

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน เพื่อศึกษาผลของการปรับปรุงการเรียนการสอน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis and McTaggart กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนอุตรดิตถ์ จำนวน 40 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนการวิจัย 2 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นเตรียมการและขั้นดำเนินการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

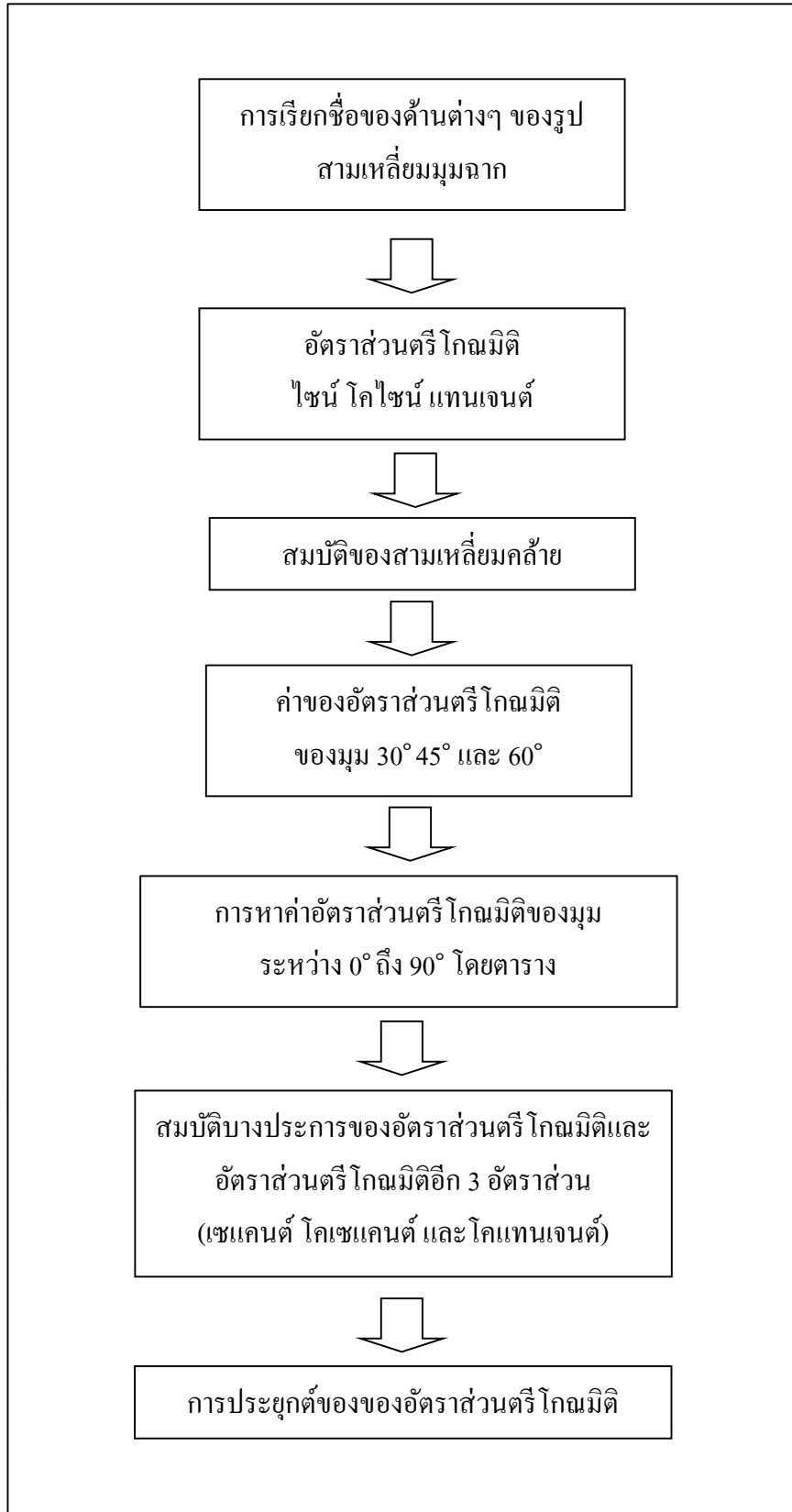
3.1 ขั้นเตรียมการ

ขั้นเตรียมการเป็นขั้นที่ผู้วิจัยเตรียมเครื่องมือและวิธีการก่อนทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งเป็น 4 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

3.1.1 ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหาการวิจัย

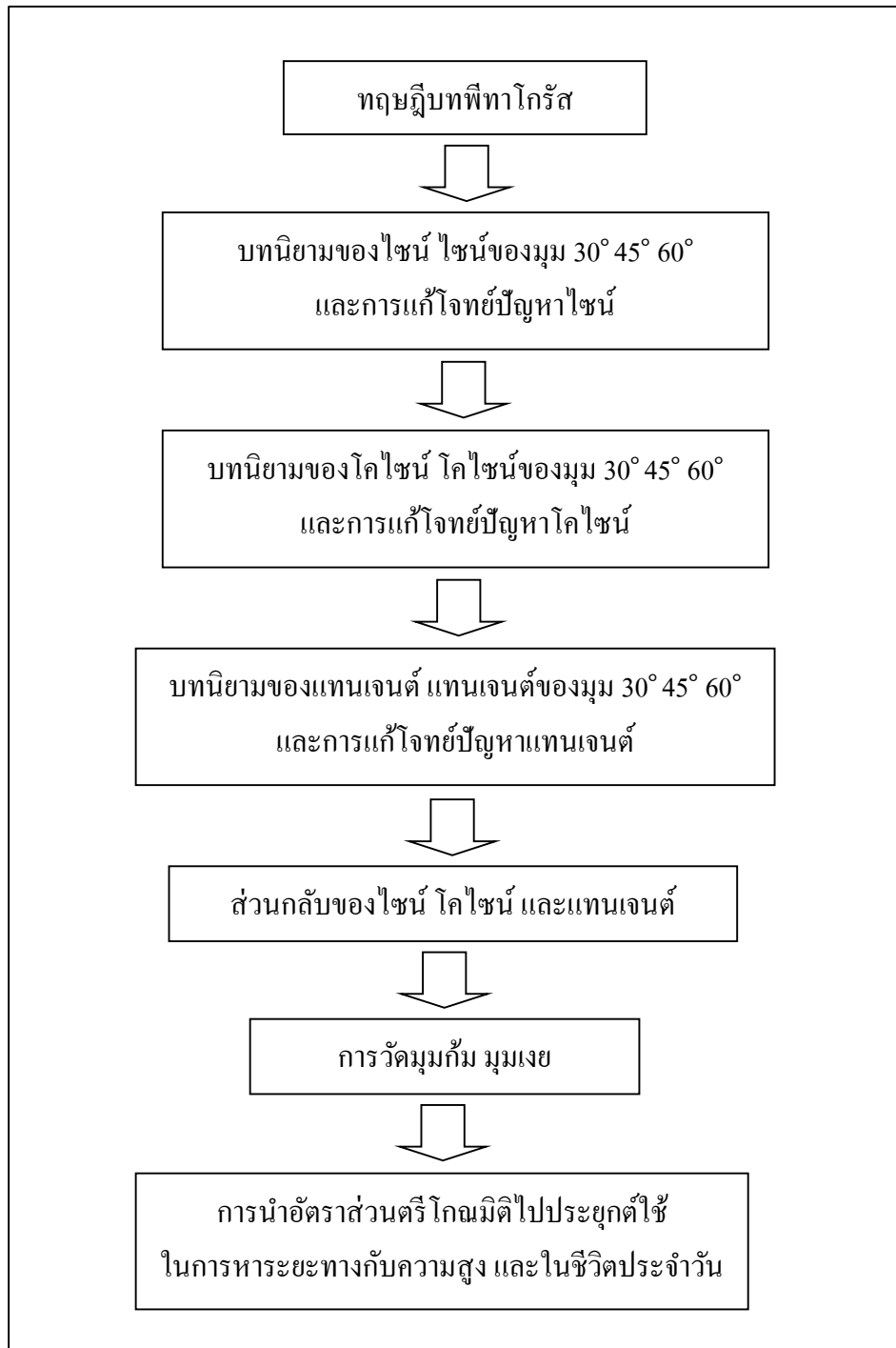
จากปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา ดังนี้

1) จัดลำดับเนื้อหาใหม่ที่เป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ การจัดลำดับเนื้อหาเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติในหนังสือแบบเรียน เริ่มจากการเรียกชื่อของด้านต่าง ๆ ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ก่อนที่จะกล่าวถึงอัตราส่วนตรีโกณมิติและสมบัติของสามเหลี่ยมคล้าย แล้วจึงให้ค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° 45° และ 60° และการหาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0° ถึง 90° โดยใช้ตาราง จากนั้นจึงกล่าวถึงสมบัติบางประการของอัตราส่วนตรีโกณมิติและอัตราส่วนตรีโกณมิติอีก 3 อัตราส่วน (เซแคนต์ โคเซแคนต์ และ โคแทนเจนต์) สุดท้ายจะกล่าวถึงการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ สามารถนำเสนอการจัดลำดับเนื้อหาในแบบเรียน ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงการจัดลำดับเนื้อหาในแบบเรียน

ผู้วิจัยจัดเรียงลำดับเนื้อหาใหม่ โดยเริ่มจากการทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนเรื่องนี้ นั่นคือ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งช่วยในการหาความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากแล้วจึงกล่าวถึงอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยแยกทีละอัตราส่วน ได้แก่ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ สุดท้ายจะกล่าวถึงการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งสามารถนำเสนอการจัดลำดับเนื้อหาได้ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แสดงการจัดลำดับเนื้อหาใหม่

2) ใช้การฝึกทักษะย่อยเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยฝึกทักษะหลังจากที่นักเรียน สรุปความรู้ในแต่ละเนื้อหา เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา มากยิ่งขึ้น

3) จัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหา รูปแบบกิจกรรม และความสามารถของนักเรียนที่ให้นักเรียนได้สรุปความรู้ด้วยตนเอง เอกสารประกอบการเรียนการสอน ประกอบด้วย ใบกิจกรรม แบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบ

4) ใช้การประเมินตามสภาพจริงในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหลายรูปแบบ เช่น สังเกตจากการตอบคำถาม การร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน การตรวจแบบฝึกทักษะ ใบงาน บันทึกการสอนของครู และบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน

3.1.2 สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

1) แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวทางที่กำหนดไว้ รวมทั้งหมด 14 แผน ผู้วิจัยได้กำหนดหัวข้อเนื้อหาและเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดหัวข้อเนื้อหาและเวลาที่ใช้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	เรื่อง	จำนวนคาบ
1	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1
2	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (2)	1
3	บทนิยามของไซน์	1
4	ไซน์ของมุม 30° 45° 60°	1
5	การแก้โจทย์ปัญหาไซน์	1
6	บทนิยามของโคไซน์	1
7	โคไซน์ของมุม 30° 45° 60°	1
8	การแก้โจทย์ปัญหาโคไซน์	1
9	บทนิยามของแทนเจนต์	1

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนที่	เรื่อง	จำนวนคาบ
10	แทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60°	1
11	การแก้โจทย์ปัญหาแทนเจนต์	1
12	ส่วนกลับของไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์	1
13	มุมก้ม และมุมเงย	1
14	การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน	2

1.2) สร้างเอกสารประกอบการเรียนการสอน ที่ประกอบด้วย ใบกิจกรรม แบบฝึกทักษะ และแบบฝึกหัด

1.3) นำแผนการจัดการเรียนรู้และเอกสารประกอบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหาและด้านภาษา และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ หลังจากนั้นจึงให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (ดูรายชื่อผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก หน้า 90) พิจารณาความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องกันของแผนการจัดการเรียนรู้ และความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียนการสอน

1.3) ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้และเอกสารประกอบการเรียนการสอนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้

รายการ	ข้อเสนอแนะ
มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	ควรเพิ่ม ค 6.1 ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้
สาระสำคัญ	ควรเขียนให้ตรงกับขั้นสรุป
จุดประสงค์การเรียนรู้	ควรมีให้ครบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ (KPA)
การตรวจสอบคำผิด	ควรตรวจสอบคำผิดในทุกแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

รายการ	ข้อเสนอแนะ
การระบุชื่อสื่อการเรียนรู้	<p>ควรรระบุชื่อเอกสารประกอบการเรียนการสอน แบบฝึกทักษะ ใบกิจกรรม ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น</p> <p>เดิม : เอกสารประกอบการเรียนการสอนที่ 1 แบบฝึกทักษะที่ 1 ใบกิจกรรมที่ 1</p> <p>ปรับปรุงเป็น : เอกสารประกอบการเรียนการสอนที่ 1 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แบบฝึกทักษะที่ 1 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส</p>

2) แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นเครื่องมือให้นักเรียนได้บันทึก ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ รวมถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบในการเรียน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1) กำหนดประเด็นในการบันทึกเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในคาบนี้ สิ่งที่นักเรียนประทับใจเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนในคาบนี้ สิ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในคาบนี้ ข้อเสนอแนะในการเรียนคาบต่อไป และสิ่งที่ยากจะบอกครู

2.2) สร้างแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ตามประเด็นที่กำหนดไว้

2.3) นำแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสม ซึ่งอาจารย์เห็นว่ามีความเหมาะสมดีแล้ว (ดูแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนในภาคผนวก ค หน้า 128)

3) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1) กำหนดประเด็นในการบันทึกเกี่ยวกับพฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ ความกระตือรือร้นในการเรียน การซักถามและตอบคำถาม พฤติกรรมนักเรียนขณะที่ครูอธิบาย ความร่วมมือและความรับผิดชอบในการเข้ากลุ่มทำกิจกรรม และความเห็นของผู้สังเกต

3.2) สร้างแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ตามประเด็นในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่กำหนดขึ้น

3.3) นำแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสม ซึ่งอาจารย์เห็นว่าจำนวนข้อคำถามไม่ควรมีจำนวนมากเกินไป และปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ (ดูแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในภาคผนวก ค หน้า 129)

4) แบบบันทึกหลังการสอนของครู เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้บันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอน รวมถึงปัญหา และอุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

4.1) กำหนดประเด็นในการบันทึกหลังสอนของครู ซึ่งประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอน ผลของการจัดการเรียนการสอน และอื่นๆ

4.2) สร้างแบบบันทึกหลังการสอนของครู ตามประเด็นที่กำหนดไว้

4.3) นำแบบบันทึกหลังการสอนของครูที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสม ซึ่งอาจารย์เห็นว่ามีความเหมาะสมดีแล้ว (ดูแบบบันทึกหลังการสอนของครูในภาคผนวก ค หน้า 130)

5) แบบบันทึกการตรวจแบบฝึกทักษะ ใช้บันทึกคะแนนและข้อผิดพลาดของนักเรียนแต่ละคนจากการทำแบบฝึกทักษะ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

5.1) กำหนดประเด็นในการบันทึกการตรวจแบบฝึกทักษะ โดยบันทึกผลลงในตาราง ซึ่งมีการแยกเป็นรายบุคคลและรายข้อ เพื่อพิจารณาว่า นักเรียนแต่ละคนทำถูกหรือผิดข้อ

ใดบ้าง และในแต่ละข้อมีจำนวนนักเรียนทำถูกกี่คนและทำผิดกี่คน พร้อมทั้งมีการบันทึกข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของนักเรียนแต่ละคน

5.2) สร้างแบบบันทึกการตรวจแบบฝึกทักษะ ตามประเด็นที่กำหนดไว้

5.3) นำแบบบันทึกการตรวจแบบฝึกทักษะที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสม ซึ่งอาจารย์เห็นว่ามีความเหมาะสมดีแล้ว (ดูแบบบันทึกการตรวจแบบฝึกทักษะในภาคผนวก ค หน้า 131)

6) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมดของนักเรียนเมื่อเรียนครบทั้ง 14 แผน โดยวัดผลสัมฤทธิ์ในด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะการคิดคำนวณ และการนำความรู้ไปใช้ ในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยมีขั้นตอนในการสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

6.1) วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2551 เพื่อกำหนดอัตราส่วนแบบทดสอบตามความเหมาะสม

6.2) สร้างแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบ โดยในแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องจะได้ 1 คะแนน แต่ถ้านักเรียนเลือกคำตอบที่ไม่ถูกต้องจะได้ 0 คะแนน

6.3) นำแบบทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมทางด้านเนื้อหาและด้านภาษา และแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในการปรับปรุงแบบทดสอบ

รายการ	ข้อเสนอแนะ
คำถามของแบบทดสอบ	ข้อคำถามบางข้อ ควรปรับให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ และควรตรวจสอบคำผิด

6.4) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อคำถาม จำนวนภาษา ความเหมาะสมของคำถามและตัวเลือก และเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรการหาดัชนีความสอดคล้อง (พร้อมพรรณ อุคมสิน, 2544) ดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อคำถาม
 $\sum R$ คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ซึ่งคำถามแต่ละข้อมีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 (ดูรายละเอียดค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบในภาคผนวก ง หน้า 133)

6.5) ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในการปรับปรุงแบบทดสอบ

รายการ	ข้อเสนอแนะ
คำถามของแบบทดสอบ	ข้อคำถามบางข้อ ควรปรับสำนวนภาษาให้ชัดเจน กระชับและได้ใจความ
ระยะเวลา	ระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ควรปรับให้เหมาะสมกับจำนวนข้อของแบบทดสอบ

6.6) นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนอุตรดิตถ์ จำนวน 40 คน นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) โดยใช้สูตรการหาค่าความยากง่าย (พร้อมพรรณ อุคมสิน, 2544) ดังนี้

$$p = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
 R_h แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มสูง
 R_l แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มต่ำ
 n_h แทน จำนวนคนในคนกลุ่มสูง
 n_l แทน จำนวนคนในคนกลุ่มต่ำ

ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.80 และหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตรการหาค่าอำนาจจำแนก (พร้อมพรรณ อุคมสิน, 2544) ดังนี้

$$r = \frac{R_h - R_l}{n_h}$$

เมื่อ	r	แทน ค่าอำนาจจำแนกของคำถามแต่ละข้อ
	R_h	แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มสูง
	R_l	แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มต่ำ
	n_h	แทน จำนวนคนในคนกลุ่มสูง

ได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 – 0.85 และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson : KR-20) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

$$r_i = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s_i^2} \right)$$

เมื่อ	r_i	แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก
	q	แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด
	S_i^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

และได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.82 (ดูรายละเอียดการหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบในภาคผนวก ง หน้า 134)

6.7) เตรียมแบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย (ดูแบบทดสอบในภาคผนวก จ หน้า 135)

3.2 ขั้นตอนการ

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis and McTaggart ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติตามแผน (Act) ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observe) และขั้นสะท้อนความคิด (Reflect) โดยผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 วงจร ดังนี้

3.2.1 วงจรที่ 1 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

3.2.2 วงจรที่ 2 บทนิยามของไซน์ ไซน์ของมุม 30° 45° 60° และการแก้โจทย์ปัญหาไซน์

3.2.3 วงจรที่ 3 บทนิยามของโคไซน์ โคไซน์ของมุม $30^\circ 45^\circ 60^\circ$ และการแก้โจทย์ปัญหาโคไซน์

3.2.4 วงจรที่ 4 บทนิยามของแทนเจนต์ แทนเจนต์ของมุม $30^\circ 45^\circ 60^\circ$ และการแก้โจทย์ปัญหาแทนเจนต์

3.2.5 วงจรที่ 5 การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหในชีวิตประจำวัน

แต่ละวงจรประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงเนื้อหาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

วงจร	แผนการจัดการเรียนรู้	หัวข้อเนื้อหา	จำนวนคาบ
1	1	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	1
	2	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (2)	1
2	3	บทนิยามของไซน์	1
	4	ไซน์ของมุม $30^\circ 45^\circ 60^\circ$	1
	5	การแก้โจทย์ปัญหาไซน์	1
3	6	บทนิยามของโคไซน์	1
	7	โคไซน์ของมุม $30^\circ 45^\circ 60^\circ$	1
	8	การแก้โจทย์ปัญหาโคไซน์	1
4	9	บทนิยามของแทนเจนต์	1
	10	แทนเจนต์ของมุม $30^\circ 45^\circ 60^\circ$	1
	11	การแก้โจทย์ปัญหาแทนเจนต์	1
5	12	ส่วนกลับของไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์	1
	13	มุมกัม และมุมเมย	1
	14	การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	2

รูปแบบการจัดกิจกรรมในแต่ละวงจร มีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 วงจรที่ 1 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

1) ขั้นวางแผน

ในวงจรที่ 1 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งมีเป้าหมายให้นักเรียนทบทวนความรู้พื้นฐานในการหาความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ประกอบด้วย 2 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (2) เพื่อแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสหาความยาวด้าน ที่เหลือของสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อกำหนดความยาวให้ 2 ด้าน ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากไม่ได้ทบทวนความรู้เดิมและไม่ได้ฝึกทักษะเฉพาะเรื่องอย่างเพียงพอ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงมโนมิตต่าง ๆ ของเนื้อหาได้ดีเท่าที่ควร

2) ขั้นปฏิบัติตามแผน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากตามทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งผู้วิจัยได้ทบทวนบทนิยามและสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยแสดงแผนผังมโนมิต และทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวด้าน จนสามารถสรุปเป็นทฤษฎีบทพีทาโกรัส และในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้คำถามนำ เพื่อให้นักเรียนสร้างมโนมิตเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น เมื่อนักเรียนสร้างมโนมิตเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้แล้ว จึงให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ เพื่อให้นักเรียนเกิดความแม่นยำและความชำนาญมากยิ่งขึ้น

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถหาความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ทบทวนส่วนประกอบของสามเหลี่ยมมุมฉาก แล้วกำหนดแผนภาพ และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงวิธีการหาความยาวของด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จากนั้นจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งขันเกมเขาวงกตพีทาโกรัส และในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้คำถามนำ เพื่อให้นักเรียนสร้างมโนมิตเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น เมื่อนักเรียน

สร้างมโนคติเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้แล้ว จึงให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ เพื่อให้นักเรียนเกิดความ
 แม่นยำและความชำนาญมากยิ่งขึ้น

ในขณะที่ดำเนินการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้บันทึกผลการจัดกิจกรรมการ
 เรียนการสอน ปัญหา และอุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนการสอน ลงในแบบบันทึกหลังการสอน
 ของครู บันทึกคะแนน ข้อผิดพลาดของนักเรียนแต่ละคนจากการทำแบบฝึกทักษะลงในแบบบันทึก
 การตรวจแบบฝึกทักษะ และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบ ผู้วิจัยได้แจกแบบ
 บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ให้นักเรียนได้บันทึก ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ รวมถึง
 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการเรียน สำหรับให้ครูนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนในคาบเรียน
 ต่อไป

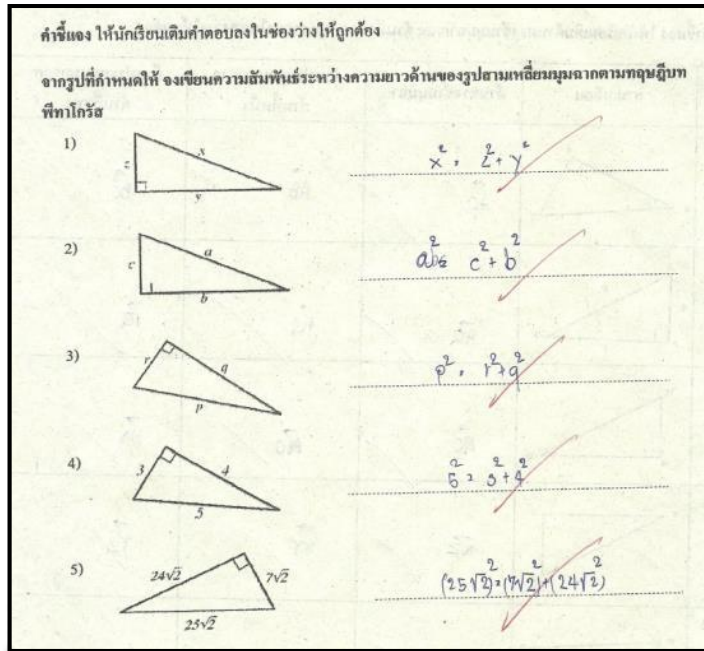
3) ชั้นสังเกตผลการปฏิบัติ

ผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 1/1 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส พบว่า นักเรียนได้
 คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และผลจากการตรวจ
 แบบฝึกทักษะที่ 1/2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของ
 คะแนนเต็ม จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 97.5 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 จาก
 ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุด้านตรงข้ามมุมฉาก ด้านประกอบมุม
 ฉากของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ และเขียนแสดงความสัมพันธ์ของความยาวด้าน โดยใช้
 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้อย่างถูกต้อง ดังภาพที่ 3.3 และ 3.4

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมด้านตรงข้ามมุมฉากและด้านประกอบมุมฉากในช่องว่างให้ถูกต้อง

ข้อ	สามเหลี่ยม	ด้านตรงข้ามมุมฉาก	ด้านประกอบมุมฉาก ด้านที่หนึ่ง	ด้านประกอบมุมฉาก ด้านที่สอง
1		\vec{ac}	\vec{ab}	\vec{bc}
2		\vec{pr}	\vec{pq}	\vec{rq}
3		\vec{mo}	\vec{mn}	\vec{no}
4		\vec{xz}	\vec{xy}	\vec{yz}
5		\vec{km}	\vec{kl}	\vec{lm}

ภาพที่ 3.3 แสดงแบบฝึกทักษะที่ 1/1



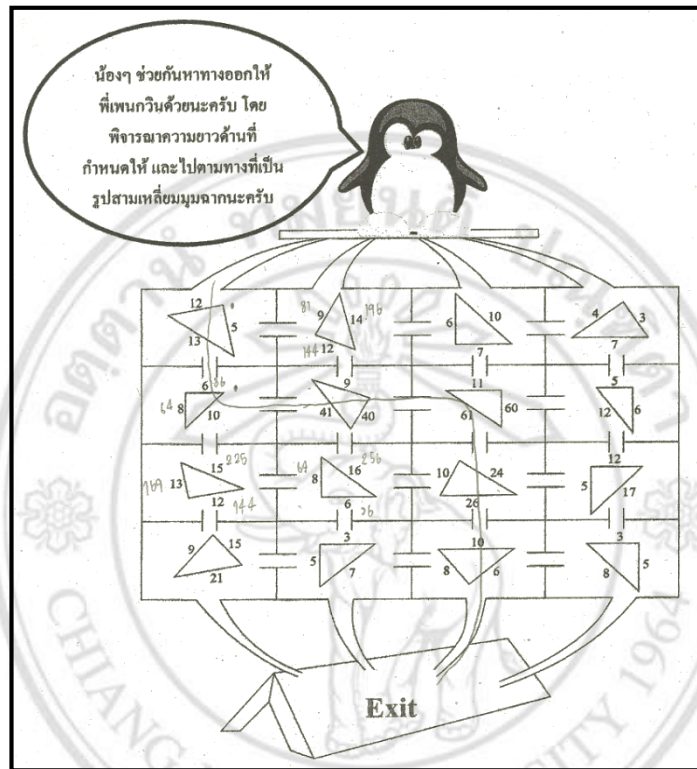
ภาพที่ 3.4 แสดงแบบฝึกทักษะที่ 1/2

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมที่ 1 โดยนำชิ้นส่วนที่กำหนดให้ทั้ง 5 ชิ้น ไปประกอบในรูปสี่เหลี่ยม C ปรากฏว่าสามารถประกอบได้พอดี จึงทำให้ได้ความสัมพันธ์ระหว่างรูปสี่เหลี่ยม A, B, C และความสัมพันธ์ระหว่างด้าน a, b, c จนสามารถสรุปเป็นทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ มีการปรึกษาหารือและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม แต่ยังมีนักเรียนบางคนนั่งคุยกับเพื่อน โดยไม่สนใจที่จะช่วยเพื่อนทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้นักเรียนร่วมทำกิจกรรมกลุ่มกับเพื่อน ๆ ทำให้นักเรียนดังกล่าวทำตามคำแนะนำของผู้วิจัย

ผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส (2) พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 92.5 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาความยาวของด้านที่เหลือ เมื่อกำหนดความยาวให้สองด้าน แต่มีนักเรียนบางส่วนไม่แน่ใจเรื่องการถอดกรณฑ์ของจำนวนที่เป็นทศนิยม จึงถามผู้วิจัย เช่น ถ้า $x^2 = 6.25$ แล้ว $x = 2.5$ ใช่หรือไม่

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการหาความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ทฤษฎีบทพีทา

โกรัสได้อย่างถูกต้อง และจากกิจกรรมเกมเขาวงกตพีทาโกรัส นักเรียนแต่ละกลุ่มกระตือรือร้น ร่วมมือกันทำกิจกรรมด้วยความตั้งใจ จนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้สำเร็จลุล่วง แต่มีนักเรียนบางกลุ่ม ไม่เข้าใจว่า จะมีวิธีการหาจุดเริ่มต้นและทางออกได้อย่างไร ผู้วิจัยจึงอธิบายว่า ให้นักเรียนพิจารณา ความยาวด้านของสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 แสดงกิจกรรมเกมเขาวงกตพีทาโกรัส

4) ขั้นสะท้อนความคิด

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นสังเกตผลการปฏิบัติมาหาข้อสรุปของการดำเนินการ วิจัยในวงจรนี้ว่า นักเรียนหาความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยในวงจรที่ 1 ได้ดังนี้

4.1) การจัดลำดับเนื้อหาใหม่ที่เป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ จาก การลำดับเนื้อหาโดยนำเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาทบทวนก่อน ช่วยให้นักเรียนสามารถหาความยาว ด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้ ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการ เรียนเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติต่อไป

4.2) การใช้การฝึกทักษะย่อยเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นการช่วยเน้นย้ำความเข้าใจของนักเรียนหลังจากที่นักเรียนเรียนจบในแต่ละเนื้อหาแล้ว ยังช่วยให้นักเรียนสามารถระบุด้านตรงข้ามมุมฉาก ด้านประกอบมุมฉากของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ และเขียนแสดงความสัมพันธ์ของความยาวด้าน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งยังสามารถหาความยาวของด้านที่เหลือ เมื่อกำหนดความยาวให้สองด้าน แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่เกิดข้อผิดพลาด ซึ่งมีสาเหตุมาจากความสะเพร่า ไม่รอบคอบในการคิดคำนวณ

จากปัญหาที่พบนี้ ผู้วิจัยวางแผนที่จะปรับปรุงการทำแบบฝึกทักษะในวงจรที่ 2 โดยการแนะนำเรื่องให้นักเรียนไม่เข้าใจอย่างสม่ำเสมอ คอยกระตุ้นให้นักเรียนหมั่นตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ และแนะนำนักเรียนเป็นรายบุคคลในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อลดความสะเพร่าและความผิดพลาดในการคิดคำนวณ

4.3) การจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอน ช่วยอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการจดบันทึกความรู้ นักเรียนบางส่วนชอบกิจกรรมเกมเขาวงกตพีทาโกรัส เพราะช่วยฝึกสมอง และได้ร่วมกิจกรรมกับเพื่อน ๆ ในกลุ่ม ดังภาพที่ 3.6

2. สิ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนในคาบนี้
ชอบกิจกรรมเขาวงกตพีทาโกรัส เพราะได้ช่วยกัน ทำกิจกรรมกับเพื่อนๆ

2. สิ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนในคาบนี้
มีเกมให้เล่น เพื่อทบทวนทฤษฎีบทพีทาโกรัส และได้จับความสนใจ

ภาพที่ 3.6 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมเกมเขาวงกตพีทาโกรัส

4.4) การประเมินตามสภาพจริงในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยสังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน ช่วยให้ผู้วิจัยทราบว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการหาความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสอย่างถูกต้อง

จากวงจรที่ 1 ที่มีการจัดลำดับเนื้อหาใหม่ ใช้การฝึกทักษะย่อย และจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนมีการประเมินตามสภาพจริง ช่วยให้นักเรียนส่วนใหญ่หาความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ยังมีปัญหาในเรื่องการเขียนสรุปความรู้ของนักเรียนในเอกสารประกอบการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุง

เรื่องดังกล่าวในวงจรถัดไปโดยการอธิบายให้ช้าลงและให้เวลากับนักเรียนในการเขียนสรุปความรู้เพิ่มเติม รวมทั้งผู้วิจัยควรมีการสรุปความรู้ร่วมกับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยการเขียนสรุปความรู้มากขึ้น

3.2.2 วงจรที่ 2 บทนิยามของไซน์ ไซน์ของมุม 30° 45° 60° และการแก้โจทย์ปัญหาไซน์

1) ชั้นวางแผน

ในวงจรที่ 2 เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง บทนิยามของไซน์ ไซน์ของมุม 30° 45° 60° และการแก้โจทย์ปัญหาไซน์ ซึ่งมีเป้าหมายให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ บทนิยามของไซน์ สามารถหาค่าไซน์ของมุม 30° 45° 60° และนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาไซน์ ประกอบด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง บทนิยามของไซน์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไซน์ของมุม 30° 45° 60° ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาไซน์ เพื่อแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถจดจำค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติไซน์ โคไซน์ แทนเจนต์ และค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° 45° และ 60° ได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งยังไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการขาดการทบทวนความรู้เดิมในคาบที่ผ่านมา ขาดการฝึกทักษะเฉพาะเรื่อง และขาดการสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2) ชั้นปฏิบัติตามแผน

ผู้วิจัยแก้ปัญหาด้วยการจัดเรียงเนื้อหาใหม่ โดยแยกสอนทีละอัตราส่วน ได้แก่ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ เพื่อให้นักเรียนไม่เกิดการสับสนและนำมาใช้ปะปนกัน หลังจากนั้นจึงมาสรุปรวมกันอีกครั้งหนึ่ง โดยในวงจรนี้เริ่มจากการให้ความรู้เรื่องบทนิยามของไซน์ แล้วจึงเรียนรู้เรื่อง ไซน์ของมุม 30° 45° 60° และสุดท้ายจึงให้นำความรู้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาไซน์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ เรื่อง บทนิยามของไซน์ ซึ่งผู้วิจัยทบทวนการเรียกชื่อด้านต่าง ๆ ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ผังมโนคติ แล้วใช้แผนภาพอธิบายบทนิยามของไซน์ หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมสำรวจรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และกำหนดมุมหนึ่งมีขนาด 30° เพื่อหาอัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก และความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก ซึ่งจะมีค่าคงที่ แม้ว่าสามเหลี่ยมนั้นจะมีขนาดต่างกัน แล้วจึงสรุปว่าอัตราส่วนคงที่ดังกล่าว เรียกว่า ไซน์ จากนั้นจึงกำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปใหม่ และกำหนดชื่อ

ใหม่ ให้นักเรียนบอกค่าไซน์ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสร้างมโนมติเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และใช้กระบวนการกลุ่มจนนักเรียนสามารถสรุปมโนมติได้ด้วยตนเอง สุดท้ายจึงนำความรู้ไปใช้ในการทำแบบฝึกทักษะเพื่อให้นักเรียนเกิดความแม่นยำและความชำนาญมากยิ่งขึ้น

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนหาค่าไซน์ของมุม 30° 45° 60° ได้ ซึ่งผู้วิจัยใช้การถามตอบเพื่อทบทวนบทนิยามของไซน์ จากนั้นจึงใช้เทคนิค 1 2 3 เพื่อหาค่าไซน์ของมุม 30° 45° 60° และช่วยกันหาค่าไซน์ของมุม 30° 45° 60° จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสร้างมโนมติเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และใช้กระบวนการกลุ่มจนนักเรียนสามารถสรุปมโนมติได้ด้วยตนเอง สุดท้ายจึงนำความรู้ไปใช้ในการทำแบบฝึกทักษะเพื่อให้นักเรียนเกิดความแม่นยำและความชำนาญมากยิ่งขึ้น

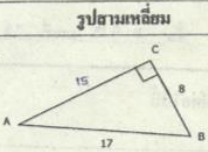
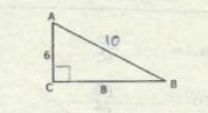
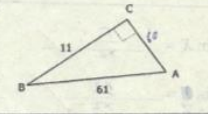
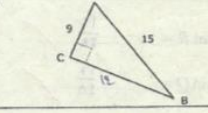
ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถนำค่าไซน์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้ทบทวนบทนิยามของไซน์ และไซน์ของมุม 30° 45° 60° แล้วยกสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสามเหลี่ยมมุมฉาก และค่าไซน์ในการแก้ปัญหา ใช้คำถามนำ เพื่อให้นักเรียนช่วยกันคิดแก้ปัญหา แล้วเฉลยร่วมกัน จากนั้นจึงร่วมกันสรุปองค์ความรู้ถึงลำดับขั้นการแก้โจทย์ปัญหา แล้วทำเป็นผังมโนมติ ขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสร้างมโนมติเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และใช้กระบวนการกลุ่มจนนักเรียนสามารถสรุปมโนมติได้ด้วยตนเอง สุดท้ายจึงนำความรู้ไปใช้ในการทำแบบฝึกทักษะเพื่อให้นักเรียนเกิดความแม่นยำและความชำนาญมากยิ่งขึ้น

ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ปัญหา และอุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนการสอน ลงในแบบบันทึกหลังการสอน ของครู บันทึกคะแนน ข้อผิดพลาดของนักเรียนแต่ละคนจากการทำแบบฝึกทักษะลงในแบบบันทึก การตรวจแบบฝึกทักษะ และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบ ผู้วิจัยได้แจกแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ให้นักเรียนได้บันทึก ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ รวมถึง ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการเรียน สำหรับให้ครูนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนในคาบเรียนต่อไป

3) ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ

ผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 3/1 เรื่อง บทนิยามของไซน์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 3/2 เรื่อง บทนิยามของไซน์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 92.5 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนทั้งหมดสามารถทำความเข้าใจและเขียนระบุด้านตรงข้ามมุมและด้านประชิดมุมของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้อง อีกทั้งส่วนใหญ่ยังสามารถนำความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสจากคาบเรียนที่แล้ว มาใช้ในการหาความยาวของด้านที่เหลือ เมื่อกำหนดความยาวให้สองด้าน และสามารถจดจำบทนิยามของไซน์ซึ่งนำไปใช้ในการหาค่าไซน์ของมุมที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้อง ดังภาพที่ 3.7

ตอนที่ 2 จงหาค่า $\sin A$ และ $\sin B$ จากสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ต่อไปนี้

รูปสามเหลี่ยม	ค่าไซน์ของมุม
1. 	$\sin A = \frac{8}{17}$ ✓ $\sin B = \frac{15}{17}$ ✓
2. 	$\sin A = \frac{6}{10}$ ✓ $\sin B = \frac{8}{10}$ ✓
3. 	$\sin A = \frac{11}{61}$ ✓ $\sin B = \frac{60}{61}$ ✓
4. 	$\sin A = \frac{9}{15}$ ✓ $\sin B = \frac{12}{15}$ ✓

ภาพที่ 3.7 แสดงแบบฝึกทักษะที่ 3/2

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่ร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นจนได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรม แต่ขณะที่ทำกิจกรรมสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยกำหนดมุม A มีขนาด 30° มีนักเรียนบางส่วนไม่ได้นำมาไม้บรรทัดและไม้โปรแทรกเตอร์มา จึงต้องยืมเพื่อน ส่งผลให้การทำกิจกรรมของบางกลุ่มเกิดความล่าช้า ไม่เป็นไปตามเวลาที่กำหนดไว้

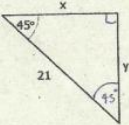
ผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 4 เรื่อง ไซน์ของมุม 30° 45° 60° พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 95 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5 ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ จดจำค่าไซน์ของมุม 30° 45° 60° จนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการหาความยาวด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ โดยเขียนแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง ดังภาพที่ 3.8

คำชี้แจง ตอนที่ 1 จงหาผลลัพธ์ต่อไปนี้

1) $\frac{4}{3}\sin^2 30^\circ + 2\sin 45^\circ$
 $= \frac{4}{3}\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 2\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)$
 $= \frac{1}{3} + \sqrt{2}$

2) $4\sin^2 45^\circ - 2\sin 30^\circ \sin 60^\circ$
 $= 4\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 - 2\left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$
 $= 2 - \frac{\sqrt{3}}{2}$

ตอนที่ 2 จงหาค่าของ x หรือ y จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดให้ต่อไปนี้

รูปสามเหลี่ยม	ค่าที่ได้
<p>1.</p> 	<p>มุม $45^\circ = \frac{y}{21}$ $\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{y}{21}$ $y = \frac{\sqrt{2} \times 21}{2}$ $y = \frac{21\sqrt{2}}{2}$ $x = \frac{21\sqrt{2}}{2}$ $y = \frac{21\sqrt{2}}{2}$</p>

ภาพที่ 3.8 แสดงแบบฝึกทักษะที่ 4

แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีนักเรียนบางส่วนที่มีปัญหาเรื่องการบวก ลบ จำนวนจริง

เช่น $\frac{1}{3} + \sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{3}$ ดังภาพที่ 3.9

1) $\frac{4}{3}\sin^2 30^\circ + 2\sin 45^\circ$

$$\frac{4}{3}\left(\frac{1}{2}\right)^2 + 2\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \quad \left| \quad \frac{1}{3} + \sqrt{2} \right.$$

$$= \frac{4}{3}\left(\frac{1}{4}\right) + 2\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \quad \left| \quad = \frac{\sqrt{2}}{3} \quad \# \right.$$

ภาพที่ 3.9 แสดงแบบฝึกทักษะของนักเรียนที่เกิดข้อผิดพลาดในการการบวก ลบ จำนวนจริง

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เมื่อผู้วิจัยเขียนโจทย์การหาค่าไซน์ของมุม 30° 45° 60° บนกระดานดำ นักเรียนส่วนใหญ่ช่วยกันตอบคำถามของผู้วิจัย และช่วยกันหาคำตอบจนได้คำตอบที่ถูกต้อง ขณะที่ผู้วิจัยแสดงแผนภาพ และสุ่มนักเรียนออกมาแสดงคำตอบ พบว่า นักเรียนสามารถหาค่าไซน์ของมุม 30° 45° 60° และสามารถตอบคำถามในประเด็นที่ผู้วิจัยถามได้ เมื่อเกิดอาการล้งเล็น เพื่อน ๆ ก็จะช่วยกันตอบ จนสามารถหาความยาวของด้านที่เหลือได้ถูกต้อง

ผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 5 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาไซน์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 89.74 ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 10.26 และไม่ส่งแบบฝึกทักษะจำนวน 1 คน ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ สามารถวาดภาพและระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ รวมทั้งเลือกอัตราส่วนความยาวด้านเท่ากับไซน์ของมุมได้อย่างถูกต้อง และเขียนอธิบายวิธีการหาคำตอบ จนสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ มีข้อผิดพลาดในการทำแบบฝึกทักษะ คือ นักเรียนวาดภาพจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง และคิดคำนวณผิดพลาด

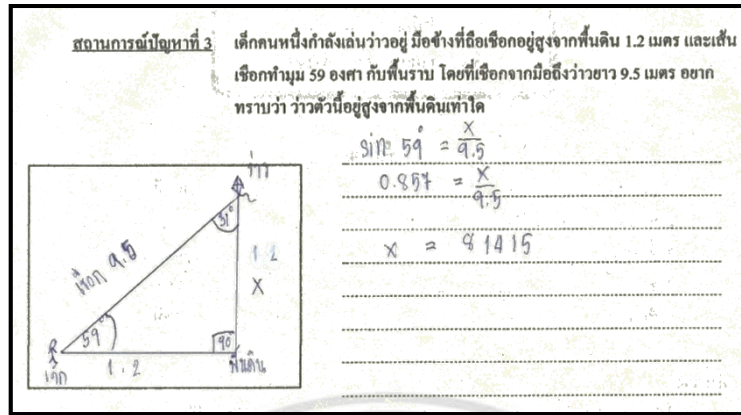
อีกทั้ง ยังพบข้อผิดพลาดในการทำใบกิจกรรมที่ 5 ดังนี้ (1) นักเรียนเปิดตารางหาค่า $\sin 35^\circ$ ผิดพลาด (2) นักเรียนไม่ได้บวกระยะห่างระหว่างมือที่ถือเชือกกับพื้นดิน ทำให้คำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง (3) นักเรียนวาดภาพและระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง ดังภาพที่ 3.10-3.12

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 เส้นแขนงมุมของรูปสี่เหลี่ยมคี่รูปหนึ่งยาว 6 เซนติเมตร และทำมุม 55 องศา กับด้านกว้างของรูปสี่เหลี่ยมนี้ จงหาความยาวและความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมคี่รูปนี้

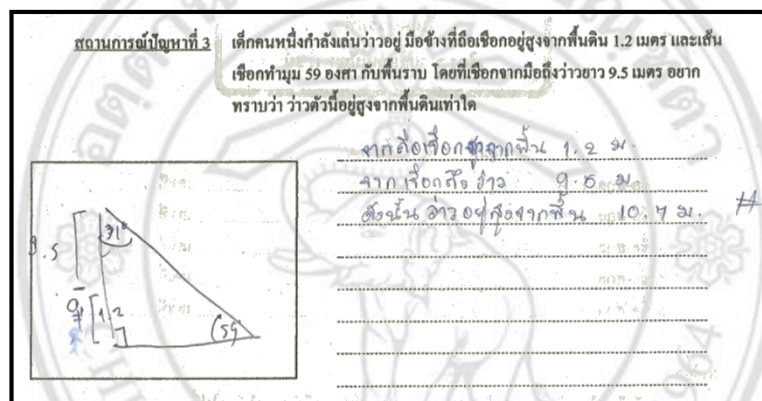
หาความยาวของสี่เหลี่ยมคี่
 $\sin 55 = \frac{y}{6}$
 $0.819 = \frac{y}{6}$
 4.914

หาความกว้างของสี่เหลี่ยมคี่
 $\sin 35 = \frac{x}{6}$
 $0.574 = \frac{x}{6}$
 $3.044 = x$

ภาพที่ 3.10 แสดงใบกิจกรรมของนักเรียนที่เปิดตารางหาค่า $\sin 35^\circ$ ผิดพลาด



ภาพที่ 3.11 แสดงใบกิจกรรมของนักเรียนที่ไม่ได้บวกระยะห่างระหว่างมือที่ถือเชือกกับพื้นดิน



ภาพที่ 3.12 แสดงใบกิจกรรมของกลุ่มที่วาดภาพและระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 นักเรียนส่วนใหญ่มีการปรึกษาหารือ และร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ มีนักเรียนบางคนที่ยังอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มที่ไม่เข้าใจฟัง แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่แอบเล่นโทรศัพท์มือถือและคุยกัน ไม่ช่วยเพื่อนในกลุ่มทำกิจกรรม ผู้วิจัยได้ชี้แจงให้นักเรียนร่วมทำกิจกรรมกลุ่มกับเพื่อน ๆ ทำให้นักเรียนดังกล่าวทำตามคำแนะนำของผู้วิจัย

4) ขั้นสะท้อนความคิด

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นสังเกตผลการปฏิบัติมาหาข้อสรุปของการดำเนินการวิจัยในวงจรนี้ว่า นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ บทนิยามของไซน์ สามารถหาค่าไซน์ของมุม 30° 45° 60° และนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาไซน์ ได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยในวงจรที่ 2 ได้ดังนี้

4.1) การจัดลำดับเนื้อหาใหม่ที่เป็น การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ในวงจรนี้ได้จัดเนื้อหาเรื่องไซน์ของมุม $30^{\circ} 45^{\circ} 60^{\circ}$ ให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน ต่างจากการจัดลำดับ เนื้อหาแบบเดิมที่ไม่เน้นย้ำเทคนิคในการจำค่าไซน์ของมุม $30^{\circ} 45^{\circ} 60^{\circ}$ ซึ่งการรวบรวมเรื่อง ที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่นี้ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจำได้แม่นยำขึ้น

4.2) การใช้การฝึกทักษะย่อยเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน การให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะย่อย ช่วยเน้นย้ำความเข้าใจของนักเรียนหลังจากที่นักเรียนเรียนจบใน แต่ละเนื้อหา ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการจดจำบทนิยามของไซน์ซึ่งนำไปใช้ในการหาค่า ไซน์ของมุมที่กำหนดให้ และจดจำค่าไซน์ของมุม $30^{\circ} 45^{\circ} 60^{\circ}$ จนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการหา ความยาวด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก อีกทั้งยังมีความสามารถในการทำความเข้าใจ โจทย์ สามารถวาดภาพและระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ รวมทั้งเลือกอัตราส่วนความยาวด้านเท่ากับไซน์ของ มุมได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่เกิดข้อผิดพลาด ซึ่งมีสาเหตุก็ยังคงมาจากการขาดทักษะการ คิดคำนวณที่จำเป็นในการหาคำตอบทำให้ไม่สามารถทำแบบฝึกทักษะได้อย่างถูกต้อง และบางส่วน เกิดความสับสนว่า ไม่รอบคอบในการคิดคำนวณ

แต่ในวงจรนี้ผู้วิจัยพบว่าความผิดพลาดในการคิดคำนวณลดน้อยลง ซึ่งเกิดจาก การตรวจสอบคำตอบของนักเรียนและการแนะนำนักเรียนเป็นรายบุคคลของผู้วิจัย

4.3) การจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอน มีเนื้อหาที่ค่อนข้างละเอียด จัดเรียงลำดับเนื้อหาอย่างเป็นขั้นตอนที่เข้าใจง่าย โดยมีการทบทวนความรู้เดิมก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ ทุกครั้ง สะดวกในการจดบันทึกความรู้ สามารถนำกลับไปทบทวนภายหลังจากการเรียนได้ และมี แบบฝึกทักษะให้ทำหลังจากการเรียนในแต่ละเนื้อหา สำหรับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเอกสาร ประกอบการเรียนการสอน คือ ควรเพิ่มโจทย์ปัญหาให้มากขึ้น

4.4) การประเมินตามสภาพจริงในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยสังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน ช่วยให้ผู้วิจัยทราบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องบทนิยามของไซน์ สามารถจดจำค่าไซน์ของมุม $30^{\circ} 45^{\circ} 60^{\circ}$ และนำ ความรู้เรื่องไซน์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาไซน์ได้อย่างถูกต้อง

จากวงจรที่ 2 ที่มีการจัดลำดับเนื้อหาใหม่ ใช้การฝึกทักษะย่อย และจัดทำเอกสาร ประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนมีการประเมินตามสภาพจริง ช่วยให้นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจบท นิยามของไซน์ สามารถหาค่าไซน์ของมุม $30^{\circ} 45^{\circ} 60^{\circ}$ และนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการแก้ โจทย์ปัญหาไซน์ได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ยังมีอุปสรรคในเรื่องความยากของแบบฝึกทักษะ โดยผู้วิจัยได้

ทำการปรับปรุงเรื่องดังกล่าวในวงจรถัดไปโดยการเพิ่มการยกตัวอย่างโจทย์และให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะที่มีความหลากหลาย

3.2.3 วงจรที่ 3 บทนิยามของโคไซน์ โคไซน์ของมุม $30^\circ 45^\circ 60^\circ$ และการแก้โจทย์ปัญหาโคไซน์

1) ชั้นวางแผน

ในวงจรที่ 3 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ บทนิยามของโคไซน์ สามารถหาค่าโคไซน์ของมุม $30^\circ 45^\circ 60^\circ$ และนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาโคไซน์ ประกอบด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง บทนิยามของโคไซน์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โคไซน์ของมุม $30^\circ 45^\circ 60^\circ$ ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาโคไซน์ เพื่อแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถจดจำค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติโคไซน์ และค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม $30^\circ 45^\circ$ และ 60° ได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งยังไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติโคไซน์ได้ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการขาดการทบทวนความรู้เดิมในคาบที่ผ่านมา ขาดการฝึกทักษะเฉพาะเรื่อง และขาดการสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2) ชั้นปฏิบัติตามแผน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ เรื่อง บทนิยามของโคไซน์ ซึ่งผู้วิจัยทบทวนการเรียกชื่อด้านต่าง ๆ ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ผังมโนมติ แล้วใช้แผนภาพอธิบายบทนิยามของโคไซน์ หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมสำรวจรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และกำหนดมุมหนึ่งมีขนาด 30° เพื่อหาอัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านประชิดมุม A และความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก ซึ่งจะมีค่าคงที่ แม้ว่าสามเหลี่ยมนั้นจะมีขนาดต่างกัน แล้วจึงสรุปว่าอัตราส่วนคงที่ดังกล่าว เรียกว่า โคไซน์ จากนั้นจึงกำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปใหม่ และกำหนดชื่อใหม่ ให้นักเรียนบอกค่าโคไซน์ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนผู้วิจัยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสร้างมโนมติเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และใช้กระบวนการกลุ่มจนนักเรียนสามารถสรุปมโนมติได้ด้วยตนเอง สุดท้ายจึงนำความรู้ไปใช้ในการทำแบบฝึกทักษะเพื่อให้นักเรียนเกิดความแม่นยำและความชำนาญมากยิ่งขึ้น

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนหาค่าโคไซน์ของมุม 30° 45° 60° ได้ ซึ่งผู้วิจัยใช้การถามตอบเพื่อทบทวนบทนิยามของโคไซน์ จากนั้นจึงใช้เทคนิค 3 2 1 เพื่อหาค่าโคไซน์ของมุม 30° 45° 60° และช่วยกันหาค่าโคไซน์ของมุม 30° 45° 60° จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสร้างมโนคติเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และใช้กระบวนการกลุ่มจนนักเรียนสามารถสรุปมโนคติได้ด้วยตนเอง สุดท้ายจึงนำความรู้ไปใช้ในการทำแบบฝึกทักษะเพื่อให้นักเรียนเกิดความแม่นยำและความชำนาญมากยิ่งขึ้น

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถนำค่าโคไซน์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้ทบทวนบทนิยามของโคไซน์ และโคไซน์ของมุม 30° 45° 60° แล้วยกสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสามเหลี่ยมมุมฉาก และค่าโคไซน์ในการแก้ปัญหา ใช้คำถามนำ เพื่อให้นักเรียนช่วยกันคิดแก้ปัญหาแล้วเฉลยร่วมกัน จากนั้นจึงร่วมกันสรุปองค์ความรู้ถึงลำดับขั้นการแก้โจทย์ปัญหา แล้วทำเป็นผังมโนคติ ขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสร้างมโนคติเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และใช้กระบวนการกลุ่มจนนักเรียนสามารถสรุปมโนคติได้ด้วยตนเอง สุดท้ายจึงนำความรู้ไปใช้ในการทำแบบฝึกทักษะเพื่อให้นักเรียนเกิดความแม่นยำและความชำนาญมากยิ่งขึ้น

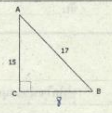
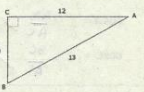
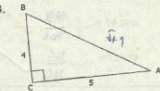
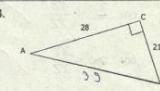
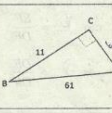
ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ปัญหา และอุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนการสอน ลงในแบบบันทึกหลังการสอนของครู บันทึกคะแนน ข้อผิดพลาดของนักเรียนแต่ละคนจากการทำแบบฝึกทักษะลงในแบบบันทึกการตรวจแบบฝึกทักษะ และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบ ผู้วิจัยได้แจกแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ให้นักเรียน ได้บันทึก ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ รวมถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบในการเรียน สำหรับให้ครูนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนในคาบเรียนต่อไป

3) **ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ**

ผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 6/1 เรื่อง บทนิยามของโคไซน์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 6/2 เรื่อง บทนิยามของโคไซน์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 95 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5

ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนทั้งหมดสามารถทำความเข้าใจและเขียนระบุด้านตรงข้ามมุม และด้านประชิดมุมของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้อง อีกทั้งส่วนใหญ่ยังสามารถจดจำบทนิยามของ โคไซน์ซึ่งนำไปใช้ในการหาค่าโคไซน์ของมุมที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 3.13

ตอนที่ 2 จงหาค่า $\cos A$ และ $\cos B$ จากสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ต่อไปนี้

รูปสามเหลี่ยม	ค่าโคไซน์ของมุม
1. 	$\cos A = \frac{15}{17}$ ✓ $\cos B = \frac{8}{17}$ ✓
2. 	$\cos A = \frac{12}{13}$ ✓ $\cos B = \frac{5}{13}$ ✓
3. 	$\cos A = \frac{5}{4\sqrt{1}}$ ✓ $\cos B = \frac{4}{4\sqrt{1}}$ ✓
4. 	$\cos A = \frac{21}{35}$ ✓ $\cos B = \frac{28}{35}$ ✓
5. 	$\cos A = \frac{61}{62}$ ✓ $\cos B = \frac{11}{62}$ ✓

ภาพที่ 3.13 แสดงแบบฝึกทักษะที่ 6/2

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 นักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้น มีความเข้าใจขั้นตอนของการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีการร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นจนได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรม และทุกกลุ่มปฏิบัติตามกิจกรรมเป็นไปตามเวลาที่กำหนดไว้

ผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 7 เรื่อง โคไซน์ของมุม 30° 45° 60° พบว่านักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 97.5 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการทำความเข้าใจ โจทย์ จดจำค่าโคไซน์ของมุม 30° 45° 60° จนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการหาความยาวด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ โดยเขียนแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง ดังภาพที่ 3.14

คำชี้แจง ตอนที่ 1 จงหาค่าที่หัดต่อไปนี้

1) $\frac{\cos^2 60^\circ}{\cos^2 45^\circ} + 2\cos 60^\circ$

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

$$= \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{2}\right) + 1$$

2) $3\cos 60^\circ - \cos^2 30^\circ \cos 60^\circ$

$$= 3\left(\frac{1}{2}\right) - \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$= \frac{3}{2} - \frac{3}{4}$$

$$= \frac{3}{4}$$

ตอนที่ 2 จงหาค่าของ x หรือ y โดยใช้ความรู้เรื่องโคไซน์

รูปสามเหลี่ยม	คำตอบ
<p>1.</p>	$\cos 60^\circ = \frac{4}{x}$ $\cos 60^\circ = \frac{y}{x}$ $\frac{1}{2} = \frac{4}{x}$ $\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{y}{x}$ $x = 8$ $y = 4\sqrt{3}$ $x = 8$ $y = 4\sqrt{3}$

ภาพที่ 3.14 แสดงแบบฝึกทักษะที่ 7

แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีนักเรียนบางคนมีปัญหาเกี่ยวกับความสะเพร่า ไม่รอบคอบในการคำนวณ ดังภาพที่ 3.15

การหาค่าโคไซน์ของมุม $30^\circ 45^\circ 60^\circ$

1) จงหาค่าของ $\sqrt{3}\cos 30^\circ + 10\cos 60^\circ$

$$\sqrt{3}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + 10\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$= \frac{3}{2} + 5 = \frac{13}{2}$$

3) จงหาค่าของ $3\cos^2 60^\circ - \frac{1}{3}\cos^2 30^\circ$

$$3\left(\frac{1}{2}\right)^2 - \frac{1}{3}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2$$

$$\frac{3}{4} - \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

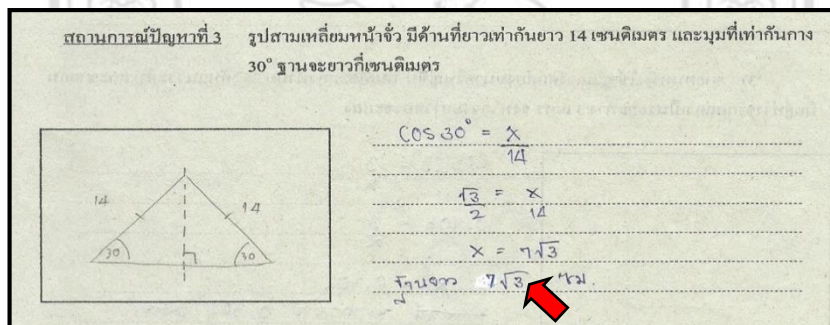
ภาพที่ 3.15 แสดงแบบฝึกทักษะของนักเรียนที่สะเพร่า ไม่รอบคอบในการคำนวณ

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เมื่อผู้วิจัยเขียนโจทย์การหาค่าโคไซน์ของมุม $30^\circ 45^\circ 60^\circ$ บนกระดานดำ นักเรียนส่วนใหญ่ช่วยกันตอบคำถามของผู้วิจัย และช่วยกันหาคำตอบจนได้คำตอบที่ถูกต้อง ขณะที่ผู้วิจัยแสดงแผนภาพ และสุ่มนักเรียนออกมา

แสดงคำตอบ พบว่า นักเรียนสามารถจำค่าโคไซน์ของมุม 30° 45° 60° สามารถตอบคำถามในประเด็นที่ผู้วิจัยถามได้ และสามารถหาความยาวของด้านที่เหลือได้ถูกต้อง

ผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 8 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาโคไซน์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 92.5 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ สามารถวาดภาพและระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ รวมทั้งเลือกอัตราส่วนความยาวด้านเท่ากับโคไซน์ของมุมได้อย่างถูกต้อง และเขียนอธิบายวิธีการหาคำตอบ จนสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ มีข้อผิดพลาดในการทำแบบฝึกทักษะ คือ นักเรียนวาดภาพจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง และคิดคำนวณผิดพลาด

อีกทั้ง ยังพบข้อผิดพลาดในการทำใบกิจกรรมที่ 8 คือ ในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 ฐานจะมีความยาวเป็นสองเท่าของความยาวที่หาได้ มีนักเรียนที่ลืมนคูณความยาวที่หาได้ด้วยสอง จึงทำให้คำตอบที่หาได้ไม่ถูกต้อง ดังภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.16 แสดงใบกิจกรรมของนักเรียนที่ลืมนคูณความยาวที่หาได้ด้วยสอง

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 นักเรียนส่วนใหญ่มีการปรึกษาหารือ และร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ มีนักเรียนบางคนที่ช่วยอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มที่ไม่เข้าใจฟัง ทำให้การทำกิจกรรมกลุ่มเป็นไปตามเวลาที่กำหนดไว้ทุกกลุ่มและสามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง

4) ชั้นสะท้อนความคิด

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากชั้นสังเกตผลการปฏิบัติมาหาข้อสรุปของการดำเนินการวิจัยในวงจรรุ่นนี้ว่า นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ บทนิยามของโคไซน์ สามารถหาค่าโคไซน์ของมุม 30°

45° 60° และนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาโคไซน์ ได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยในวงจรที่ 3 ได้ดังนี้

4.1) การจัดลำดับเนื้อหาใหม่ที่เป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ในวงจรนี้ได้จัดเนื้อหาเรื่องโคไซน์ของมุม 30° 45° 60° ให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน ต่างจากการจัดลำดับเนื้อหาแบบเดิมที่ไม่เน้นย้ำเทคนิคในการจำค่าโคไซน์ของมุม 30° 45° 60° ซึ่งการรวบรวมเรื่องที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่นี้ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจำได้แม่นยำขึ้น

4.2) การใช้การฝึกทักษะย่อยเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน การให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะย่อย ช่วยเน้นย้ำความเข้าใจของนักเรียนหลังจากที่นักเรียนเรียนจบในแต่ละเนื้อหา ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการจดจำบทนิยามของโคไซน์ซึ่งนำไปใช้ในการหาค่าโคไซน์ของมุมที่กำหนดให้ และจดจำค่าโคไซน์ของมุม 30° 45° 60° จนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการหาความยาวด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก อีกทั้งยังมีความสามารถในการทำความเข้าใจ โจทย์ สามารถวาดภาพและระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ รวมทั้งเลือกอัตราส่วนความยาวด้านเท่ากับโคไซน์ของมุมได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่เกิดข้อผิดพลาด ซึ่งก็ยังคงมีสาเหตุมาจากการขาดทักษะการคิดคำนวณที่จำเป็นในการหาคำตอบทำให้ไม่สามารถทำแบบฝึกทักษะได้อย่างถูกต้อง และบางส่วนเกิดความสับสนว่า ไม่รอบคอบในการคิดคำนวณ

ในวงจรนี้ผู้วิจัยพบว่าความผิดพลาดในการทำแบบฝึกทักษะลดน้อยลง ซึ่งเกิดจากการฝึกทักษะพื้นฐานในเรื่องต่าง ๆ และการร่วมกันตอบคำถามในชั้นเรียนของนักเรียน รวมทั้งการแนะนำนักเรียนเป็นรายบุคคลของผู้วิจัยอีกด้วย

4.3) การจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอน มีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาอย่างเป็นขั้นตอนที่เข้าใจง่าย โดยมีการทบทวนความรู้เดิมก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ทุกครั้งซึ่งช่วยให้สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ได้เร็วขึ้น สะดวกในการจดบันทึกความรู้ สามารถนำไปทบทวนภายหลังจากการเรียนได้ และมีแบบฝึกทักษะที่แยกเป็นเรื่อง ๆ ทำให้นักเรียนไม่เกิดความสับสน จากการที่เพิ่มโจทย์ปัญหาในเอกสารประกอบการเรียนการสอน ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น

4.4) การประเมินตามสภาพจริงในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยสังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน ช่วยให้ผู้วิจัยทราบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องบทนิยามของโคไซน์ สามารถจดจำค่าโคไซน์ของมุม 30° 45° 60° และนำความรู้เรื่องโคไซน์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาโคไซน์ได้อย่างถูกต้อง

จากวงจรที่ 3 ที่มีการจัดลำดับเนื้อหาใหม่ ใช้การฝึกทักษะย่อย และจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนมีการประเมินตามสภาพจริง สามารถทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจบทนิยามของโคไซน์ สามารถหาค่าโคไซน์ของมุม 30° 45° 60° และนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาโคไซน์ได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ยังคงมีปัญหในเรื่องความสะเพร่า ไม่รอบคอบในการคิดคำนวณของนักเรียน

3.2.4 วงจรที่ 4 บทนิยามของแทนเจนต์ แทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° และการแก้โจทย์ปัญหาแทนเจนต์

1) ชั้นวางแผน

ในวงจรที่ 4 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ บทนิยามของแทนเจนต์ สามารถหาค่าแทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° และนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาแทนเจนต์ ประกอบด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง บทนิยามของแทนเจนต์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง แทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาแทนเจนต์ เพื่อแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถจดจำค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติแทนเจนต์ และค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° 45° และ 60° ได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งยังไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติแทนเจนต์ได้ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการขาดการทบทวนความรู้เดิมในคาบที่ผ่านมา ขาดการฝึกทักษะเฉพาะเรื่อง และขาดการสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2) ชั้นปฏิบัติตามแผน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ เรื่อง บทนิยามของแทนเจนต์ ซึ่งผู้วิจัยทบทวนการเรียกชื่อด้านต่าง ๆ ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้ฝั่งโนมดิ แล้วใช้แผนภาพอธิบายบทนิยามของแทนเจนต์ หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมสำรวจรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และกำหนดมุมหนึ่งมีขนาด 30° เพื่อหาอัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านตรงข้ามมุม A และความยาวของด้านประชิดมุม A ซึ่งจะมีค่าคงที่ แม้ว่าสามเหลี่ยมนั้นจะมีขนาดต่างกัน แล้วจึงสรุปว่า อัตราส่วนคงที่ดังกล่าว เรียกว่า แทนเจนต์ จากนั้นจึงกำหนดรูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูปใหม่

และกำหนดชื่อใหม่ให้นักเรียนบอกค่าแทนเจนต์เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ขณะจัดกิจกรรมการเรียน การสอน ผู้วิจัยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสร้างมโนคติ เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และใช้กระบวนการกลุ่มจนนักเรียนสามารถสรุปมโนคติได้ด้วยตนเอง สุดท้ายจึงนำความรู้ไปใช้ในการทำแบบฝึกทักษะเพื่อให้นักเรียนเกิดความแม่นยำและความชำนาญ มากยิ่งขึ้น

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนหาค่าแทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° ได้ ซึ่งผู้วิจัยใช้การถามตอบเพื่อทบทวนบทนิยามของแทนเจนต์จากนั้นจึงอธิบายการหา ค่าแทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° โดยให้นักเรียนเติมค่าไซน์และโคไซน์ของมุม 30° 45° 60° และค่า ของแทนเจนต์คือค่าของไซน์ต่อค่าของโคไซน์ หลังจากนั้นจึงช่วยกันหาค่าแทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้เอกสารประกอบการ เรียนการสอน ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสร้างมโนคติเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และใช้ กระบวนการกลุ่มจนนักเรียนสามารถสรุปมโนคติได้ด้วยตนเอง สุดท้ายจึงนำความรู้ไปใช้ในการทำ แบบฝึกทักษะเพื่อให้นักเรียนเกิดความแม่นยำและความชำนาญมากยิ่งขึ้น

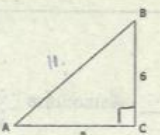
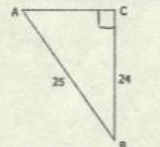
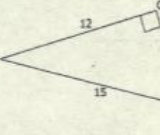
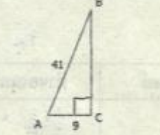
ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถนำค่าแทนเจนต์ ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้ทบทวนบทนิยามของแทนเจนต์ และแทนเจนต์ของ มุม 30° 45° 60° แล้วยกสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม โดยใช้ความรู้ เกี่ยวกับสามเหลี่ยมมุมฉาก และค่าแทนเจนต์ในการแก้ปัญหา ใช้คำถามนำ เพื่อให้นักเรียนช่วยกันคิด แก้ปัญหา แล้วเฉลยร่วมกัน จากนั้นจึงร่วมกันสรุปองค์ความรู้ถึงลำดับขั้นการแก้โจทย์ปัญหา แล้วทำ เป็นผังมโนคติ ขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้ คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสร้างมโนคติเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และใช้กระบวนการกลุ่มจน นักเรียนสามารถสรุปมโนคติได้ด้วยตนเอง สุดท้ายจึงนำความรู้ไปใช้ในการทำแบบฝึกทักษะเพื่อให้ นักเรียนเกิดความแม่นยำและความชำนาญมากยิ่งขึ้น

ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้บันทึกผลการจัดกิจกรรม การเรียนการสอน ปัญหา และอุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนการสอน ลงในแบบบันทึกหลังการ สอนของครู บันทึกคะแนน ข้อผิดพลาดของนักเรียนแต่ละคนจากการทำแบบฝึกทักษะลงในแบบ บันทึกการตรวจแบบฝึกทักษะ และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบ ผู้วิจัยได้ แจกแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ให้นักเรียนได้บันทึก ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งที่ได้ เรียนรู้ รวมถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบในการเรียน สำหรับให้ครูนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนใน คาบเรียนต่อไป

3) ชั้นสังเกตผลการปฏิบัติ

ผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 9/1 เรื่อง บทนิยามของแทนเจนต์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 9/2 เรื่อง บทนิยามของแทนเจนต์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 97.5 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนทั้งหมดสามารถทำความเข้าใจและเขียนระบุด้านตรงข้ามมุม และด้านประชิดมุมของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ถูกต้อง อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่ยังสามารถจดจำบทนิยามของแทนเจนต์ซึ่งนำไปใช้ในการหาค่าแทนเจนต์ของมุมที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง ดังภาพที่ 3.17

ตอนที่ 2 จงหาค่า $\tan A$ และ $\tan B$ จากสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ต่อไปนี้

รูปสามเหลี่ยม	ค่าแทนเจนต์ของมุม
<p>1.</p> 	$\tan A = \frac{6}{8}$ ✓ $\tan B = \frac{8}{6}$ ✓
<p>2.</p> 	$\tan A = \frac{24}{7}$ ✓ $\tan B = \frac{7}{24}$ ✓
<p>3.</p> 	$\tan A = \frac{9}{12}$ ✓ $\tan B = \frac{12}{9}$ ✓
<p>4.</p> 	$\tan A = \frac{40}{9}$ ✓ $\tan B = \frac{9}{40}$ ✓

ภาพที่ 3.17 แสดงแบบฝึกทักษะที่ 9/2

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 นักเรียนส่วนใหญ่ตั้งใจ กระตือรือร้น และเข้าใจขั้นตอนของการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 6 มีการร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นจนได้ข้อสรุปจากการทำกิจกรรม และทุกกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมเป็นไปตามเวลาที่กำหนดไว้

ผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 10 เรื่อง แทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° พบว่านักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 97.44 ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.56 และไม่ส่งแบบฝึกทักษะจำนวน 1 คน ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ จดจำค่าแทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° จนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการหาความยาวด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ โดยเขียนแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง ดังภาพที่ 3.18

คำชี้แจง ตอนที่ 1 จงหาค่าต่อไปนี้

1) $3 \tan^2 30^\circ + \frac{\tan 45^\circ}{\tan^2 60^\circ}$

$$3 \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 + \frac{1}{(\sqrt{3})^2} = 3 \left(\frac{1}{3}\right) + \frac{1}{3}$$

$$= \frac{3}{3} + \frac{1}{3} = \frac{4}{3}$$

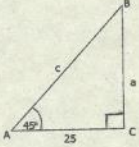
2) $5 \tan^2 45^\circ - \tan 30^\circ \tan 60^\circ$

$$5(1)^2 - \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right) \left(\sqrt{3}\right)$$

$$= 5 - 1$$

$$= 4$$

ตอนที่ 2 จงหาค่าของ x หรือ y โดยใช้ความรู้เรื่องแทนเจนต์

รูปสามเหลี่ยม	ค่าที่ได้
<p>1.</p> 	$\tan 45^\circ = \frac{a}{25}$ $a = 25$ $a = 25$ $c = 25\sqrt{2}$

ภาพที่ 3.18 แสดงแบบฝึกทักษะที่ 10

แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีนักเรียนบางคนที่ยังจำค่าแทนเจนต์ของมุม 30° 60° สลับกัน บางส่วนมีความสะเพร่า ไม่รอบคอบในการคำนวณ ดังภาพที่ 3.19

1) $3 \tan^2 30^\circ + \frac{\tan 45^\circ}{\tan^2 60^\circ}$

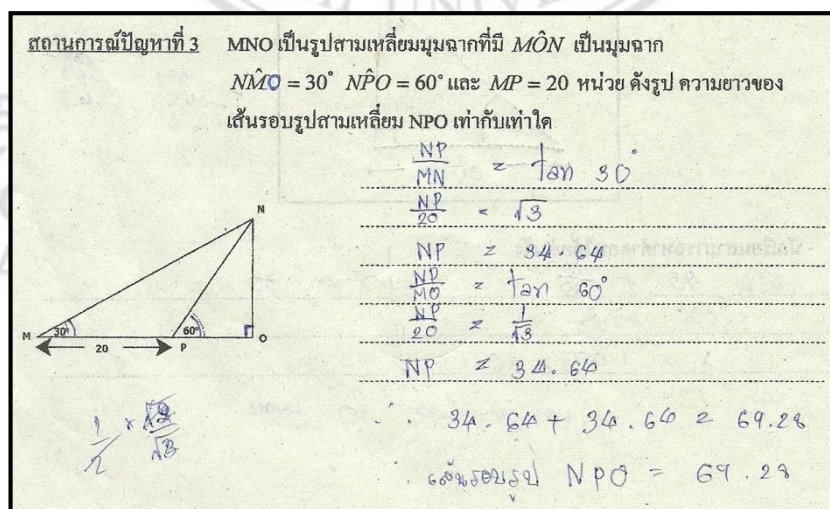
$$= 3 \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 + \frac{1}{(\sqrt{3})^2} = \frac{3}{3} + \frac{1}{3} = \frac{4}{3}$$

ภาพที่ 3.19 แสดงแบบฝึกทักษะของนักเรียนที่มีความสะเพร่า ไม่รอบคอบในการคำนวณ

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 นักเรียนส่วนใหญ่ช่วยกันตอบคำถามของผู้วิจัย และช่วยกันหาคำตอบจนได้คำตอบที่ถูกต้อง ขณะที่ผู้วิจัยแสดงแผนภาพ และสุ่มนักเรียนออกมาแสดงคำตอบ พบว่า นักเรียนจำค่าแทนเจนต์ของมุม 30° 60° สลับกัน แต่นักเรียนคนอื่น ๆ ก็ช่วยกันจนสามารถตอบคำถามในประเด็นที่ผู้วิจัยถามได้ และสามารถหาความยาวของด้านที่เหลือได้ถูกต้อง

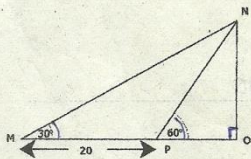
ผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 11 เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาแทนเจนต์ พบว่านักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 87.18 ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 12.82 และไม่ส่งแบบฝึกทักษะจำนวน 1 คน ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ สามารถวาดภาพและระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ รวมทั้งสามารถเลือกอัตราส่วนความยาวด้านเท่ากับแทนเจนต์ของมุม ได้อย่างถูกต้อง และเขียนอธิบายวิธีการหาคำตอบ จนสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ มีข้อผิดพลาดในการทำแบบฝึกทักษะ คือ นักเรียนวาดภาพจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง คิดคำนวณผิดพลาด และบางส่วนไม่สามารถเริ่มต้นแก้ปัญหาได้

อีกทั้ง ยังพบข้อผิดพลาดในการทำใบกิจกรรมที่ 11 คือ ในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 โจทย์ค่อนข้างซับซ้อน จึงทำให้มีนักเรียนบางส่วนแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง และบางส่วนไม่ได้หาความยาวของเส้นรอบรูปสามเหลี่ยม NPO ดังภาพที่ 3.20 และ 3.21



ภาพที่ 3.20 แสดงใบกิจกรรมของนักเรียนที่แสดงวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง

สถานการณ์ปัญหาที่ 3 MNO เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มี $\angle MNO$ เป็นมุมฉาก
 $\angle MNO = 30^\circ$ $\angle NPO = 60^\circ$ และ $MP = 20$ หน่วย ดังรูป ความยาวของ
เส้นรอบรูปสามเหลี่ยม NPO เท่ากับเท่าใด



$\frac{NP}{MN} = \tan 30^\circ$
 $\frac{NP}{20} = \frac{1}{\sqrt{3}}$
 $NP = 34.64$
 $\frac{NP}{NO} = \tan 60^\circ$
 $\frac{NP}{20} = \sqrt{3}$
 $NP = 34.64$
 $34.64 + 34.64 = 69.28$
ดังนั้นรอบรูป NPO = 69.29

ภาพที่ 3.21 แสดงใบกิจกรรมของนักเรียนที่ไม่ได้หาความยาวของเส้นรอบรูปสามเหลี่ยม NPO

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 นักเรียนส่วนใหญ่ร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 มีนักเรียนบางกลุ่มได้ปรึกษาหารือและช่วยกันหาวิธีการแก้ปัญหาร่วมกันกับเพื่อนกลุ่มอื่นๆ จึงทำให้สามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง แต่มีนักเรียน 1 กลุ่มที่ไม่สามารถทำกิจกรรมเสร็จตามเวลาที่กำหนด

4) ขั้นตอนความคิด

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นสังเกตผลการปฏิบัติมาหาข้อสรุปของการดำเนินการวิจัยในวงจรนี้ว่า นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ บทนิยามของแทนเจนต์ สามารถหาค่าแทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° และนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาแทนเจนต์ ได้หรือไม่อย่างไร ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยในวงจรที่ 4 ได้ดังนี้

4.1) การจัดลำดับเนื้อหาใหม่ที่เป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ในวงจรนี้ได้จัดเนื้อหาเรื่องแทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° ให้อยู่ในหมวดหมู่เดียวกัน ต่างจากการจัดลำดับเนื้อหาแบบเดิมที่ไม่เน้นย้ำเทคนิคในการจำค่าแทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° ซึ่งการรวบรวมเรื่องที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่นี้ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจำได้แม่นยำขึ้น

4.2) การใช้การฝึกทักษะย่อยเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน การให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะย่อย ช่วยเน้นย้ำความเข้าใจของนักเรียนหลังจากที่นักเรียนเรียนจบใน

แต่ละเนื้อหา ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการจดจำบทนิยามของแทนเจนต์ซึ่งนำไปใช้ในการหาค่าแทนเจนต์ของมุมที่กำหนดให้ และจดจำค่าแทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° จนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการหาความยาวด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก อีกทั้งยังมีความสามารถในการทำความเข้าใจโจทย์ สามารถวาดภาพและระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ รวมทั้งเลือกอัตราส่วนความยาวด้านเท่ากับแทนเจนต์ของมุมได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่เกิดข้อผิดพลาด ซึ่งมีสาเหตุมาจากการขาดทักษะการคิดคำนวณที่จำเป็นในการหาคำตอบทำให้ไม่สามารถทำแบบฝึกทักษะได้อย่างถูกต้อง และบางส่วนเกิดความสะเพร่า ไม่รอบคอบในการคิดคำนวณ

4.3) การจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอน มีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาอย่างเป็นขั้นตอนที่เข้าใจง่าย โดยมีการทบทวนความรู้เดิมก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ทุกครั้งซึ่งช่วยให้สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ได้เร็วขึ้น สะดวกในการจดบันทึกความรู้ สามารถนำไปทบทวนภายหลังจากการเรียนได้ และมีแบบฝึกทักษะที่แยกเป็นเรื่อง ๆ ทำให้นักเรียนไม่เกิดความสับสน สำหรับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเอกสารประกอบการเรียนการสอน คือ ผู้วิจัยควรใช้เกมในการสอนให้มากขึ้น

4.4) การประเมินตามสภาพจริงในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยสังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน ช่วยให้ผู้วิจัยทราบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องบทนิยามของแทนเจนต์ สามารถจดจำค่าแทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° และนำความรู้เรื่องแทนเจนต์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาแทนเจนต์ได้อย่างถูกต้อง

จากวงจรที่ 4 ที่มีการจัดลำดับเนื้อหาใหม่ ใช้การฝึกทักษะย่อย และจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนมีการประเมินตามสภาพจริง สามารถทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจบทนิยามของแทนเจนต์ สามารถหาค่าแทนเจนต์ของมุม 30° 45° 60° และนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาแทนเจนต์ได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ยังคงมีปัญหาในเรื่องความสะเพร่า ไม่รอบคอบในการคิดคำนวณของนักเรียน

3.2.5 วงจรที่ 5 การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

1) ชั้นวางแผน

ในวงจรที่ 5 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการวัดมุมก้ม มุมเงย การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปประยุกต์ใช้ในการหาระยะทางกับความสูง และในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่

12 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ส่วนกลับของไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง มุมก้ม และมุมเงย ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการขาดการทบทวนความรู้เดิมในคาบที่ผ่านมา ขาดการฝึกทักษะเฉพาะเรื่อง และขาดการสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2) ขั้นปฏิบัติตามแผน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 มีเป้าหมายเพื่อทบทวนบทนิยามอัตราส่วนตรีโกณมิติไซน์ โคไซน์ แทนเจนต์ และส่วนกลับของไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ การหาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° 45° 60° ซึ่งผู้วิจัยทบทวนแต่ละอัตราส่วน โดยใช้ผังมโนคติ แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งขันกันต่อ จิกซอว์ตรีโกณมิติให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากนั้นจึงการกำหนดสถานการณ์ปัญหา และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์แนวคิดในการแก้ปัญหา แล้วแสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ที่กำหนด ขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสร้างมโนคติเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และใช้กระบวนการกลุ่มจนนักเรียนสามารถสรุปมโนคติได้ด้วยตนเอง สุดท้ายจึงนำความรู้ไปใช้ในการทำแบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัดเพื่อให้นักเรียนเกิดความแม่นยำและความชำนาญมากยิ่งขึ้น

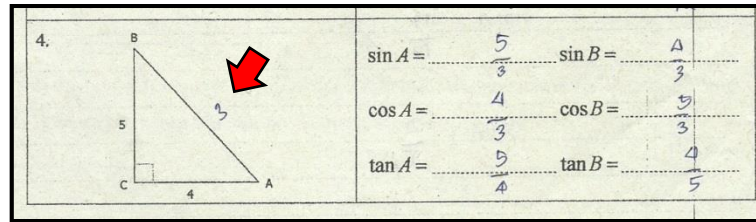
ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดมุมก้ม มุมเงย และการวัดมุมแบบแบริง รวมถึงสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งผู้วิจัยแสดงตัวอย่าง โดยให้นักเรียนที่มีส่วนสูง สูงสุดและต่ำสุดของห้องมาเปรียบเทียบ ให้เห็นการมองที่เป็นมุมก้มและมุมเงย และให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการวัดมุมที่เรียกว่าแบริง หลังจากนั้น ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ปัญหา และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์แนวคิดในการแก้ปัญหา แล้วแสดงวิธีการหาคำตอบของสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งเกี่ยวข้องกับมุมก้ม มุมเงย และสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นการแก้โจทย์ปัญหา โดยทำเป็นผังมโนคติ ขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสร้างมโนคติเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และใช้กระบวนการกลุ่มจนนักเรียนสามารถสรุปมโนคติได้ด้วยตนเอง สุดท้ายจึงนำความรู้ไปใช้ในการทำแบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัดเพื่อให้นักเรียนเกิดความแม่นยำและความชำนาญมากยิ่งขึ้น

ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14 มีเป้าหมายเพื่อให้ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติในการหาระยะทางและความสูง ซึ่งผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ประดิษฐ์อุปกรณ์ที่เรียกว่า "ไคลโนมิเตอร์ (Clinometer)" ซึ่งแจ้งหลักการใช้ไคลโนมิเตอร์ในการหาความ สูงร่วมกันในห้องเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม โดย กลุ่มที่ 1-4 หาความสูงของ ต้นไม้ กลุ่มที่ 5-7 หาความสูงของเสาธง และกลุ่มที่ 8-10 หาความสูงของอาคารเรียน บันทึกผลและ ออกมานำเสนอผลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน จากนั้นจึงร่วมกันอภิปราย ตรวจสอบ ความ ถูกต้อง และสรุปความรู้ที่ได้รับอีกครั้ง ขณะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้คำถามนำ เพื่อให้นักเรียนสร้างมโนคติเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และใช้กระบวนการกลุ่มจนนักเรียน สามารถสรุปมโนคติได้ด้วยตนเอง

ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้บันทึกผลการจัดกิจกรรม การเรียนการสอน ปัญหา และอุปสรรคที่พบในการจัดการเรียนการสอน ลงในแบบบันทึกหลังการ สอนของครู บันทึกคะแนน ข้อผิดพลาดของนักเรียนแต่ละคนจากการทำแบบฝึกทักษะลงในแบบ บันทึกการตรวจแบบฝึกทักษะ และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบ ผู้วิจัยได้ แจกแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ให้นักเรียนได้บันทึก ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งที่ได้ เรียนรู้ รวมถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบในการเรียน สำหรับให้ครูนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนใน คาบเรียนต่อไป

3) ชั้นสังเกตผลการปฏิบัติ

ผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 12/1 เรื่อง ส่วนกลับของไซน์ โคไซน์ และ แทนเจนต์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 33 คน คิดเป็น ร้อยละ 82.5 ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.5 และผลจากการตรวจแบบฝึกหัดที่ 12/2 เรื่อง ส่วนกลับของไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของ คะแนนเต็ม จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 82.05 ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 17.95 และ ไม่ส่งแบบฝึกทักษะจำนวน 1 คน ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการ ทำความเข้าใจ โจทย์ สามารถวาดภาพและระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ รวมทั้งสามารถเลือกใช้ อัตราส่วนตรีโกณมิติที่ถูกต้องเหมาะสมกับข้อมูลที่โจทย์กำหนด และเขียนอธิบายวิธีการหาคำตอบ จนสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ มีข้อผิดพลาดในการทำแบบฝึก ทักษะ คือ นักเรียนวาดภาพจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง บางส่วนไม่สามารถเริ่มต้น แก้ปัญหา หรือไม่สามารเขียนเป็นขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้ และบางส่วนคิดคำนวณผิดพลาด มี ความสับสนในการคิดคำนวณ ดังภาพที่ 3.22



ภาพที่ 3.22 แสดงแบบฝึกทักษะของนักเรียนที่มีปัญหาเกี่ยวกับความสะเพร่าในการคิดคำนวณ

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12 นักเรียนส่วนใหญ่ร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อทบทวนบทนิยามอัตราส่วนตรีโกณมิติ ค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° 45° 60° จนสรุปเป็นแผนผังมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง และเมื่อผู้วิจัยแสดงสถานการณ์ปัญหา นักเรียนก็ช่วยกันตอบคำถามในประเด็นที่ผู้วิจัยถาม จนสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ในขณะที่ทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มกระตือรือร้น ร่วมมือกันต่อจิ๊กซอว์ตรีโกณมิติให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสด้วยความตั้งใจ แต่มีนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถปฏิบัติกิจกรรมเสร็จตามเวลาที่กำหนด

ผลจากการตรวจแบบฝึกทักษะที่ 13/1 เรื่อง มุมก้มและมุมเงย พบว่า นักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 97.5 ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 และผลจากการตรวจแบบฝึกหัดที่ 13/2 เรื่อง มุมก้มและมุมเงย พบว่านักเรียนได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 85 และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 15 ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่บอกลักษณะของมุมก้มมุมเงย และแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับมุมก้มมุมเงยได้ โดยมีความสามารถในการทำความเข้าใจ โจทย์ วาดภาพและระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ รวมทั้งสามารถเลือกใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติที่ถูกต้องเหมาะสมกับข้อมูลที่โจทย์กำหนด และเขียนอธิบายวิธีการหาคำตอบ จนสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ มีข้อผิดพลาดในการทำแบบฝึกทักษะ คือ นักเรียนไม่เข้าใจลักษณะของมุมก้มและมุมเงยจึงทำให้วาดภาพจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง บางส่วนคิดคำนวณผิดพลาด บางส่วนไม่สามารถเริ่มต้นแก้ปัญหาคำถามได้ หรือเขียนเป็นขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 นักเรียนให้ความร่วมมือในการแสดงตัวอย่างการมองที่เป็นมุมก้มและมุมเงย ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพที่เป็นรูปธรรม

และนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามในประเด็นที่ผู้วิจัยถาม และร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมทางการเรียนของนักเรียน โดยสังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14 นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความร่วมมือในการประดิษฐ์โคลโนมิเตอร์เป็นอย่างดี บางกลุ่มเตรียมอุปกรณ์มาไม่ครบ เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ก็แบ่งปันอุปกรณ์ให้ และในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้โคลโนมิเตอร์ในการหาความสูงนั้น มีนักเรียนบางคนที่ยังไม่เข้าใจหลักการใช้โคลโนมิเตอร์ เพื่อนในกลุ่มก็ช่วยอธิบายและสาธิตวิธีการใช้จนทุกกลุ่มสามารถทำกิจกรรมสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

4) ขั้นตอนความคิด

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นสังเกตผลการปฏิบัติมาหาข้อสรุปของการดำเนินการวิจัยในวงจรนี้ว่า นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการวัดมุมก้ม มุมเงย การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปประยุกต์ใช้ในการหาระยะทางกับความสูง และในชีวิตประจำวัน ได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยในวงจรที่ 5 ได้ดังนี้

4.1) การจัดลำดับเนื้อหาใหม่ที่เป็น การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ จากการจัดลำดับเนื้อหาเพื่อสรุปรวบรวมอัตราส่วนตรีโกณมิติทั้งหมดในรูปแบบของผังมโนทัศน์ ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจ สามารถนำกลับไปทบทวนได้ และจากการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติในการหาระยะทางและความสูง ช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

4.2) การใช้การฝึกทักษะย่อยเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน การให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะย่อย ช่วยเน้นย้ำความเข้าใจของนักเรียนหลังจากที่นักเรียนเรียนจบในแต่ละเนื้อหา ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการทำความเข้าใจ โจทย์ สามารถวาดภาพและระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ รวมทั้งสามารถเลือกใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติที่ถูกต้องเหมาะสมกับข้อมูลที่โจทย์กำหนด และเขียนอธิบายวิธีการหาคำตอบ จนสามารถสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งยังสามารถบอกลักษณะของมุมก้มมุมเงย และแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับมุมก้มมุมเงยได้ แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่เกิดข้อผิดพลาด ซึ่งมีสาเหตุมาจากจาก (1) ผู้วิจัยใช้เวลาในการแก้โจทย์ปัญหาไม่เพียงพอส่งผลให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาผิดพลาด (2) โจทย์ปัญหาที่ให้นักเรียนทำอาจจะมีความยากมากเกินไป (3) นักเรียนบางส่วนขาดทักษะการเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา (4) นักเรียนบางส่วนเกิดความสะเพร่า ไม่รอบคอบในการคิดคำนวณ

ผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนในโอกาสต่อไป คือ ควรให้เวลาในการพิจารณาโจทย์ในแต่ละข้อให้มากขึ้นและเริ่มจากโจทย์ที่ง่ายไปสู่โจทย์ที่ยากขึ้น และในวงจรมานี้ผู้วิจัยพบว่าความผิดพลาดในการทำแบบฝึกทักษะลดน้อยลง ซึ่งเกิดจากการฝึกทักษะ พื้นฐานในเรื่องต่าง ๆ และการร่วมกันตอบคำถามในชั้นเรียนของนักเรียน รวมทั้งการแนะนำนักเรียน เป็นรายบุคคลของผู้วิจัยอีกด้วย

4.3) การจัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอน มีการจัดเรียงลำดับเนื้อหา อย่างเป็นขั้นตอนที่เข้าใจง่าย โดยมีการทบทวนความรู้เดิมก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ทุกครั้งซึ่งช่วยให้ สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ได้เร็วขึ้น และมีการสรุปเนื้อหาในรูปแบบของผังมโนคติ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนและจัดระบบความรู้เข้าเป็นหมวดหมู่ สำหรับ กิจกรรมการแข่งขันกันต่อจิ๊กซอว์ตรีโกณมิติให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกสมอง เกิด ความสนุกสนาน ผ่อนคลาย และทำให้เกิดความสามัคคี

4.4) การประเมินตามสภาพจริงในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยสังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนสามารถจดจำบทนิยาม อัตราส่วนตรีโกณมิติ ค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° 45° 60° และมีความรู้ ความเข้าใจเรื่อง มุม ก้ม มุมเงย จนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

จากวงจรที่ 5 ที่มีการจัดลำดับเนื้อหาใหม่ ใช้การฝึกทักษะย่อย และจัดทำเอกสาร ประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนมีการประเมินตามสภาพจริง สามารถทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ เข้าใจเกี่ยวกับการวัดมุมก้ม มุมเงย การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปประยุกต์ใช้ในการหาระยะทางกับ ความสูง และในชีวิตประจำวัน ทั้งนี้ยังมีปัญหาในเรื่องความผิดพลาดของการทำแบบฝึกทักษะของ นักเรียนอยู่บ้าง

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 5 วงจร ผู้วิจัยพบว่าปรับปรุงการเรียน การสอนในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาความยาวด้านของรูป สามเหลี่ยมมุมฉาก หาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° 45° 60° และสามารถนำความรู้ไป ประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการ ปรับปรุงการเรียนการสอนในครั้งนี้คือ นักเรียนบางส่วนขาดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ และนำไปใช้ ในการแก้ปัญหา อีกทั้งยังเกิดความสับสนว่า ไม่รอบคอบในการคิดคำนวณ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังให้เวลา ในการแก้โจทย์ปัญหาไม่เพียงพอ และโจทย์ปัญหาที่ให้นักเรียนทำอาจจะมีความซับซ้อนมากเกินไป ส่งผลให้นักเรียนเกิดข้อผิดพลาด

เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดที่วางไว้ ผู้วิจัย
ทำการทดสอบความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้าง
ขึ้น จำนวน 20 ข้อ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved