการทำแบบประเมิน โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample แสดงดังภาพที่ 18

**One-Sample Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	45	9.4444	1.88963	.28169

**One-Sample Test**

	Test Value = 8.4					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	3.708	44	.001	1.04444	.4767	1.6122

ภาพที่ 18 ผลการวิเคราะห์ห้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด จากการทำแบบประเมิน โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample

ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารด้านการเขียน เรื่อง วงกลม ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการทำแบบวัด โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample แสดงดังภาพที่ 19

**One-Sample Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	45	18.1111	2.74874	.40976

**One-Sample Test**

	Test Value = 16.8					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	3.200	44	.003	1.31111	.4853	2.1369

ภาพที่ 19 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง วงกลม ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการทำแบบวัด โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample

ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการทำแบบประเมิน และแบบวัด โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample แสดงดังภาพที่ 20

**One-Sample Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	45	27.5333	4.53572	.67614

**One-Sample Test**

	Test Value = 25.2					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	3.451	44	.001	2.33333	.9707	3.6960

ภาพที่ 20 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการทำแบบประเมิน และแบบวัด โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดของนักเรียน

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์คของวงกลม

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนวัดมุมที่กำหนดให้ในแต่ละข้อต่อไปนี้

วงกลม	สิ่งที่วัดได้	วงกลม	สิ่งที่วัดได้
1.	$\widehat{ABD} = 60$ องศา $\widehat{DEB} = 60$ องศา	2.	$\widehat{ABD} = 90$ องศา $\widehat{DEB} = 90$ องศา
3.	$\widehat{ABD} = 115$ องศา $\widehat{DEB} = 115$ องศา	4.	$\widehat{ABD} = 71$ องศา $\widehat{DEB} = 71$ องศา
5.	$\widehat{ABD} = 35$ องศา $\widehat{DEB} = 35$ องศา	6.	$\widehat{ABD} = 135$ องศา $\widehat{DEB} = 135$ องศา

จากรูป ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

- 1.1 ในแต่ละรูปมีมุมอะไรบ้างที่มีขนาดเท่ากัน มุม ABD เท่ากับ มุม DEB
- 1.2  $\widehat{ABD}$  เป็นมุมที่อยู่ระหว่างเส้นสัมผัสวงกลมกับคอร์คใดหรือไม่ ถ้าใช่ คือคอร์คใด 90 คือ คอร์ค BD
- 1.3 ในแต่ละรูป  $\widehat{DEB}$  เป็นมุมชนิดใด และมีความสัมพันธ์อย่างไรกับคอร์ค BD มุมในตำแหน่งโค้งของวงกลม มุม DEB เป็นมุมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ค BD
- 1.4 นักเรียนสามารถสรุปเป็นแนวคิดของตนเองได้อย่างไร มุมของคอร์ค และมุมในตำแหน่งโค้งของวงกลม จะมีขนาดเท่ากับ มุมในตำแหน่งโค้งของวงกลม

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนตอบคำถามจากการอภิปรายกลุ่ม ดังนี้

2.1 ให้นักเรียนบันทึกองค์ความรู้ที่ได้จากการอภิปรายกลุ่ม

องค์ความรู้ มีทั้งเกิดจากความคิด และ ในสิ่งที่ได้จากวงกลมที่จุดสัมผัส

และมีขนาดเท่ากับ ขนาดวงกลมในสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ตอนที่ 3 ให้นักเรียนตอบคำถามจากการอภิปรายในชั้นเรียน ดังนี้

3.1 ให้นักเรียนบันทึกองค์ความรู้ที่ถูกต้อง

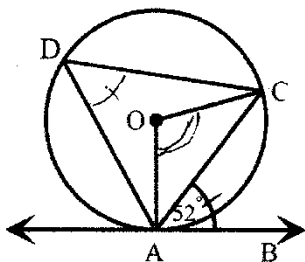
องค์ความรู้ มีทั้งเกิดจากความคิด และ ในสิ่งที่ได้จากวงกลมที่จุดสัมผัส

และมีขนาดเท่ากับขนาดวงกลมในสี่เหลี่ยมจัตุรัสวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับจุดสัมผัส

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์คของวงกลม

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.



จากรูป  $\vec{AB}$  สัมผัสวงกลม O ที่จุด A และ  $\widehat{BAC} = 52^\circ$   
จงหาขนาดของ  $\widehat{AOC}$

1.1 นักเรียนมีแนวคิดอย่างไรในการหาขนาดของ  $\widehat{AOC}$

- 1.) หาขนาดของ  $\widehat{ADC}$
- 2.) หาขนาดของ  $\widehat{AOC}$

1.2 จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

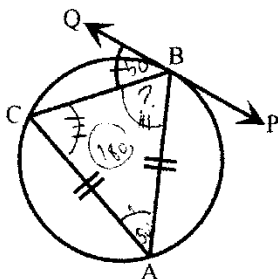
มุมที่เกิดจากคอร์ค และ เส้นสัมผัสของวงกลม จะมีขนาดเท่ากับ  
ขนาดของมุมในส่วนโค้งที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์คนั้น จะได้  $\widehat{BAC} = \widehat{ADC} = 52^\circ$   
จาก มุมที่จุดศูนย์กลาง มีขนาด เป็นสองเท่าของมุมในส่วนโค้ง  
ที่กั้น  $\widehat{AOC} = 2(\widehat{ADC})$   
นั่นคือ  $\widehat{AOC} = 2 \times 52 = 104$   
 $\therefore$  มุม  $\widehat{AOC}$  มีขนาดเท่ากับ 104 องศา

1.3 บันทึกแนวคิดอื่น ๆ ที่ได้จากการอภิปราย

- 1.) หาขนาดของ  $\widehat{AOC}$
- 2.) หาขนาดของ  $\widehat{OAC}$  และ  $\widehat{OCA}$
- 3.) หาขนาดของ  $\widehat{AOC}$



2.



จากรูป  $AB = AC$  ถ้า  $\angle CBQ = 50^\circ$  ถ้า  $\overleftrightarrow{AB}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลม  
จงหาขนาดของ  $\angle ACB$

2.1 นักเรียนมีแนวคิดอย่างไรในการหาขนาดของ  $\angle ACB$

- 1) หาขนาดของ  $\angle BAC$
- 2) หาขนาดของ  $\angle ACB$

2.2 จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมจะเท่ากับมุมในวงนอกระหว่างคอร์ดนั้น  
 ที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น จะได้  $\angle CBA = \angle BAC = 50^\circ$   
 ทราบ  $AB = AC$  จะได้  $\triangle ABC$  เป็น  $\triangle$  ทวิรูป  
 ดังนั้น  $\angle ACB = \angle ABC$   
 มุมภายในของ  $\triangle$  เท่ากับ  $180^\circ$   
 จะได้  $\angle ACB + \angle ABC + \angle BAC = 180^\circ$   
 จะได้  $2(\angle ACB) + 90 = 180$   
 $\angle ACB = 65^\circ$   
 $\therefore$  มุม  $\angle ACB$  มีขนาดเท่ากับ  $65^\circ$

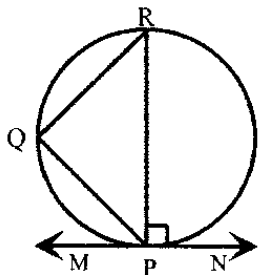
2.3 บันทึกแนวคิดอื่น ๆ ที่ได้จากการอภิปราย

- 1) หาขนาดของ  $\angle BAC$
- 2) หาขนาดของ  $\angle ACB$

แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง เส้นสัมผัสของวงกลมและคอร์คของวงกลม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

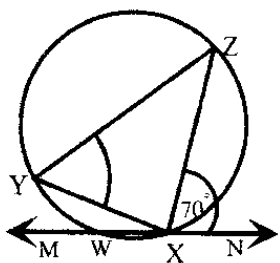
1.



จากรูป ถ้า  $\vec{MN}$  เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุด P แล้ว  $\widehat{PQR}$  เป็นมุมในครึ่งวงกลมใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ใช่ เพราะ มุมที่เกิดจากคอร์ค และเส้นสัมผัสของวงกลม จะเท่ากับมุมในครึ่งวงกลมที่ตั้งตรงข้ามกันคอร์ค ทำมุม  $\widehat{PQR} = 90^\circ$  และมุมในครึ่งวงกลมมีขนาด  $90^\circ$  หนึ่คือ มุม  $\widehat{PQR}$  เป็นมุมในครึ่งวงกลม

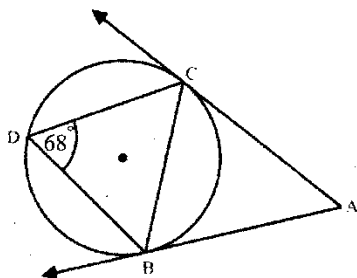
2.



จากรูป  $\widehat{XYZ}$  มีขนาดเท่ากับ  $70^\circ$  เท่านั้นใช่หรือไม่ จงอธิบาย

ไม่ใช่ เพราะ มุมที่เกิดจากคอร์ค และเส้นสัมผัสของวงกลม จะเท่ากับมุมในครึ่งวงกลมที่ตั้งตรงข้ามกันคอร์ค แต่ MN ไม่ใช่เส้นสัมผัส มุม  $\widehat{XYZ} \neq 70^\circ$

3.



จากรูป  $\vec{AB}$  และ  $\vec{AC}$  สัมผัสวงกลมที่จุด B และจุด C ตามลำดับ และ  $\widehat{BDC} = 68^\circ$  จงหาขนาดของมุม  $\widehat{BAC}$

จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสสองวงกลมจะเท่ากันมุม  
ในส่วนโค้งที่อยู่ตรงข้ามกันคอร์ด จะได้มุม  $\widehat{CBA}$  เท่ากับ  $68^\circ$   
ฉากกึ่งหนึ่งของเส้นตรง 2 เส้น ที่ลากจากจุดศูนย์กลางวงกลม  
มาสัมผัสสองวงกลมจะยาวเท่ากัน จะได้  $AB = CD$

ดังนั้น  $\triangle ABC$  เป็น  $\triangle$  หน้าจั่ว

จะได้  $\widehat{CBA} = \widehat{ACB} = 68^\circ$

และมุมของ  $\triangle$  เท่ากับ  $180^\circ$

จะได้  $68^\circ + 68^\circ + \widehat{BAC} = 180^\circ$

$\widehat{BAC} = 44^\circ$