

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนน่าน้อย จังหวัดน่าน โดยมุ่งให้นักเรียนสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องเซตและสามารถนำความคิดรวบยอดไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตได้ ซึ่งได้ดำเนินการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 41 คน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ขั้นเตรียมการ

ขั้นเตรียมการเป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการก่อนที่จะมีการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งได้แก่ กำหนดรูปแบบการจัดการเรียนการสอน สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กำหนดรูปแบบการจัดการเรียนการสอน

1.1 ใช้หลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในกิจกรรมต่างๆ และได้สรุปสาระสำคัญในความคิดรวบยอดของเรื่องต่างๆด้วยตนเอง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มที่

1.2 ใช้หลักการสอนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม โดยอาศัยแผนภาพ

เวนน์-ออยเลอร์เข้ามาช่วยในการสอน เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้จนสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้าสู่สัญลักษณ์ของเซต และสามารถสรุปสาระสำคัญในความคิดรวบยอดของเรื่องต่างๆได้ด้วยตนเอง

1.3 ใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดหรือวิธีการสอนแบบอุปนัย โดยการ

ยกตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่ว่าตัวอย่างของความคิดรวบยอดในเรื่องที่ต้องการสอนให้นักเรียนสังเกตและพิจารณา หรือมีการยกตัวอย่างในเรื่องที่ต้องการสอนให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุปหรือให้คำจำกัดความในความคิดรวบยอดของเรื่องนั้นๆได้ด้วยตนเอง

1.4 ใช้การฝึกทักษะให้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน โดยการให้นักเรียนได้ฝึกทักษะหลังจากที่นักเรียนมีความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียนในแต่ละคาบอย่างเพียงพอแล้ว ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญจนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ และในส่วนของแบบฝึกหัดจะให้นักเรียนทำนอกเวลาเรียน ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการทำแบบฝึกหัดทักษะมากยิ่งขึ้น โดยลักษณะแบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำนั้นจะเป็นโจทย์ที่คล้ายกันกับตัวอย่างที่ใช้สอนในชั้นเรียน และเป็นโจทย์ที่มีความซับซ้อนและท้าทายความสามารถของนักเรียน เพื่อเป็นการเสริมความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่นักเรียนได้เรียนรู้ในแต่ละคาบ

1.5 จัดทำเอกสารประกอบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เขียนสรุปสาระสำคัญในความคิดรวบยอดของเรื่องต่างๆด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการจดจำและสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนได้ และยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้เห็นคุณค่าและเกิดความภูมิใจในความสามารถของตนเองอีกด้วย

2. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้

หลังจากที่ได้กำหนดรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแล้ว ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน แผนละ 1 คาบ คาบละ 50 นาที โดยในแต่ละแผนประกอบด้วย สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล

3. เตรียมเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 6 ประเภท ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 แบบบันทึกการสังเกต ใช้บันทึกพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในชั้นเรียน เช่น การตอบคำถาม การร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน โดยผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกผลด้วยตนเองในขณะที่ยังดำเนินการสอนและบันทึกเพิ่มเติมหลังหมดคาบเรียนแล้ว

3.2 แบบบันทึกผลการปฏิบัติการสอน เป็นบันทึกประจำวันของครู ใช้บันทึกปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นในแต่ละแผน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาว่า การจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยผู้วิจัยจะทำการบันทึกภายหลังจากการสอนในแต่ละคาบ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในคาบต่อไป

3.3 แบบบันทึกการตรวจแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ใช้บันทึกการตรวจแบบฝึกหัดและแบบทดสอบของนักเรียน โดยบันทึกผลลงในตาราง ซึ่งเป็นตารางที่มีการแยกเป็นรายบุคคลและรายข้อ เพื่อพิจารณาว่า นักเรียนแต่ละคนทำถูกหรือผิดข้อใดบ้าง และพิจารณาผลโดยรวมว่า ในแต่ละข้อมีจำนวนนักเรียนทำถูกกี่คนและทำผิดกี่คน พร้อมทั้งมีการบันทึกข้อผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้นในแต่ละข้อของนักเรียนแต่ละคนควบคู่กันไปด้วย

3.4 แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นแบบบันทึกที่ให้นักเรียนเป็นผู้เขียนบันทึกภายหลังจากที่มีการจัดการเรียนการสอนในแต่ละคาบ โดยจะมีการกำหนดหัวข้อให้นักเรียนบันทึก ซึ่งจะ เป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ตลอดจนข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน เพื่อที่ครูจะได้นำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในคาบต่อไป

3.5 แบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ใช้บันทึกผลการสัมภาษณ์นักเรียนภายหลังจากการตรวจพบข้อผิดพลาดต่างๆจากการตรวจแบบฝึกหัด แบบทดสอบ และจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน หรือใช้บันทึกผลการสัมภาษณ์นักเรียนเมื่อพบปัญหาระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนการสอน

3.6 แบบทดสอบ ใช้วัดความคิดรวบยอดต่างๆเกี่ยวกับเรื่องเซต โดยให้นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 คาบ (50 นาที)

ขั้นตอนการ

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆด้วยตนเอง โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการของ Kemmis and McTaggart (อ้างใน ผ่องพรรณ ตริยมงคลกุล, 2544 : 33) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติตามแผน และสังเกตผลการปฏิบัติ และขั้นสะท้อนความคิด ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งวงจรในการวิจัยออกเป็น 4 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1 เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่องการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิก การเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไข เอกภพสัมพัทธ์ แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ สมาชิกของเซต สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) และจำนวนสมาชิกของเซต

วงจรที่ 2 เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่องเซตจำกัด เซตอนันต์ เซตว่าง เซตที่เท่ากัน เซตที่ไม่เท่ากัน สับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) สับเซตทั้งหมด และเพาเวอร์เซต

วงจรที่ 3 เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่องการดำเนินของเซต (ยูเนียน อินเตอร์เซกชัน ผลต่างและคอมพลิเมนต์ของเซต)

วงจรที่ 4 เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซต ซึ่งการดำเนินการวิจัยในแต่ละวงจรมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรที่ 1

ขั้นวางแผน

ในวงจรที่ 1 เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่อง การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิก การเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไข เอกภพสัมพัทธ์ แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ สมาชิกของเซต สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) และจำนวนสมาชิกของเซตได้

ขั้นปฏิบัติตามแผนและสังเกตผลการปฏิบัติ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 2 คาบ โดยในคาบที่ 1 เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไข ส่วนคาบที่ 2 เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่อง เอกภพสัมพัทธ์ แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ สมาชิกของเซต สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) และจำนวนสมาชิกของเซต ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในแต่ละคาบผู้วิจัยได้ใช้หลักและวิธีการเดียวกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

โดยในการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 1 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขได้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยการยกตัวอย่างการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆ ตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องการเขียนเซตแบบแจกแจง

สมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขได้อย่างถูกต้อง และในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และเมื่อนักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้แล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนฝึกทักษะในแบบฝึกทักษะ เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

ส่วนการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 2 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องเอกภพสัมพัทธ์ แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ สมาชิกของเซต สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) และจำนวนสมาชิกของเซตได้ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งลำดับในการจัดการเรียนการสอนดังนี้ (1) เรื่องเอกภพสัมพัทธ์ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยการยกตัวอย่างเอกภพสัมพัทธ์ให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาตัวอย่างหลายๆตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องเอกภพสัมพัทธ์ได้อย่างถูกต้อง (2) เรื่องแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยการยกตัวอย่างแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่างเช่นเดียวกันกับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องเอกภพสัมพัทธ์ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ได้อย่างถูกต้อง (3) เรื่องสมาชิกของเซต ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยการให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาตัวอย่างเกี่ยวกับสมาชิกของเซต จากตารางที่แสดงการเป็นและไม่เป็นสมาชิกของเซตควบคู่กันหลายๆตัวอย่าง และตัวอย่างที่แสดงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณานั้นเป็นตัวอย่างที่นำเสนอจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม นั่นคือ นำเสนอจากแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิก และการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องสมาชิกของเซตได้อย่างถูกต้อง (4) เรื่องสัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนในทำนองเดียวกันกับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องที่ผ่านมา นั่นคือ ให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาตัวอย่างเกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) หลากหลายตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องสัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) ได้อย่างถูกต้อง และ (5) เรื่องจำนวนสมาชิกของเซต ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยการให้นักเรียนสังเกตและพิจารณา

ตัวอย่างเกี่ยวกับจำนวนสมาชิกของเซต จากตารางที่แสดงสมาชิกของเซตและจำนวนสมาชิกของเซตควบคู่กันหลายๆตัวอย่าง และตัวอย่างที่แสดงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณานั้นเป็นตัวอย่างที่นำเสนอจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมเช่นเดียวกันกับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องสมาชิกของเซต นั่นคือ นำเสนอจากแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องจำนวนสมาชิกของเซตได้อย่างถูกต้อง และในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนในลักษณะที่คล้ายกันกับการจัดการเรียนการสอนใน คาบที่ 1 นั่นคือ ผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และเมื่อนักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้แล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนฝึกทักษะในแบบฝึกทักษะ เพื่อให้ นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 1 เรื่องการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไข โดยผู้วิจัยได้แบ่งลำดับในการพิจารณาดังนี้ (1) เรื่องการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิก พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 39 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 2 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิก กล่าวคือนักเรียนกลุ่มนี้คิดว่า สมาชิกของเซตใดๆสามารถใช้ภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เขียนแทนได้ และ (2) เรื่องการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไข พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 40 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 1 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนคนนี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไข กล่าวคือนักเรียนคนนี้คิดว่า การเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขจากเซตที่กำหนดให้จะต้องเขียนคำว่า “เซตของ” ไว้ข้างหน้า ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 3 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลา 12.30 น. ถึง 13.00 น. ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 2 โดยการยกตัวอย่างในเรื่องการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่าง รวมทั้งการให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดความรู้

ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวอย่างถูกต้องแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 1 (ชุดเดิม) เป็นการบ้าน เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 2 เรื่องเอกภพสัมพัทธ์ แผนภาพเวกเตอร์-ออยเลอร์ สมาชิกของเซต จำนวนสมาชิกของเซต สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) โดยผู้วิจัยได้แบ่งลำดับในการพิจารณา ดังนี้ (1) เรื่องเอกภพสัมพัทธ์ พบว่า นักเรียนทั้ง 41 คน สามารถทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องเอกภพสัมพัทธ์ได้อย่างถูกต้อง (2) เรื่องแผนภาพเวกเตอร์-ออยเลอร์ พบว่า นักเรียนทั้ง 41 คน สามารถทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องแผนภาพเวกเตอร์-ออยเลอร์ได้อย่างถูกต้องเช่นกัน (3) เรื่องสมาชิกของเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 38 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องสมาชิกของเซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องสมาชิกของเซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการพิจารณาสมาชิกของเซต กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้คิดว่า สมาชิกของเซต ก็คือ ตัวเลขหรือพยัญชนะที่แสดงในเซตที่กำหนดให้ โดยไม่ได้คำนึงถึงจุด 3 จุดที่แสดงต่อจากตัวเลขหรือพยัญชนะในเซตนั้น (4) เรื่องจำนวนสมาชิกของเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 39 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องจำนวนสมาชิกของเซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 2 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องจำนวนสมาชิกของเซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการพิจารณาหาจำนวนสมาชิกของเซต กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้คิดว่า จำนวนสมาชิกของเซต ก็คือ จำนวนตัวเลขหรือพยัญชนะทุกตัวที่แสดงในเซตที่กำหนดให้ โดยไม่ได้คำนึงว่า ตัวเลขหรือพยัญชนะในเซตนั้นอยู่ในเครื่องหมายปีกกา และ (5) เรื่องสัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) พบว่า นักเรียนทั้ง 41 คน สามารถทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องสัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 5 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลา 12.30 น. ถึง 13.00 น. ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 3 โดยใช้แนวการจัดการเรียนการสอนเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 1 นั่นคือ มีการยกตัวอย่างในเรื่องสมาชิกของเซตและจำนวนสมาชิกของเซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่าง รวมทั้งการให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ เพิ่มเติม เพื่อให้ นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

และเมื่อนักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวอย่างถูกต้องแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 2 (ชุดเดิม) เป็นการบ้าน เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ในขณะดำเนินการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในด้านการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน แล้วนำผลที่ได้มาบันทึกลงในแบบบันทึกการสังเกต สำหรับผลการปฏิบัติการสอนและปัญหาหรืออุปสรรคที่พบในขณะดำเนินการจัดการเรียนการสอนได้บันทึกลงในแบบบันทึกผลปฏิบัติการสอนของครู และมีการบันทึกเพิ่มเติมเมื่อหมดคาบเรียน ส่วนผลจากการตรวจแบบฝึกหัดได้บันทึกลงในแบบบันทึกการตรวจแบบฝึกหัด โดยมีการรวมคะแนนเป็นรายคนและรายชื่อเพื่อสอนซ่อมเสริม และหลังจากการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 1 และคาบที่ 2 ผู้วิจัยได้แจกแบบบันทึกการเรียนรู้อย่างน้อยของแต่ละคาบให้นักเรียนทำเป็นการบ้าน ซึ่งมีคำถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ได้เรียนรู้ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะให้ครูเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในคาบต่อไป นอกจากนี้ยังมีการใช้การสัมภาษณ์กับนักเรียน เมื่อพบข้อผิดพลาดจากการตรวจแบบฝึกหัด และจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้อย่างน้อยของนักเรียน โดยบันทึกลงในแบบบันทึกการสัมภาษณ์

ขั้นตอนความคิด

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากชั้นปฏิบัติตามแผนและสังเกตผลการปฏิบัติมาจัดกลุ่มตามเป้าหมายของการวิจัยที่ระบุไว้ในขั้นวางแผน เพื่อหาข้อสรุปของการดำเนินการวิจัยในวงจรนี้ว่า นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่อง การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิก การเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไข เอกภพสัมพัทธ์ แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ สมาชิกของเซต สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) และจำนวนสมาชิกของเซตได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยในวงจรที่ 1 ได้ดังนี้

จากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในด้านการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนคาบที่ 1 เรื่องการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไข พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกลักษณะของการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 8 - 9 คน ที่ไม่สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและแนะนำจึงจะทำให้ นักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 1 เรื่องการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไข พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนเซตที่โจทย์กำหนดให้ได้อยู่ในรูปของการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนแบบบอกเงื่อนไขได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถเขียนเซตที่โจทย์กำหนดให้ได้อยู่ในรูปของการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนแบบบอกเงื่อนไขได้อย่างถูกต้อง ซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนจำนวน 2 คน เขียนสมาชิกของเซตในการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกไม่ถูกต้อง เช่น เมื่อกำหนดให้ A เป็นเซตของสระในภาษาอังกฤษ นักเรียนตอบว่า $A = \{A, E, I, O, U\}$

2. นักเรียนจำนวน 1 คน เขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขไม่ถูกต้อง เช่น เมื่อกำหนดให้ F เป็นเซตของจำนวนเต็มลบที่มากกว่า -10 นักเรียนตอบว่า $B = \text{เซตของ } \{x/x \text{ เป็นจำนวนเต็มลบที่มากกว่า } -10\}$

ผลจากการสอนซ่อมเสริมของคาบที่ 1 เรื่องการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไข พบว่า นักเรียนทั้ง 3 คน สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 1 ของนักเรียน และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนกลุ่มนี้ให้ความสนใจและตั้งใจเรียนดีมาก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการสังเกตการตอบคำถามและการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน

ผลจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้คาบที่ 1 เรื่องการเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไข พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกพอใจกับการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยจัดขึ้น โดยให้เหตุผลว่า ผู้วิจัยสอนได้สนุกและมีความเป็นกันเองกับนักเรียน ทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนไม่เคร่งเครียดมากเกินไป และมีนักเรียนจำนวน 4 คน กล่าวว่าประทับใจในการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยที่แปลกและน่าสนใจ โดยให้เหตุผลว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สรุปความคิดรวบยอดต่างๆด้วยตนเอง แต่ยังมีนักเรียนจำนวน 6 คนที่รู้สึกยากกับการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย โดยให้เหตุผลว่า ไม่เคยชินกับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบนี้ ประกอบกับการคิดไม่ทันเพื่อนที่เรียนเก่ง และไม่มีความมั่นใจในการเสนอความคิดเห็นของตนเอง ส่วนข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนส่วนใหญ่กล่าวว่า อยากให้มีเวลาในการจัดการเรียนการสอนมากกว่านี้ เพราะผู้วิจัยจะได้มีเวลาในการยกตัวอย่างและอธิบายเนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น และมีนักเรียนอีก

ส่วนหนึ่งกล่าวว่า อยากให้ผู้วิจัยปรับปรุงการพูดให้ช้าลงและปรับขนาดของตัวอย่างบนแผ่นใสให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้ฟังการอธิบายของเนื้อหาที่เรียนได้อย่างครบถ้วน และมองเห็นตัวอย่างได้ชัดเจนมากขึ้น

จากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในด้านการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนคาบที่ 2 เรื่องเอกภพสัมพัทธ์ แผนภาพเวกซ์-ออยเลอร์ สมาชิกของเซต สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) และจำนวนสมาชิกของเซต พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกลักษณะของเอกภพสัมพัทธ์ แผนภาพเวกซ์-ออยเลอร์ สมาชิกของเซต สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) และจำนวนสมาชิกของเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 3-4 คน ที่ไม่สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและแนะนำจึงจะทำให้ให้นักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 2 เรื่องเอกภพสัมพัทธ์ แผนภาพเวกซ์-ออยเลอร์ สมาชิกของเซต สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) และจำนวนสมาชิกของเซต พบว่า นักเรียนทุกคนสามารถพิจารณาคำตอบของเซตใดๆ ในกรณีที่กำหนดเอกภพสัมพัทธ์ให้ได้อย่างถูกต้อง นักเรียนทุกคนสามารถยกตัวอย่างแผนภาพเวกซ์-ออยเลอร์จากเซตที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนทุกคนสามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า ข้อความที่กำหนดให้ใช้สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) ได้ถูกต้องหรือไม่เช่นกัน ส่วนเรื่องสมาชิกของเซตและจำนวนสมาชิกของเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า เซตที่กำหนดให้ประกอบด้วยสมาชิกอะไรบ้าง และสามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า เซตที่กำหนดให้มีจำนวนสมาชิกเท่าใด แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถพิจารณาในเรื่องสมาชิกของเซตและจำนวนสมาชิกของเซตได้ ซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนจำนวน 3 คน ไม่สามารถพิจารณาได้ว่า เซตที่กำหนดให้ประกอบด้วยสมาชิกอะไรบ้าง เช่น เมื่อกำหนดให้ $M = \{\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\}$ นักเรียนตอบว่าสมาชิกของเซต M คือ $-2, -1, 0, 1, 2$

2. นักเรียนจำนวน 2 คน ไม่สามารถพิจารณาได้ว่า เซตที่กำหนดให้มีจำนวนสมาชิกเท่าใด เช่น เมื่อกำหนดให้ $O = \{\{1, 2, 3\}\}$ นักเรียนตอบว่า $n(O) = 3$ ตัว

ผลจากการสอนซ่อมเสริมของคาบที่ 2 เรื่องสมาชิกของเซตและจำนวนสมาชิกของเซต พบว่า นักเรียนทั้ง 5 คน สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 2 ของนักเรียน และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนกลุ่มนี้ให้ความสนใจและตั้งใจเรียนดีมาก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการสังเกตการตอบคำถามและการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนเช่นเดียวกันกับการสอนซ่อมเสริมในคาบที่ 1

ผลจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้คาบที่ 2 เรื่องเอกภพสัมพัทธ์ แผนภาพเวนน-ออยเลอร์ สมาชิกของเซต สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) และจำนวนสมาชิกของเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกพอใจกับการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยจัดขึ้น โดยพิจารณาจากความรู้สึกหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ในคาบนี้ แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่รู้สึกไม่สนุกกับการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยจัดขึ้น ซึ่งจากการสอบถามนักเรียนทั้ง 3 คนได้ให้เหตุผลที่คล้ายคลึงกันว่า ยังไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบนี้ ประกอบกับไม่กล้าซักถามผู้วิจัยเมื่อไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียน เพราะกลัวจะทำให้เพื่อนๆในชั้นเรียนเสียเวลา และนักเรียนส่วนใหญ่ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 2 ผู้วิจัยพูดได้ช้าลงและตัวอย่างที่ผู้วิจัยแสดงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณามีขนาดใหญ่ขึ้น จึงทำให้นักเรียนฟังการอธิบายของเนื้อหาที่เรียนได้อย่างครบถ้วนและมองเห็นตัวอย่างได้ชัดเจนมากขึ้น และมีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่ได้ให้ข้อเสนอในการจัดการเรียนการสอนในคาบต่อไปว่า ผู้วิจัยควรจะมีการแจกรางวัลให้กับนักเรียนที่ทำแบบฝึกหัดได้ถูกทุกข้อ เพื่อเป็นแรงจูงใจให้กับนักเรียนคนอื่นๆ

ผลจากการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 1 และคาบที่ 2 ผนวกกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยคิดว่า สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดข้อผิดพลาดดังกล่าวอาจจะมาจากการจัดการเรียนการสอนในแต่ละคาบมีเวลาจำกัด จึงทำให้ตัวอย่างที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ไม่ได้แสดงให้เห็นให้นักเรียนได้สังเกตและพิจารณาทั้งหมด ส่งผลให้นักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนอย่างถ่องแท้ ประกอบกับจำนวนข้อในแบบฝึกทักษะมีมากเกินไป จึงทำให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะไม่เสร็จภายในเวลาที่ผู้วิจัยกำหนดให้ ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนในแต่ละคาบไม่ได้เฉลยแบบฝึกทักษะ

จากสาเหตุที่ (อาจจะ) ทำให้นักเรียนเกิดข้อผิดพลาดในวงจรที่ 1 ผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในวงจรที่ 2 ดังนี้ คือ ควรเลือกตัวอย่างที่น่าสนใจและมีความชัดเจนให้นักเรียนได้สังเกตและพิจารณา ทั้งนี้เพื่อให้ผู้วิจัยสอนได้ทันเวลาที่มีจำกัด ส่วนตัวอย่างที่เหลือผู้วิจัยอาจจะให้นักเรียนช่วยกันตอบปากเปล่าในระหว่างที่มีการจัดการเรียนการสอนหรือให้นักเรียนทำเป็นการบ้านก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะนั้น และควรปรับจำนวนข้อในแบบฝึกทักษะให้น้อยลง เพื่อให้นักเรียนสามารถทำแบบฝึกทักษะเสร็จภายในเวลาที่ผู้วิจัยกำหนดไว้

แม้จะมีปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนในวงจรที่ 1 อยู่บ้าง แต่ในภาพรวมพอจะสรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่อง การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิก การเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไข เอกภพสัมพัทธ์ แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ สมาชิกของเซต สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นสมาชิกของเซต ($\in$) สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการไม่เป็นสมาชิกของเซต ($\notin$) และจำนวนสมาชิกของเซตได้

วงจรที่ 2

ขั้นวางแผน

ในวงจรที่ 2 เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่อง เซตจำกัด เซตอนันต์ เซตว่าง เซตที่เท่ากัน เซตที่ไม่เท่ากัน สับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) สับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซตได้

ขั้นปฏิบัติตามแผนและสังเกตผลการปฏิบัติ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 2 คาบ โดยในคาบที่ 3 เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่อง เซตจำกัด เซตอนันต์ เซตว่าง เซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากัน ส่วนคาบที่ 4 เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่อง สับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) สับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซต ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในแต่ละคาบผู้วิจัยได้ใช้หลักและวิธีการเดียวกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

โดยในการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 3 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องเซตจำกัด เซตอนันต์ เซตว่าง เซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากัน ได้ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งลำดับในการจัดการเรียนการสอนดังนี้ (1) เรื่องเซตจำกัดและเซตอนันต์ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยการให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาตัวอย่างเซตจำกัด

และเซตอนันต์ จากตารางที่แสดงจำนวนสมาชิกของเซตและชนิดของเซตควบคู่กันหลายๆ ตัวอย่าง และตัวอย่างที่แสดงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณานั้นเป็นตัวอย่างที่นำเสนอจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม นั่นคือ นำเสนอจากแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้

นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องเซตจำกัดและเซตอนันต์ได้อย่างถูกต้อง (2) เรื่องเซตว่าง ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยการให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาตัวอย่างเกี่ยวกับเซตว่าง จากตารางที่แสดงจำนวนสมาชิกของเซตและชนิดของเซตควบคู่กันหลายๆ ตัวอย่าง และตัวอย่างที่แสดงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณานั้นเป็นตัวอย่างที่นำเสนอจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมเช่นเดียวกันกับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องเซตจำกัดและเซตอนันต์ นั่นคือ นำเสนอจากแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องเซตว่างได้อย่างถูกต้อง และ (3) เรื่องเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากัน ผู้วิจัยเริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนโดยการชี้แนะให้นักเรียนได้รู้ว่ามีสัญลักษณ์ที่ใช้แทนเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากันคือสัญลักษณ์อะไร จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาตัวอย่างเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากัน จากตารางที่แสดงเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากันควบคู่กันหลายๆ ตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนได้เปรียบเทียบความแตกต่างเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว เพื่อนำไปสู่การสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว และตัวอย่างที่แสดงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณานั้นเป็นตัวอย่างที่นำเสนอจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมเช่นเดียวกันกับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องที่ผ่านมา นั่นคือ นำเสนอจากแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากันได้อย่างถูกต้อง และในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และเมื่อนักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้แล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนฝึกทักษะในแบบฝึกทักษะ เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

ส่วนการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 4 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องสับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) สับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซตได้ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งลำดับในการจัดการเรียนการดังนี้ (1) เรื่องสับเซต (การเป็น

และไม่เป็นสับเซต) ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนในลักษณะที่คล้ายกันกับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากัน นั่นคือ ผู้วิจัยเริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนโดยการชี้แนะให้นักเรียนได้รู้ว่า สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการเป็นและไม่เป็นสับเซตคือสัญลักษณ์อะไร จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาตัวอย่างเกี่ยวกับสับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) จากตารางที่แสดงการเป็นและไม่เป็นสับเซตควบคู่กันหลายๆตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนได้เปรียบเทียบความแตกต่างเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว เพื่อนำไปสู่การสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว และตัวอย่างที่แสดงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณานั้นเป็นตัวอย่างที่นำเสนอจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมเช่นเดียวกันกับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องที่ผ่านมา นั่นคือ นำเสนอจากแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องสับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) ได้อย่างถูกต้อง (2) เรื่องสับเซตทั้งหมด ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยการให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาตัวอย่างสับเซตทั้งหมดหลายๆตัวอย่าง โดยตัวอย่างที่แสดงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณานั้นจะเริ่มต้นจากตัวอย่างที่มีความซับซ้อนน้อยไปหาตัวอย่างที่มีความซับซ้อนมาก ทั้งนี้เพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องสับเซตทั้งหมดได้อย่างถูกต้อง และ (3) เรื่องเพาเวอร์เซต ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยการให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาตัวอย่างเกี่ยวกับเพาเวอร์เซตหลายๆตัวอย่างในทำนองเดียวกันกับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องสับเซตทั้งหมด โดยตัวอย่างที่แสดงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณานั้นเป็นตัวอย่างเดียวกันกับตัวอย่างที่ใช้สอนในเรื่องสับเซตทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องเพาเวอร์เซตได้อย่างถูกต้อง และในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และเมื่อนักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้แล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนฝึกทักษะในแบบฝึกทักษะ เพื่อให้ นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

ผลจากการตรวจใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเซตของคาบที่ 3 ซึ่งมี 3 ใบงาน ได้แก่ (1) ใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเซตจำกัดและเซตอนันต์ (2) ใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเซตว่าง และ (3) ใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากัน โดยผู้วิจัยได้แบ่งลำดับในการพิจารณาดังนี้ (1) ใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเซตจำกัดและเซตอนันต์ พบว่า นักเรียนทั้ง 41 คน สามารถทำใบงานเกี่ยวกับ

เรื่องเซตจำกัดและเซตอนันต์ได้อย่างถูกต้อง (2) ใบบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเซตว่าง พบว่า นักเรียนทั้ง 41 คน สามารถทำใบบงานเกี่ยวกับเซตว่างได้อย่างถูกต้องเช่นกัน และ (3) ใบบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากัน พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 37 คน ที่ทำใบบงานเกี่ยวกับเรื่องเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากันได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 4 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากันได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการให้เหตุผลประกอบตัวอย่างของเรื่องเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 4 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลาเดียวกับการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่เกิดข้อผิดพลาดจากการทำแบบฝึกหัดชุดที่ 3

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 3 เรื่องเซตจำกัด เซตอนันต์ เซตว่าง เซตที่เท่ากัน และเซตที่ไม่เท่ากัน โดยผู้วิจัยได้แบ่งลำดับในการพิจารณาดังนี้ (1) เรื่องเซตจำกัด พบว่า นักเรียนทั้ง 41 คน สามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า เซตที่กำหนดเป็นเซตจำกัดหรือไม่ (2) เรื่องเซตอนันต์ พบว่า นักเรียนทั้ง 41 คน สามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า เซตที่กำหนดเป็นเซตอนันต์หรือไม่ (3) เซตว่าง พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 39 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องเซตว่างได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 2 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องเซตว่างได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนเหล่านี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการพิจารณาเซตว่าง กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้คิดว่า เซตของเซตว่าง ก็คือเซตว่าง และ (4) เรื่องเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากัน พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 37 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากันได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 4 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากันได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการพิจารณาเซตที่เท่ากัน กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้คิดว่า เซต 2 เซตจะเท่ากัน นอกจากจะมีจำนวนสมาชิกของเซตเท่ากันแล้ว สมาชิกของเซตทุกตัวจะต้องอยู่ในตำแหน่งเดียวกันด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 6 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลา 12.30 น. ถึง 13.00 น. ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 4 โดยการยกตัวอย่างในเรื่องเซตว่าง เซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากันให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่างตามลำดับ รวมทั้งการให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวอย่างถูกต้องแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 3 (ชุดเดิม) เป็นการบ้าน เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ผลจากการตรวจใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเซตของคาบที่ 4 ซึ่งมี 2 ใบงาน ได้แก่ (1) ใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องสับเซต (การเป็นและไม่ใช่สับเซต) และ (2) ใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเพาเวอร์เซต โดยผู้วิจัยได้แบ่งลำดับในการพิจารณาดังนี้ (1) ใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องสับเซต (การเป็นและไม่ใช่สับเซต) พบว่า นักเรียนทั้ง 41 คน สามารถทำใบงานเกี่ยวกับสับเซต (การเป็นและไม่ใช่สับเซต) ได้อย่างถูกต้อง และ (2) ใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเพาเวอร์เซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 35 คน ที่ทำใบงานเกี่ยวกับเรื่องเพาเวอร์เซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 6 คน ที่ทำใบงานเกี่ยวกับเรื่องเพาเวอร์เซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการยกตัวอย่างของเรื่องเพาเวอร์เซต ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 6 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลาเดียวกันกับการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่เกิดข้อผิดพลาดจากการทำแบบฝึกหัดชุดที่ 4

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 4 เรื่องสับเซต (การเป็นและไม่ใช่สับเซต) สับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซต โดยผู้วิจัยได้แบ่งลำดับในการพิจารณาดังนี้ (1) เรื่องสับเซต (การเป็นและไม่ใช่สับเซต) พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 35 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องสับเซต (การเป็นและไม่ใช่สับเซต) ได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 6 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องสับเซต (การเป็นและไม่ใช่สับเซต) ได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการพิจารณาสับเซต (การเป็นและไม่ใช่สับเซต) กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้คิดว่า เมื่อเซตที่กำหนดให้มีเครื่องหมายปีกกาอยู่แล้ว สับเซตที่ได้ไม่ต้องใส่เครื่องหมายปีกกาเพิ่ม (2) เรื่องสับเซตทั้งหมด พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 35 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องสับเซตทั้งหมดได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 6 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องสับเซตทั้งหมดได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการหาสับเซตทั้งหมด กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้มีความคิดที่ผิดเช่นเดียวกันกับเรื่องสับเซต กล่าวคือ เมื่อเซตที่กำหนดให้มีเครื่องหมายปีกกาอยู่แล้ว สับเซตที่ได้ไม่ต้องใส่เครื่องหมายปีกกาเพิ่ม และ (3) เรื่องเพาเวอร์เซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 35 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องเพาเวอร์เซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 6 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องเพาเวอร์เซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนเหล่านี้มีความคิดที่ผิดเช่นเดียวกันกับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในเรื่องสับเซตทั้งหมด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 6 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลา 12.30 น. ถึง 13.00 น. ก่อนที่จะมีการจัดการเรียน

การสอนในคาบที่ 5 โดยการยกตัวอย่างในเรื่อง สับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) สับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่างตามลำดับ รวมทั้งการให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวอย่างถูกต้องแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 1 (ชุดเดิม) เป็นการบ้าน เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เหมือนในวงจรที่ผ่านมาทั้งการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ในด้านการตอบคำถาม และการให้ความร่วมมือในชั้นเรียน แล้วบันทึกลงในแบบบันทึกการสังเกต ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดและผลการจัดการเรียนการสอน ได้บันทึกลงในแบบบันทึกที่เตรียมไว้ และหลังจากการจัดการเรียนการสอนในแต่ละคาบผู้วิจัยได้ให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งมีข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ได้เรียนรู้ ตลอดจนเขียนข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ของคาบที่ 3 และคาบที่ 4 ตามลำดับ และยังใช้การสัมภาษณ์กับนักเรียนเมื่อพบข้อผิดพลาดจากการตรวจแบบฝึกหัดและจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน โดยบันทึกลงในแบบบันทึกการสัมภาษณ์

ขั้นตอนความคิด

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นปฏิบัติตามแผนและสังเกตผลการปฏิบัติตามจัดกลุ่มตามเป้าหมายของการวิจัยที่ระบุไว้ในขั้นวางแผน เพื่อหาข้อสรุปของการดำเนินการวิจัยในวงจรนี้ว่า นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่อง เซตจำกัด เซตอนันต์ เซตว่าง เซตที่เท่ากัน เซตที่ไม่เท่ากัน สับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) สับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซตได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยในวงจรที่ 2 ได้ดังนี้

จากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในด้านการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนของคาบที่ 3 เรื่องเซตจำกัด เซตอนันต์ เซตว่าง เซตที่เท่ากัน และเซตที่ไม่เท่ากัน พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกลักษณะของเซตจำกัด เซตอนันต์ เซตว่าง เซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากันได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 5 - 6 คน ที่ไม่สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและแนะนำจึงจะทำให้ นักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

ผลจากการตรวจใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเซตจำกัดและเซตอนันต์ เซตว่าง เซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากันของคาบที่ 3 โดยผู้วิจัยได้แบ่งลำดับในการพิจารณาดังนี้ (1) หัวข้อนิยาม พบว่า โดยภาพรวมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนสรุปนิยามของแต่ละ

เรื่องได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้เพราะการเรียบเรียงประโยคของนักเรียนยังไม่ชัดเจนและมีความกำกวม ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและช่วยเรียบเรียงประโยคใหม่เพื่อให้มีความชัดเจนมากขึ้น (2) หัวข้อการเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะ พบว่า นักเรียนเพียงครึ่งห้องเท่านั้นที่สามารถเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะของแต่ละเรื่องได้อย่างถูกต้องชัดเจน และครอบคลุมรายละเอียดของเนื้อหาที่เรียน ส่วนนักเรียนกลุ่มที่เหลือถึงแม้จะสามารถเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะของแต่ละเรื่องได้อย่างถูกต้อง แต่การเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะของนักเรียนกลุ่มนี้ยังไม่ชัดเจนและไม่ครอบคลุมรายละเอียดของเนื้อหาที่เรียนมากพอ ซึ่งจากการซักถามนักเรียนกลุ่มนี้ได้ให้เหตุผลที่คล้ายกันว่า ไม่เคยชินกับการเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะ จึงทำให้ไม่สามารถเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะของแต่ละเรื่องได้ดีเท่าที่ควร และ (3) หัวข้อการยกตัวอย่างและการให้เหตุผลประกอบตัวอย่าง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถยกตัวอย่างและให้เหตุผลประกอบตัวอย่างของแต่ละเรื่องได้อย่างถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนจำนวน 4 คน ที่มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการให้เหตุผลประกอบตัวอย่างของเรื่องเซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากัน เช่น (1) เมื่อกำหนดให้ $A = \{5, 6, 7\}$ และ $B = \{7, 6, 5\}$ นักเรียนกลุ่มนี้ให้เหตุผลว่า เซตทั้ง 2 เซตมีจำนวนสมาชิกของเซตเท่ากันและเหมือนกันทุกตัว หรือให้เหตุผลว่า เซตทั้ง 2 เซตมีสมาชิกของเซตเหมือนกันและเท่ากัน และ (2) เมื่อกำหนดให้ $C = \{9, 8, 7\}$ และ $D = \{17, 16, 15\}$ นักเรียนกลุ่มนี้ให้เหตุผลว่า เซตทั้ง 2 เซตมีจำนวนสมาชิกของเซตไม่เท่ากันและไม่เหมือนกันทุกตัว หรือให้เหตุผลว่า เซตทั้ง 2 เซตมีสมาชิกของเซตไม่เหมือนกันและไม่เท่ากัน

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 3 เรื่องเซตจำกัด เซตอนันต์ เซตว่าง เซตที่เท่ากัน และเซตที่ไม่เท่ากัน พบว่า นักเรียนทุกคนสามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า เซตที่กำหนดให้ เซตใดเป็นเซตจำกัด เซตใดเป็นเซตอนันต์ ส่วนเรื่องเซตว่าง เซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากัน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า เซตที่กำหนดให้เป็นเซตว่างหรือไม่ และสามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า เซตที่กำหนดให้เป็นเซตที่เท่ากันหรือไม่ แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถพิจารณาในเรื่องเซตว่าง เซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากันได้อย่างถูกต้อง ซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนจำนวน 2 คน ไม่สามารถพิจารณาได้ว่า เซตที่กำหนดให้ไม่เป็นเซตว่าง เช่น เมื่อกำหนดให้ $B = \{\emptyset\}$ นักเรียนตอบว่า B เป็นเซตว่าง

2. นักเรียนจำนวน 4 คน ไม่สามารถพิจารณาได้ว่า เซตที่กำหนดให้เป็นเซตที่เท่ากัน เช่น เมื่อกำหนดให้ $C = \{x/x \text{ เป็นพยัญชนะในคำว่า "กรรมกร"}\}$, $D = \{x/x \text{ เป็นพยัญชนะในคำว่า "รากไม้"}\}$ นักเรียนตอบว่า $C \neq D$

ผลจากการสอนซ่อมเสริมของคาบที่ 3 เรื่องเซตจำกัด เซตอนันต์ เซตว่าง เซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากัน พบว่า นักเรียนทั้ง 10 คน สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 3 ของนักเรียน และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนกลุ่มนี้มีความตั้งใจและความพยายามในการเรียนดีมาก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการสังเกตการตอบคำถามและการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน

ผลจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้คาบที่ 3 เรื่องเซตจำกัด เซตอนันต์ เซตว่าง เซตที่เท่ากันและเซตที่ไม่เท่ากัน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกพอใจกับการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยจัดขึ้น โดยให้เหตุผลว่า ผู้วิจัยสอนได้สนุกและมีความเป็นกันเองกับนักเรียน ทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนไม่เคร่งเครียดมากเกินไป และมีนักเรียนจำนวน 5 คน กล่าวว่ามีความประทับใจที่ผู้วิจัยให้ความสนใจและคอยแนะนำให้กับนักเรียนที่ไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียน จึงทำให้นักเรียนเหล่านี้มีกำลังใจและความพยายามในการเรียนมากยิ่งขึ้น และมีนักเรียนจำนวน 3 คน กล่าวว่า เมื่อเรียนแล้วทำให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเป็นอย่างดี แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 4-5 คน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนในคาบต่อไปว่า ผู้วิจัยควรให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันหรือได้เล่นเกมทางคณิตศาสตร์ (บ้าง) เพื่อให้นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นและกระปรี้กระเป่าในการเรียนมากขึ้น

จากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในด้านการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนของคาบที่ 4 เรื่องสับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) สับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซต พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกลักษณะของเรื่องสับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) สับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 9-10 คน ที่ไม่สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและแนะนำจึงจะทำให้นักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

ผลจากการตรวจใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องสับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) และเพาเวอร์เซตของคาบที่ 4 โดยผู้วิจัยได้แบ่งลำดับในการพิจารณาดังนี้ (1) หัวข้อนิยาม พบว่า โดยภาพรวมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนสรุปนิยามของแต่ละเรื่องได้

อย่างถูกต้อง ทั้งนี้เพราะการเรียบเรียงประโยคของนักเรียนยังไม่ชัดเจนและมีความกำกวม ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและช่วยเรียบเรียงประโยคใหม่เพื่อให้มีความชัดเจนมากขึ้น (2) หัวข้อ การเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะของแต่ละเรื่องได้อย่างถูกต้องชัดเจน และครอบคลุมรายละเอียดของเนื้อหาที่เรียน แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 4-5 คน ที่ถึงแม้จะสามารถเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะของแต่ละเรื่องได้อย่างถูกต้อง แต่การเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะของนักเรียนกลุ่มนี้ยังไม่ชัดเจนและไม่ครอบคลุมรายละเอียดของเนื้อหาที่เรียนมากพอ ซึ่งจากการซักถามนักเรียนกลุ่มนี้ได้ให้เหตุผลที่คล้ายกันว่า ไม่เคยชินกับการเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะ จึงทำให้ไม่สามารถเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะได้ดีเท่าที่ควร ซึ่งจะสังเกตเห็นว่า จำนวนนักเรียนที่ไม่เคยชินกับการเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะมีจำนวนลดลง และ (3) หัวข้อการยกตัวอย่างและการให้เหตุผลประกอบตัวอย่าง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถยกตัวอย่างและให้เหตุผลประกอบตัวอย่างของแต่ละเรื่องได้อย่างถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนจำนวน 6 คน ที่มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการยกตัวอย่างประกอบเรื่องเพาเวอร์เซต เช่น (1) เมื่อกำหนดให้ $A = \{3\}$ นักเรียนตอบว่า $P(A) = \{\{\emptyset\}, \{3\}\}$ และ (2) $B = \{6, 7, 8\}$ นักเรียนตอบว่า $P(B) = \{\emptyset, \{6\}, \{7\}, \{8\}, \{6, 7, 8\}\}$

ผลการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 4 เรื่องสับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) สับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า เซตที่กำหนดให้เป็นสับเซตกันหรือไม่ และนักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาสับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซตของเซตที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถพิจารณาในเรื่องสับเซต (การเป็นไม่เป็นสับเซต) สับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซตได้อย่างถูกต้อง ซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนจำนวน 6 คน ไม่สามารถพิจารณาได้ว่า เซตที่กำหนดให้เป็นสับเซตของกันและกันหรือไม่ เช่น (1) นักเรียนตอบว่า $\{3, 9\} \subset \{1, \{3, 9\}\}$ และ (2) นักเรียนตอบว่า $\{\emptyset\} \subset \{\emptyset\}$
2. นักเรียนจำนวน 6 คน ไม่สามารถพิจารณาหาสับเซตทั้งหมดได้อย่างถูกต้อง เช่น (1) เมื่อกำหนดให้ $A = \{\{1\}, \{2\}\}$ นักเรียนตอบว่า สับเซตทั้งหมดของเซต A คือ $\emptyset, \{1\}, \{2\}, \{\{1\}, \{2\}\}$ และ (2) เมื่อกำหนดให้ $B = \{9, \{9\}\}$ นักเรียนตอบว่า สับเซตทั้งหมดของเซต B คือ $\emptyset, \{9\}, \{9\}, \{9, \{9\}\}$

3. นักเรียนจำนวน 6 คน ไม่สามารถพิจารณาหาเพาเวอร์เซตได้อย่างถูกต้อง เช่น (1) เมื่อกำหนดให้ $A = \{\{1\}, \{2\}\}$ นักเรียนตอบว่า $P(A)$ คือ $\{\emptyset, \{1\}, \{2\}, \{\{1\}, \{2\}\}\}$ และ (2) เมื่อกำหนดให้ $B = \{9, \{9\}\}$ นักเรียนตอบว่า $P(B)$ คือ $\{\emptyset, \{9\}, \{9\}, \{9, \{9\}\}\}$

ผลจากการสอนซ่อมเสริมของคาบที่ 4 เรื่องสับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) สับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซต พบว่า มีนักเรียนเพียง 4 คน ที่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่เหลืออีก 2 คน ไม่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนกลุ่มนี้ไม่ตั้งใจเรียนและไม่ให้ความสนใจในการเรียนรู้มากนัก ซึ่งผลจากการสอบถามนักเรียนกลุ่มนี้ได้ให้เหตุผลว่า รู้สึกกังวลที่การบ้านในวิชาที่จะเรียนในคาบต่อไปยังทำไม่เสร็จ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนัดนักเรียนทั้ง 2 คน ที่ยังพบข้อผิดพลาดมาสอนซ่อมเสริมในคาบอิสระอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งผลจากการสอนซ่อมเสริม พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของเรื่องที่เรียนมากขึ้น และพบว่า นักเรียนกลุ่มนี้สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริมในคาบอิสระ ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนทั้ง 2 คน ให้ความสนใจและตั้งใจเรียนดีมาก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 4 ของนักเรียน จากการสังเกตการตอบคำถามและการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน

ผลจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้คาบที่ 4 เรื่องสับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) สับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกพอใจกับการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยจัดขึ้น โดยให้เหตุผลว่า ผู้วิจัยมีการจัดการเรียนการสอนที่ไม่เครียดและมีความเป็นกันเองกับนักเรียน จึงทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนไม่เคร่งเครียดมากเกินไป และทำให้นักเรียนรู้สึกไม่เกร็งและกล้าที่จะซักถามผู้วิจัยเมื่อไม่เข้าใจหรือเกิดความสับสนในเนื้อหาที่เรียน และมีนักเรียนจำนวน 5 คน กล่าวว่า รู้สึกดีที่ผู้วิจัยแจกมอญให้กับนักเรียนทุกคนเพราะจะทำให้ทุกคนตั้งใจเรียนมากยิ่งขึ้น และมีนักเรียนจำนวน 3 คน กล่าวว่า ผู้วิจัยมีการจัดการเรียนการสอนดีแล้วไม่มีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุง แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 2-3 คน กล่าวว่า ยังไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหาของเรื่องที่ได้เรียนรู้ในคาบนี้เท่าที่ควร จึงต้องการให้ผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมในคาบว่างหรือช่วงเวลาพักกลางวัน เพื่อให้ให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาของเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

ผลจากการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 3 และคาบที่ 4 พบกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยคิดว่า สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดข้อผิดพลาดดังกล่าวน่าจะมาจากสาเหตุ 3 ประการ คือ ประการที่ 1 อาจเกิดจากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาไม่มีการเน้นย้ำถึงนิยามและข้อสังเกตบางประการที่นักเรียนควรจดจำ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถพิจารณาและให้เหตุผลประกอบตัวอย่างได้อย่างถูกต้อง ประการที่ 2 อาจเกิดจากลักษณะของแบบฝึกหัดที่ผู้วิจัยให้นักเรียนทำเป็นการบ้านนั้น มีความยุ่งยากและซับซ้อนมากกว่าลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ผู้วิจัยให้นักเรียนทำในชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้อง และ ประการที่ 3 อาจเกิดจากความสะเพร่าและขาดความรอบคอบของตัวนักเรียนเอง จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถทำใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดและแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้อง

จากสาเหตุที่ (อาจจะ) ทำให้นักเรียนเกิดข้อผิดพลาดในวงจรที่ 2 ผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในวงจรที่ 3 ดังนี้ คือ ควรมีการเน้นย้ำถึงนิยามและข้อสังเกตบางประการที่นักเรียนควรจดจำ เพื่อให้นักเรียนสามารถพิจารณาและให้เหตุผลประกอบตัวอย่างได้อย่างถูกต้องและชัดเจน และควรมีการปรับลักษณะของแบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำเป็นการบ้านให้สอดคล้องกับลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ให้นักเรียนทำในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนคอยตรวจสอบและให้คำแนะนำกับนักเรียนอยู่เสมอ เพื่อช่วยลดความสะเพร่าและขาดความรอบคอบของนักเรียน

แม้จะมีปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนในวงจรที่ 2 อยู่บ้าง แต่ในภาพรวมพอจะสรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องเซตจำกัด เซตอนันต์ เซตว่าง เซตที่เท่ากัน เซตที่ไม่เท่ากัน สับเซต (การเป็นและไม่เป็นสับเซต) สับเซตทั้งหมดและเพาเวอร์เซตได้

วงจรที่ 3

ขั้นวางแผน

ในวงจรที่ 3 เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่อง ยูเนียน อินเตอร์เซกชัน ผลต่างและคอมพลิเมนต์ของเซตได้

ขั้นปฏิบัติตามแผนและสังเกตผลการปฏิบัติ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 4 คาบ โดยในคาบที่ 5 เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่อง ยูเนียนของเซต ส่วนคาบที่ 6 เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่อง

อินเตอร์เซกชันของเซต สำหรับคาบที่ 7 เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่อง ผลต่างของเซต และคาบที่ 8 เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่อง คอมพลิเมนต์ของเซต ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในแต่ละคาบผู้วิจัยได้ใช้หลักและวิธีการเดียวกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

โดยในการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 5 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องยูเนียนของเซตได้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยการยกตัวอย่างเกี่ยวกับยูเนียนของเซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่าง พร้อมทั้งชี้แนะให้นักเรียนได้รู้ว่า สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการยูเนียนของเซตคือสัญลักษณ์อะไร และตัวอย่างที่แสดงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณานั้นเป็นตัวอย่างที่นำเสนอจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม นั่นคือ นำเสนอจากแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องยูเนียนของเซตได้อย่างถูกต้อง และในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และเมื่อนักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้แล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนฝึกทักษะในแบบฝึกทักษะ เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

ส่วนการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 6 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซตได้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนในทำนองเดียวกันกับการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 5 นั่นคือ มีการยกตัวอย่างเกี่ยวกับอินเตอร์เซกชันของเซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่าง พร้อมทั้งชี้แนะให้นักเรียนได้รู้ว่า สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการอินเตอร์เซกชันของเซตคือสัญลักษณ์อะไร และตัวอย่างที่แสดงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณานั้นเป็นตัวอย่างที่นำเสนอจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมเช่นเดียวกันกับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องยูเนียนของเซต นั่นคือ นำเสนอจากแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซตได้อย่างถูกต้อง และในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และเมื่อนักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้แล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนฝึกทักษะในแบบฝึกทักษะ เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

สำหรับการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 7 นั้น มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องผลต่างของเซตได้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนในลักษณะที่คล้ายกันกับการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 5 และคาบที่ 6 นั่นคือ มีการยกตัวอย่างเกี่ยวกับผลต่างของเซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่าง พร้อมทั้งชี้แนะให้นักเรียนได้รู้ว่า สัญลักษณ์ที่ใช้แทนผลต่างของเซตคือสัญลักษณ์อะไร และตัวอย่างที่แสดงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณานั้นเป็นตัวอย่างที่นำเสนอจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมเช่นเดียวกันกับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องยูเนียนและอินเตอร์เซกชันของเซต นั่นคือ นำเสนอจากแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องผลต่างของเซตได้อย่างถูกต้อง และในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และเมื่อนักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้แล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนฝึกทักษะในแบบฝึกทักษะ เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

และการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 8 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องคอมพลิเมนต์ของเซตได้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนในทิศทางเดียวกันกับการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ผ่านมา นั่นคือ มีการยกตัวอย่างเกี่ยวกับคอมพลิเมนต์ของเซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่างพร้อมทั้งชี้แนะให้นักเรียนได้รู้ว่า สัญลักษณ์ที่ใช้แทนคอมพลิเมนต์ของเซตคือสัญลักษณ์อะไร และตัวอย่างที่แสดงให้นักเรียนสังเกตและพิจารณานั้นเป็นตัวอย่างที่นำเสนอจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมเช่นเดียวกันกับการจัดการเรียนการสอนในเรื่องที่ผ่านมา นั่นคือ นำเสนอจากแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ การเขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและการเขียนเซตแบบบอกเงื่อนไขตามลำดับ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดของเรื่องคอมพลิเมนต์ของเซต ได้อย่างถูกต้อง และในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และเมื่อนักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้แล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนฝึกทักษะในแบบฝึกทักษะ เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

ผลจากการตรวจใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเซตของคาบที่ 5 ซึ่งมี 1 ใบงาน คือ ใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องยูเนียนของเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 38 คน ที่ทำใบงานเกี่ยวกับเรื่องยูเนียนของเซตได้มากกว่า 50 % และมี

นักเรียนจำนวน 3 คน ที่ทำใบงานเกี่ยวกับเรื่องยูเนียนของเซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการพิจารณาว่า เซตที่กำหนดให้เป็นเซตที่แสดงยูเนียนของเซตหรือไม่ และมีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการให้เหตุผลประกอบการพิจารณาว่า เพราะเหตุใดเซตที่กำหนดให้จึงเป็นหรือไม่เป็นเซตที่แสดงยูเนียนของเซต ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 3 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลาเดียวกับการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่เกิดข้อผิดพลาดจากการทำแบบฝึกหัดชุดที่ 5

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 5 เรื่องยูเนียนของเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 37 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องยูเนียนของเซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 4 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องยูเนียนของเซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการแรเงาบนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เพื่อแสดงยูเนียนของเซตจากเซตที่กำหนดให้ กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้คิดว่า ถ้าแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ที่กำหนดให้มีส่วนที่ซ้อนทับกันอยู่ เมื่อแรเงาเพื่อแสดงยูเนียนของเซตจากเซตที่กำหนดให้ไม่ต้องแรเงาในส่วนที่ซ้อนทับกันกับเซตที่ไม่เกี่ยวข้อง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 4 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลา 12.30 น. ถึง 13.00 น. ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 6 โดยการยกตัวอย่างในเรื่องยูเนียนของเซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่างรวมทั้งการให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวอย่างถูกต้องแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 5 (ชุดเดิม) เป็นการบ้าน เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ผลจากการตรวจใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเซตของคาบที่ 6 ซึ่งมี 1 ใบงาน คือ ใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 37 คน ที่ทำใบงานเกี่ยวกับเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 4 คน ที่ทำใบงานเกี่ยวกับเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการพิจารณาว่า เซตที่กำหนดให้เป็นเซตที่แสดงอินเตอร์เซกชันของเซตหรือไม่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 4 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลาเดียวกับการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่เกิดข้อผิดพลาดจากการทำแบบฝึกหัดชุดที่ 6

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 6 เรื่องอินเตอร์เซกชันของเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 35 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 6 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนเหล่านี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการเรียงแบนแผนภาพเวนน-ออยเลอร์และการหาคำตอบเพื่อแสดงอินเตอร์เซกชันของเซตจากเซตที่กำหนดให้ กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้คิดว่า ถ้าแผนภาพเวนน-ออยเลอร์ที่กำหนดให้มีส่วนที่ซ้อนทับกันอยู่ เมื่อเรียงเพื่อแสดงอินเตอร์เซกชันของเซตจากเซตที่กำหนดให้ นักเรียนมักจะเรียงในส่วนที่ซ้อนทับกันทุกส่วนโดยไม่คำนึงถึงเซตที่กำหนดให้ว่า ให้เรียงตรงส่วนใดและคิดว่า ถ้าเซตที่กำหนดให้ต้องการให้หาคำตอบเพื่อแสดงอินเตอร์เซกชันของเซตมากกว่า 2 เซต นักเรียนมักจะหาคำตอบของเซตดังกล่าวที่ละคู่ แล้วนำคำตอบที่ได้มารวมกันโดยไม่ได้อ่านถึงเครื่องหมายวงเล็บที่กำหนดให้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 6 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลา 12.30 น. ถึง 13.00 น. ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 7 โดยการยกตัวอย่างในเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่าง รวมทั้งการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทักษะเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวอย่างถูกต้องแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 6 (ชุดเดิม) เป็นการบ้าน เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ผลจากการตรวจใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเซตของคาบที่ 7 ซึ่งมี 1 ใบงาน คือ ใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องผลต่างของเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 38 คน ที่ทำใบงานเกี่ยวกับเรื่องผลต่างของเซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่ทำใบงานเกี่ยวกับเรื่องผลต่างของเซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดในทำนองเดียวกันกับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซต นั่นคือ นักเรียนกลุ่มนี้ไม่สามารถพิจารณาได้ว่า เซตที่กำหนดให้เป็นเซตที่แสดงผลต่างของเซตหรือไม่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 3 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลาเดียวกับการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่เกิดข้อผิดพลาดจากการทำแบบฝึกหัดชุดที่ 7

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 7 เรื่องผลต่างของเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 36 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องผลต่างของเซตมากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 5 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องผลต่างของเซตได้น้อยกว่า 50 %

โดยนักเรียนเหล่านี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการหาคำตอบเพื่อแสดงผลต่างของเซตจากเซตที่กำหนดให้ กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้คิดว่า ถ้าเซตที่กำหนดให้ต้องการให้หาคำตอบเพื่อแสดงผลต่างของเซตมากกว่า 2 เซต นักเรียนมักจะหาคำตอบของเซตดังกล่าวทีละคู่ แล้วนำคำตอบที่ได้มารวมกันโดยไม่ได้คำนึงถึงเครื่องหมายวงเล็บที่กำหนดให้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 5 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลา 12.30 น. ถึง 13.00 น. ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 8 โดยการยกตัวอย่างในเรื่องผลต่างของเซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่าง รวมทั้งการให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม เพื่อให้ นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวอย่างถูกต้องแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 7 (ชุดเดิม) เป็นการบ้าน เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ผลจากการตรวจใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องเซตของคาบที่ 8 ซึ่งมี 1 ใบงาน คือ ใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องคอมพลิเมนต์ของเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 38 คน ที่ทำใบงานเกี่ยวกับเรื่องคอมพลิเมนต์ของเซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่ทำใบงานเกี่ยวกับเรื่องคอมพลิเมนต์ของเซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดในลักษณะที่คล้ายกันกับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในเรื่องอินเตอร์เซกชันและผลต่างของเซต นั่นคือ นักเรียนกลุ่มนี้ไม่สามารถพิจารณาได้ว่า เซตที่กำหนดให้เป็นเซตที่แสดงคอมพลิเมนต์ของเซตหรือไม่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียน ทั้ง 3 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลาเดียวกับการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่เกิดข้อผิดพลาดจากการทำแบบฝึกหัดชุดที่ 8

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 8 เรื่องคอมพลิเมนต์ของเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 37 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องคอมพลิเมนต์ของเซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 4 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องคอมพลิเมนต์ของเซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการแรเงาบนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เพื่อแสดงคอมพลิเมนต์ของเซตจากเซตที่กำหนดให้ กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้คิดว่า ถ้าแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ที่กำหนดให้มีส่วนที่ซ้อนทับกันอยู่ เมื่อแรเงาเพื่อแสดงคอมพลิเมนต์ของเซตจากเซตที่กำหนดให้ต้องแรเงาในส่วนที่ซ้อนทับกันกับเซตที่ไม่เกี่ยวข้อง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 4 คน มาสอนซ่อมเสริมในช่วงเวลา 12.30 น. ถึง 13.00 น. ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 9 โดยการยกตัวอย่างในเรื่องคอมพลิเมนต์ของเซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆตัวอย่าง รวมทั้งการให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ

เพิ่มเติม เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวอย่างถูกต้องแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 8 (ชุดเดิม) เป็นการบ้าน เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดคะแนน เรื่องยูเนียน อินเตอร์เซกชัน ผลต่างและคอมพลิเมนต์ของเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 35 คน ที่ทำแบบฝึกหัดคะแนนได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 6 คน ที่ทำแบบฝึกหัดคะแนนได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนเหล่านี้มีข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการเขียนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เพื่อแสดงเซตที่กำหนดให้ กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้คิดว่า ถึงแม้สมาชิกของเซตในแต่ละเซตที่กำหนดให้จะเหมือนกัน เมื่อนำมาเขียนในแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์นักเรียนมักจะเขียนสมาชิกของเซตที่เหมือนกันคนละตัวกัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นัดนักเรียนทั้ง 6 คน มาสอนซ่อมเสริมในคาบอิสระก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 9 โดยการยกตัวอย่างในเรื่องยูเนียน อินเตอร์เซกชัน ผลต่างและคอมพลิเมนต์ของเซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาหลายๆ ตัวอย่าง รวมทั้งการให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น และเมื่อนักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวอย่างถูกต้องแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดคะแนน (ชุดเดิม) เป็นการบ้าน เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เหมือนในวงจรที่ 1 และวงจรที่ 2 นั่นคือ การสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน ในด้านการตอบคำถามและการให้ความร่วมมือในชั้นเรียน แล้วบันทึกผลที่ได้ลงในแบบบันทึกการสังเกต ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดและผลจากการจัดการเรียนการสอนในแต่ละคาบ ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกลงในแบบบันทึกที่เตรียมไว้ และหลังจากการจัดการเรียนการสอนในแต่ละคาบ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งมีข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ได้เรียนรู้ ตลอดจนเขียนข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนของครู โดยให้นักเรียนเขียนลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ของคาบที่ 5 ถึงคาบที่ 8 ที่ผู้วิจัยได้เตรียมไว้ตามลำดับ และยังใช้การสัมภาษณ์กับนักเรียนเมื่อพบข้อผิดพลาดจากการตรวจแบบฝึกหัดและจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน โดยบันทึกลงในแบบบันทึกการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยได้เตรียมไว้ เช่นเดียวกันกับวงจรที่ผ่านมา

ขั้นสะท้อนความคิด

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นปฏิบัติตามแผนและสังเกตผลการปฏิบัติตามจัดกลุ่มตามเป้าหมายของการวิจัยที่ระบุไว้ในขั้นวางแผน เพื่อหาข้อสรุปของการดำเนินการวิจัยในวงจรนี้ว่า นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่อง ยูเนียน อินเตอร์เซกชัน ผลต่าง และคอมพลิเมนต์ของเซตได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยในวงจรที่ 3 ได้ดังนี้

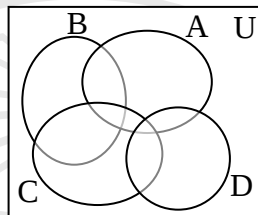
จากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในด้านการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนของคาบที่ 5 เรื่องยูเนียนของเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกลักษณะของยูเนียนของเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 5 - 6 คน ที่ไม่สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและแนะนำจึงจะทำให้ นักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

ผลจากการตรวจใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องยูเนียนของเซตของคาบที่ 5 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนสรุปนิยามของยูเนียนของเซตได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ เพราะการเรียบเรียงประโยคของนักเรียนยังไม่ชัดเจนและมีความกำกวม ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและช่วยเรียบเรียงประโยคใหม่เพื่อให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น (2) หัวข้อการเชื่อมโยงคุณลักษณะ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะของเรื่องยูเนียนของเซตได้อย่างถูกต้องชัดเจนและครอบคลุมรายละเอียดของเนื้อหาที่เรียน และ (3) หัวข้อการพิจารณาว่า เซตที่กำหนดให้เป็นเซตที่แสดงยูเนียนของเซตหรือไม่ เพราะเหตุใด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพิจารณาและให้เหตุผลประกอบการพิจารณาของเรื่องยูเนียนของเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่ไม่สามารถพิจารณาและให้เหตุผลประกอบการพิจารณาของเรื่องยูเนียนของเซตได้อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อกำหนดให้ $A = \{1, 3, 4, 5\}$, $B = \{3, 4, 6, 7\}$, $C = \{3, 4, 9, 10\}$ แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า $E = \{1, 3, 4, 5, 6, 7\}$ เป็นเซตที่แสดงการยูเนียนของเซต A และเซต B และ $F = \{1, 3, 4, 10\}$ เป็นเซตที่แสดงการยูเนียนของเซต A และเซต C หรือไม่ พร้อมให้เหตุผลอธิบายประกอบการพิจารณา นักเรียนกลุ่มนี้ตอบว่า E เป็นเซตที่ไม่แสดงการยูเนียนของเซต A และเซต B โดยให้เหตุผลว่า E เป็นเซตที่ประกอบด้วยสมาชิกที่เป็นสมาชิกของเซต A และเซต B และตอบว่า F เป็นเซตที่แสดงการยูเนียนของเซต A และเซต C โดยให้เหตุผลว่า F เป็นเซตที่ประกอบด้วยสมาชิกที่เป็นสมาชิกของเซต A และเซต C

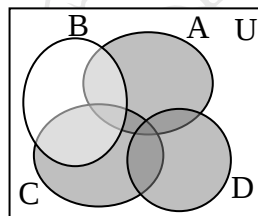
ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 5 เรื่องยูเนียนของเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแรเงาบนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์และหาคำตอบเพื่อแสดงยูเนียนของเซตจากเซตที่

กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถพิจารณาในเรื่องยูเนียนของเซตได้อย่างถูกต้อง ซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

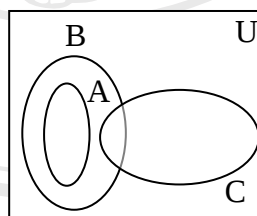
1. นักเรียนจำนวน 4 คน ไม่สามารถแรเงาบนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เพื่อแสดงยูเนียนของเซตจากเซตที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อกำหนดแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เพื่อให้นักเรียนแรเงา $A \cup (D \cup C)$ ดังนี้



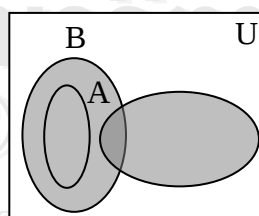
นักเรียนแรเงาเป็น



2. นักเรียนบางส่วนมีความสับสนและขาดความรอบคอบในการแรเงาบนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์และการหาคำตอบเพื่อแสดงยูเนียนของเซตจากเซตที่กำหนดให้ เช่น (1) เมื่อกำหนดแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เพื่อให้นักเรียนแรเงา $A \cup C$ ดังนี้



นักเรียนแรเงาเป็น



และ (2) เมื่อกำหนดให้ $A = \{0, 2, 4, 6, 8\}$, $B = \{10, 12, 14\}$, $C = \{16, 18, 20, 22, 24\}$ นักเรียนตอบว่า $A \cup B = \{0, 2, 4, 8, 10\}$ หรือตอบว่า $B \cup C = \{10, 12, 16, 18, 20, 24\}$

ผลจากการสอนซ่อมเสริมของคาบที่ 5 เรื่องยูนิเจนของเซต พบว่า นักเรียนทั้ง 7 คน สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 5 ของนักเรียน และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนทุกคนให้ความสนใจและตั้งใจเรียนในเนื้อหาที่ผู้วิจัยสอนดีมาก ประกอบกับมีการซักถามผู้วิจัยเมื่อไม่เข้าใจหรือเกิดความสับสนในเนื้อหาที่เรียน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการสังเกตการตอบคำถามและการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน

ผลจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้คาบที่ 5 เรื่องยูนิเจนของเซต พบว่า นักเรียนเกือบทุกคนรู้สึกพอใจกับการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยจัดขึ้น โดยให้เหตุผลว่า ผู้วิจัยมีการจัดการเรียนการสอนที่ไม่เครียด มีความสนุกสนานและมีความเป็นกันเองกับนักเรียน จึงทำให้เวลาเรียนรู้สึกไม่เกร็งและกล้าที่จะซักถามในเนื้อหาบางตอนหรือบางเรื่องที่ยังไม่เข้าใจหรือยังเกิดความสับสนอยู่ และมีนักเรียนจำนวน 4 คน กล่าวว่า ผู้วิจัยมีการจัดการเรียนการสอนที่แปลกและน่าสนใจ โดยให้เหตุผลว่า ผู้วิจัยเริ่มสอนเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องยูนิเจนของเซตจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม จึงทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องยูนิเจนของเซตมากยิ่งขึ้น แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 4-5 คน กล่าวว่า ยังมีความสับสนในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องยูนิเจนของเซตที่ได้เรียนรู้ในคาบนี้ แต่เมื่อได้กลับไปทบทวนแล้วจึงทำให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องยูนิเจนของเซตมากขึ้น

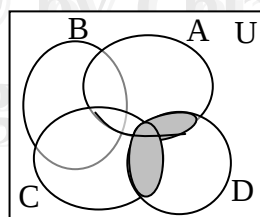
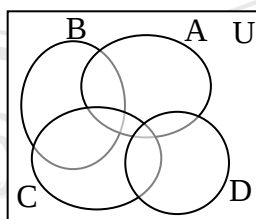
ส่วนผลจากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในด้านการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนของคาบที่ 6 เรื่องอินเตอร์เซกชันของเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกลักษณะของอินเตอร์เซกชันของเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 8-9 คน ที่ไม่สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและแนะนำจึงจะทำให้ให้นักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

ผลจากการตรวจใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซตของคาบที่ 6 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนสรุปนิยามของอินเตอร์เซกชันของเซตได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้เพราะการเรียบเรียงประโยคของนักเรียนยังไม่ชัดเจนและมีความกำกวม ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและช่วยเรียบเรียงประโยคใหม่เพื่อให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น (2) หัวข้อการเชื่อมโยงคุณลักษณะ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะของเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซตได้อย่างถูกต้องชัดเจนและครอบคลุมรายละเอียดของเนื้อหาที่เรียน

และ (3) หัวข้อการพิจารณาว่า เซตที่กำหนดให้เป็นเซตที่แสดงอินเตอร์เซกชันของเซตหรือไม่ เพราะเหตุใด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพิจารณาและให้เหตุผลประกอบการพิจารณาของเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนจำนวน 4 คน ที่ไม่สามารถพิจารณาหาอินเตอร์เซกชันของเซตได้อย่างถูกต้อง แต่สามารถให้เหตุผลประกอบการพิจารณาของเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซตได้อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อกำหนดให้ $A = \{1, 3, 4, 5\}$, $B = \{3, 4, 6, 7\}$, $C = \{3, 4, 9, 10\}$ แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า $E = \{3, 4\}$ เป็นเซตที่แสดงการอินเตอร์เซกชันของเซต A และเซต B และ $F = \{1, 3, 4, 5, 7\}$ เป็นเซตที่แสดงการอินเตอร์เซกชันของเซต A และเซต C หรือไม่ พร้อมให้เหตุผลอธิบายประกอบการพิจารณา นักเรียนกลุ่มนี้ตอบว่า E เป็นเซตที่ไม่แสดงการอินเตอร์เซกชันของเซต A และเซต B โดยให้เหตุผลว่า E เป็นเซตที่ประกอบด้วยสมาชิกที่เป็นสมาชิกของเซต A และเซต B และตอบว่า F เป็นเซตที่แสดงการอินเตอร์เซกชันของเซต A และเซต C โดยให้เหตุผลว่า F เป็นเซตที่ประกอบด้วยสมาชิกที่เป็นสมาชิกของเซต A และเซต C

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 6 เรื่องอินเตอร์เซกชันของเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแรงงานบนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์และหาคำตอบเพื่อแสดงอินเตอร์เซกชันของเซตจากเซตที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถพิจารณาในเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซตได้อย่างถูกต้อง ซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนจำนวน 2 คน ไม่สามารถแรงงานบนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เพื่อแสดงอินเตอร์เซกชันของเซตจากเซตที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อกำหนดแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เพื่อให้นักเรียนแรงงาน $A \cap (D \cap C)$ ดังนี้

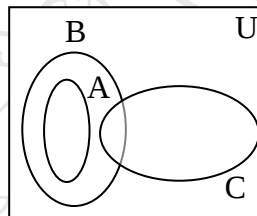


นักเรียนแรงงานเป็น

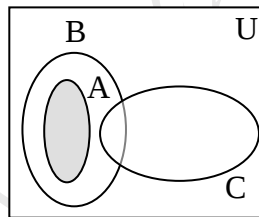
2. นักเรียนจำนวน 4 คน ไม่สามารถหาคำตอบเพื่อแสดงอินเตอร์เซกชันของเซต ในกรณีที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบเพื่อแสดงการอินเตอร์เซกชันของเซตมากกว่า 2 เซตได้ อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อกำหนดให้ $U = \{x / x \text{ เป็นจำนวนคี่ที่มากกว่า } 0 \text{ แต่น้อยกว่า } 10\}$, $A = \{x / x + 3 = 10\}$, $B = \{x / x + 5 = 8\}$, $C = \{x / x + 4 = 7\}$ นักเรียนตอบว่า $(A \cap B) \cap C = \{\emptyset, 3\}$

3. นักเรียนบางส่วนมีความสับสนและขาดความรอบคอบในการแรงงานแผนภาพ เวนน์-ออยเลอร์และการหาคำตอบเพื่อแสดงอินเตอร์เซกชันของเซตจากเซตที่กำหนดให้ เช่น

(1) เมื่อกำหนดแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เพื่อให้นักเรียนแรงงาน $A \cap C$ ดังนี้



นักเรียนแรงงานเป็น



และ (2) เมื่อกำหนดให้ $A = \{0, 2, 4, 6, 8\}$, $B = \{10, 12, 14\}$, $C = \{16, 18, 20, 22, 24\}$ นักเรียนตอบว่า $A \cap B = \{\emptyset\}$ หรือตอบว่า $B \cap C = \{\emptyset\}$

ผลจากการสอนซ่อมเสริมของคาบที่ 6 เรื่องอินเตอร์เซกชันของเซต พบว่า มีนักเรียนเพียง 6 คน ที่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่เหลืออีก 4 คน ไม่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนกลุ่มนี้ไม่ตั้งใจเรียนและไม่ให้ความสนใจในการเรียนรู้มากนัก ซึ่งผลจากการสอบถาม นักเรียนกลุ่มนี้ได้ให้เหตุผลว่า รู้สึกกังวลที่การบ้านในวิชาที่จะเรียนในคาบต่อไปยังทำไม่เสร็จ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนัดนักเรียนทั้ง 4 คน ที่ยังพบข้อผิดพลาดมาสอนซ่อมเสริมในคาบอิสระอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งผลจากการสอนซ่อมเสริมพบว่า นักเรียนกลุ่มนี้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของเรื่องที่เรียนมากขึ้น และพบว่า นักเรียนกลุ่มนี้สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริมในคาบอิสระ ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนทั้ง 4 คน ให้ความสนใจและ

ตั้งใจเรียนดีมาก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 6 ของนักเรียน จากการสังเกตการตอบคำถามและจากการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน

ผลจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้คาบที่ 6 เรื่องอินเตอร์เซกชันของเซต พบว่านักเรียนเกือบทุกคนรู้สึกพอใจกับการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้จัดขึ้น โดยให้เหตุผลว่าผู้วิจัยมีการจัดการเรียนการสอนที่สนุกสนาน ไม่เครียดและมีความเป็นกันเองกับนักเรียน จึงทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนไม่เคร่งเครียดมากเกินไป และมีนักเรียนจำนวน 3 คน กล่าวว่าผู้วิจัยให้ความสนใจและพยายามที่จะอธิบายให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนดีมาก จึงทำให้นักเรียนมีกำลังใจที่จะเรียนรู้มากขึ้น แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 6 - 7 คน กล่าวว่ายังมีความสับสนในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องอินเตอร์เซกชันของเซตที่ได้เรียนรู้ในคาบนี้ แต่เมื่อได้กลับไปทบทวนแล้วจึงทำให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องอินเตอร์เซกชันเซตมากขึ้น

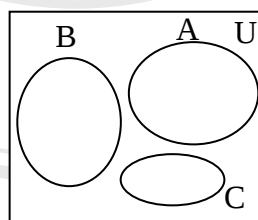
สำหรับผลจากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในด้านการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนของคาบที่ 7 เรื่องผลต่างของเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกลักษณะของผลต่างของเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 10 - 11 คนที่ไม่สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและแนะนำจึงจะทำให้นักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

ผลจากการตรวจใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องผลต่างของเซตของคาบที่ 7 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนสรุปนิยามของผลต่างของเซตได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้เพราะการเรียบเรียงประโยคของนักเรียนยังไม่ชัดเจนและมีความกำกวม ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและช่วยเรียบเรียงประโยคใหม่เพื่อให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น (2) หัวข้อการเชื่อมโยงคุณลักษณะ พบว่า นักเรียนทุกคนสามารถเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะของเรื่องผลต่างของเซตได้อย่างถูกต้องชัดเจนและครอบคลุมรายละเอียดของเนื้อหาที่เรียน และ (3) หัวข้อการพิจารณาว่า เซตที่กำหนดให้เป็นเซตที่แสดงผลต่างของเซตหรือไม่ เพราะเหตุใด พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถพิจารณาและให้เหตุผลประกอบการพิจารณาของเรื่องผลต่างของเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่ไม่สามารถพิจารณาหาผลต่างของเซตได้อย่างถูกต้อง แต่สามารถให้เหตุผลประกอบการพิจารณาของเรื่องผลต่างของเซตได้อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อกำหนดให้ $A = \{2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$, $B = \{2, 6, 8, 10\}$, $C = \{6, 8, 10, 14\}$ แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า $E = \{2, 10, 12, 14\}$ เป็นเซตที่แสดงผลต่างของเซต

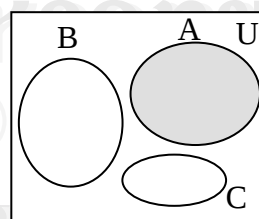
A และเซต B และ $F = \{2, 6, 10, 14\}$ เป็นเซตที่แสดงผลต่างของเซต A และเซต C หรือไม่ พร้อมให้เหตุผลอธิบายประกอบการพิจารณา นักเรียนตอบว่า E เป็นเซตที่แสดงผลต่างของเซต A และเซต B โดยให้เหตุผลว่า E เป็นเซตที่ประกอบด้วยสมาชิกที่เป็นสมาชิกของเซต A และไม่เป็นสมาชิกของเซต B และตอบว่า F เป็นเซตที่แสดงผลต่างของเซต A และเซต C โดยให้เหตุผลว่า F เป็นเซตที่ประกอบด้วยสมาชิกที่เป็นสมาชิกของเซต A และไม่เป็นสมาชิกของเซต C

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 7 เรื่องผลต่างของเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแรงงานบนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์และหาคำตอบเพื่อแสดงผลต่างของเซตจากเซตที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถพิจารณาในเรื่องผลต่างของเซตได้อย่างถูกต้อง ซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนจำนวน 5 คน ไม่สามารถหาคำตอบเพื่อแสดงผลต่างของเซต ในกรณีที่ต้องให้หาคำตอบเพื่อแสดงผลต่างของเซตมากกว่า 2 เซตได้อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อกำหนดให้ $A = \{s, t, h, w, e, r, c, m\}$, $B = \{h, r, q, c, v, n, m\}$, $C = \{c, e, q, n, o, k, f, g\}$ นักเรียนตอบว่า $(A - B) - C = \{s, t, w, e, h, r, v, m\}$
2. นักเรียนบางส่วนมีความสับสนและขาดความรอบคอบในการแรงงานบนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์และการหาคำตอบเพื่อแสดงผลต่างของเซตจากเซตที่กำหนดให้ เช่น (1) เมื่อกำหนดแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เพื่อให้นักเรียนแรงงาน $B - C$ ดังนี้



นักเรียนแรงงานเป็น



และ (2) เมื่อกำหนดให้ $A = \{q, r, t, y, i, o, g, r\}$, $B = \{r, g, i, y, i\}$, $C = \{o, q, r, y, g\}$ นักเรียนตอบว่า $A - B = \{q, r, t, o, g\}$ หรือตอบว่า $B - A = \{i\}$

ผลจากการสอนซ่อมเสริมของคาบที่ 7 เรื่องผลต่างของเซต พบว่า นักเรียนทั้ง 8 คน สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยได้เก็บรวบรวม จากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 7 ของนักเรียน และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนกลุ่มนี้ให้ความสนใจและตั้งใจเรียนในเนื้อหาที่ผู้วิจัยสอนดีมาก ประกอบกับมีการซักถามผู้วิจัยเมื่อไม่เข้าใจหรือเกิดความสับสนในเนื้อหาที่เรียน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการสังเกตการตอบคำถามและการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนเช่นเดียวกันกับการสังเกตการสอนซ่อมเสริมในคาบที่ 5 และคาบที่ 6

ผลจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้คาบที่ 7 เรื่องผลต่างของเซต พบว่า นักเรียนเกือบทุกคนรู้สึกพอใจกับการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยจัดขึ้น โดยให้เหตุผลว่า ผู้วิจัยสอนได้สนุกและมีความเป็นกันเองกับนักเรียน จึงทำให้เวลาเรียนรู้สึกไม่เกร็งและกล้าที่จะซักถามในเนื้อหาบางตอนหรือบางเรื่องที่ยังไม่เข้าใจหรือยังเกิดความสับสนอยู่ และมีนักเรียนจำนวน 5 คน กล่าวว่า ประทับใจในความพยายามของผู้วิจัยที่ต้องการสอนให้นักเรียนทุกคนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนเท่ากันทุกคน แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 3-4 คน กล่าวว่า ยังมีความสับสนในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องผลต่างของเซตที่ได้เรียนรู้ในคาบนี้ แต่เมื่อได้กลับไปทบทวนแล้วจึงทำให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องผลต่างของเซตมากขึ้น

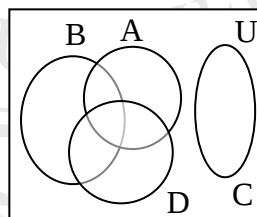
และผลจากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในด้านการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนของคาบที่ 8 เรื่องคอมพลิเมนต์ของเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกลักษณะของคอมพลิเมนต์ของเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 12-13 คน ที่ไม่สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและแนะนำจึงจะทำให้ให้นักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

ผลจากการตรวจใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดเรื่องคอมพลิเมนต์ของเซตของคาบที่ 8 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนสรุปนิยามของคอมพลิเมนต์ของเซตได้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้เพราะการเรียบเรียงประโยคของนักเรียนยังไม่ชัดเจนและมีความกำกวม ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและช่วยเรียบเรียงประโยคใหม่เพื่อให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น (2) หัวข้อการเชื่อมโยงคุณลักษณะ พบว่า นักเรียนทุกคนสามารถเขียนเชื่อมโยงคุณลักษณะของเรื่องคอมพลิเมนต์ของเซตได้อย่างถูกต้องชัดเจนและครอบคลุมรายละเอียดของเนื้อหาที่เรียน และ (3) หัวข้อการพิจารณาว่า เซตที่กำหนดให้เป็นเซตที่แสดงคอมพลิเมนต์ของเซตหรือไม่ เพราะเหตุใด

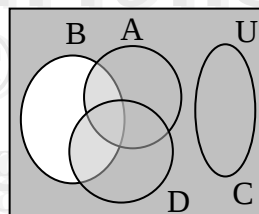
พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพิจารณาและให้เหตุผลประกอบการพิจารณาของเรื่อง คอมพลิเมนต์ของเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่ไม่สามารถพิจารณาหา คอมพลิเมนต์ของเซตได้อย่างถูกต้อง แต่สามารถให้เหตุผลประกอบการพิจารณาของเรื่อง คอมพลิเมนต์ของเซตได้อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อกำหนดให้ $U = \{1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15\}$, $A = \{1, 5, 7, 9, 13\}$, $B = \{1, 3, 15, 9\}$ แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า $C = \{3, 11, 1\}$ เป็นเซตที่แสดงคอมพลิเมนต์ของเซต A เมื่อเทียบกับ U และ $D = \{3, 11\}$ เป็นเซตที่แสดง คอมพลิเมนต์ของเซต B เมื่อเทียบกับ U หรือไม่ พร้อมให้เหตุผลอธิบายประกอบการ พิจารณา นักเรียนตอบว่า C เป็นเซตที่แสดงคอมพลิเมนต์ของเซต A เมื่อเทียบกับ U โดย ให้เหตุผลว่า C เป็นเซตที่ประกอบด้วยสมาชิกที่แสดงคอมพลิเมนต์ของเซต A เมื่อเทียบกับ U และตอบว่า D เป็นเซตที่แสดงคอมพลิเมนต์ของเซต B เมื่อเทียบกับ U โดยให้เหตุผลว่า D เป็นเซตที่ประกอบด้วยสมาชิกที่แสดงคอมพลิเมนต์ของเซต B เมื่อเทียบกับ U

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 8 เรื่องคอมพลิเมนต์ของเซต พบว่า นักเรียน ส่วนใหญ่สามารถเรแกนบนแผนภาพเวนน-ออยเลอร์และหาคำตอบเพื่อแสดงคอมพลิเมนต์ ของเซตจากเซตที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถพิจารณาใน เรื่องคอมพลิเมนต์ของเซตได้อย่างถูกต้อง ซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนจำนวน 4 คน ไม่สามารถเรแกนบนแผนภาพเวนน-ออยเลอร์เพื่อแสดง คอมพลิเมนต์ของเซตจากเซตที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อกำหนดแผนภาพ เวนน-ออยเลอร์เพื่อให้นักเรียนเรแกน B' ดังนี้

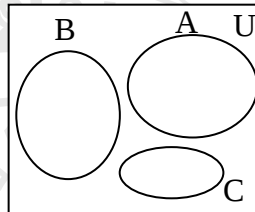


นักเรียนเรแกนเป็น

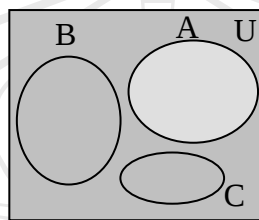


2. นักเรียนบางส่วนมีความสละเพร่าและขาดความรอบคอบในการแรเงาบนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์และการหาคำตอบเพื่อแสดงคอมพลิเมนต์ของเซตจากเซตที่กำหนดให้ เช่น

(1) เมื่อกำหนดแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เพื่อให้นักเรียนแรเงา C' ดังนี้



นักเรียนแรเงาเป็น



และ (2) เมื่อกำหนดให้ $U = \{a, b, c, \dots, z\}$, $A = \{a, b, c, d, e, f\}$, $B = \{w, x, y, z\}$, นักเรียนตอบว่า $A' = \{g, h, i, \dots, y\}$ หรือตอบว่า $B' = \{a, b, c, \dots, z\}$

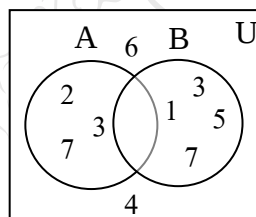
ผลจากการสอนซ่อมเสริมของคาบที่ 8 เรื่องคอมพลิเมนต์ของเซต พบว่า นักเรียนทั้ง 7 คน สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 8 ของนักเรียน และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนทุกคนตั้งใจเรียนและพยายามทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ผู้วิจัยสอนดีมาก ประกอบกับมีการซักถามผู้วิจัยเมื่อไม่เข้าใจหรือเกิดความสับสนในเนื้อหาที่เรียน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการสังเกตการตอบคำถามและการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนเช่นเดียวกันกับการสังเกตการสอนซ่อมเสริมในคาบที่ผ่านมา

ผลจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้คาบที่ 8 เรื่องคอมพลิเมนต์ของเซต พบว่า นักเรียนเกือบทุกคนรู้สึกพอใจกับการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยจัดขึ้น โดยให้เหตุผลว่า ผู้วิจัยมีการจัดการเรียนการสอนที่สนุกสนาน ไม่เครียดและมีความเป็นกันเองกับนักเรียน จึงทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนไม่เคร่งเครียดมากเกินไป และมีนักเรียนจำนวน 5 คน กล่าวว่า รู้สึกดีที่ผู้วิจัยได้แจกมยืมให้กับนักเรียนทุกคนในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน จึงทำให้นักเรียนสนใจและตั้งใจเรียนมากยิ่งขึ้น แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 2-3 คน กล่าวว่า ยังมี

ความสับสนในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องคอมพลิเมนต์ของเซตที่ได้เรียนรู้ในคาบนี้ แต่เมื่อได้กลับไปทบทวนแล้วจึงทำให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องคอมพลิเมนต์ของเซตมากขึ้น

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดคะแนน เรื่องยูเนียน อินเตอร์เซกชัน ผลต่างและคอมพลิเมนต์ของเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแรงงานบนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ แสดงแทนสัญลักษณ์ของเซตและสามารถเขียนสัญลักษณ์ของเซตแสดงแทนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ ตลอดจนเขียนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ และหาคำตอบเพื่อแสดงเซตที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถเขียนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ เพื่อแสดงเซตที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนจำนวน 6 คน ไม่สามารถเขียนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เพื่อแสดงเซตที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง เช่น เมื่อกำหนดให้ $U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $A = \{2, 3, 7\}$, $B = \{1, 3, 5, 7\}$ นักเรียนเขียนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เป็น



2. นักเรียนบางส่วนมีความสับสนและขาดความรอบคอบในการหาคำตอบเพื่อแสดงเซตที่กำหนดให้ เช่น เมื่อกำหนดให้ $U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$, $A = \{3, 6, 9\}$, $B = \{1, 3, 5, 7, 9\}$ นักเรียนตอบว่า $A \cap B = \{3\}$ หรือตอบว่า $A' \cap B = \{1, 5, 7, 9\}$

ผลจากการสอนซ่อมเสริมในเรื่องยูเนียน อินเตอร์เซกชัน ผลต่างและคอมพลิเมนต์ของเซตในแบบฝึกหัดคะแนน พบว่า นักเรียนทั้ง 8 คน สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการตรวจแบบฝึกหัดคะแนนของนักเรียน และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนทุกคนตั้งใจเรียนและพยายามทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ผู้วิจัยสอนดีมาก ประกอบกับการซักถามผู้วิจัยเมื่อไม่เข้าใจหรือเกิดความสับสนในเนื้อหาที่เรียน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการสังเกตการตอบคำถามและการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียนเช่นเดียวกันกับการสังเกตการสอนซ่อมเสริมในคาบที่ผ่านๆมา

ผลจากการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 5 ถึงคาบที่ 8 ผนวกกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยคิดว่า สาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดข้อผิดพลาดดังกล่าวอาจจะมาจาก

สาเหตุ 3 ประการ คือ ประการที่ 1 อาจมาจากลักษณะของแบบฝึกหัดที่ผู้วิจัยให้นักเรียน ทำเป็นการบ้านนั้น มีความยุ่งยากและซับซ้อนมากกว่าลักษณะของแบบฝึกทักษะที่ผู้วิจัยให้ นักเรียนทำในชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้อง ประการที่ 2 อาจเกิดจากการที่นักเรียนไม่ได้ทำแบบฝึกทักษะด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถ นำไปประยุกต์ใช้ในกรณีที่เกิดโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้อย่างถูกต้อง และ ประการที่ 3 อาจเกิดจากความสะเพร่าและขาดความรอบคอบของตัวนักเรียนเอง จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถทำใบงานเกี่ยวกับความคิดรวบยอดและแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้อง

จากสาเหตุที่ (อาจจะ) ทำให้นักเรียนเกิดข้อผิดพลาดในวงจรที่ 3 ผู้วิจัยได้เสนอแนะ แนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในวงจรที่ 4 ดังนี้ คือ ควรมีการปรับ ลักษณะของแบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำเป็นการบ้านให้สอดคล้องกับลักษณะของแบบฝึกทักษะ ที่ให้นักเรียนทำในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้อง และควรมี การส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกทักษะด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ ใช้ในกรณีที่เกิดโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนคอยตรวจสอบและให้ คำแนะนำกับนักเรียนอยู่เสมอ เพื่อช่วยลดความสะเพร่าและขาดความรอบคอบของนักเรียน

แม้จะมีปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนในวงจรที่ 3 อยู่บ้าง แต่ใน ภาพรวมพอจะสรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่อง ยูเนียน อินเตอร์เซกชัน ผลต่างและคอมพลิเมนต์ของเซตได้

วงจรที่ 4

ขั้นวางแผน

ในวงจรที่ 4 เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถนำ แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซต ได้

ขั้นปฏิบัติตามแผนและสังเกตผลการปฏิบัติ

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 4 คาบ โดยในคาบที่ 9 เป็นการ จัดการเรียนการสอนเรื่อง การนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่ เกี่ยวกับเซต ส่วนคาบที่ 10 เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่อง สูตรเกี่ยวกับเซตและการนำ สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซต สำหรับคาบที่ 11 เป็นการ

ฝึกหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตโดยใช้แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซต และคาบที่ 12 เป็นการทดสอบเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องเซต ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในแต่ละคาบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

โดยในการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 9 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตได้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยการตั้งโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตที่ง่าย ๆ และไม่มีความซับซ้อนให้นักเรียนลองหาคำตอบด้วยตนเอง จากนั้นผู้วิจัยจึงนำเข้าสู่การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตโดยใช้แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ ซึ่งโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตที่ผู้วิจัยยกตัวอย่างให้นักเรียนได้สังเกตและพิจารณานั้น จะเป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตเดิมที่นักเรียนเคยลองหาคำตอบด้วยตนเอง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดต่างๆ ได้ง่าย และเมื่อนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้แล้วว่า แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตได้ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนฝึกหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตโดยใช้แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ และในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และเมื่อนักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้แล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนฝึกทักษะในรูปแบบฝึกทักษะ เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

ส่วนการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 10 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องสูตรเกี่ยวกับเซต และมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถนำสูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตได้ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งลำดับในการจัดการเรียนการสอนดังนี้ (1) เรื่องสูตรเกี่ยวกับเซต ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยอาศัยแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์เข้ามาช่วยประกอบการอธิบายในเรื่องสูตรเกี่ยวกับเซต กล่าวคือ ผู้วิจัยให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาพร้อมทั้งตอบคำถามเกี่ยวกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ เพื่อเชื่อมโยงความคิดรวบยอดเข้าสู่สูตรเกี่ยวกับเซต และ (2) เรื่องการนำสูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซต ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยการยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตโดยใช้สูตรเกี่ยวกับเซตให้นักเรียนได้สังเกตและพิจารณาหลายๆ ตัวอย่าง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้เห็นภาพรวมว่า สูตรเกี่ยวกับเซตสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตได้อย่างไร และในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้เร็วขึ้น และเมื่อนักเรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอด

เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้แล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนฝึกทักษะในแบบฝึกทักษะ เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่อง ดังกล่าวมากยิ่งขึ้น

ส่วนการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 11 มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนสามารถนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซต ได้ ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยการทบทวนความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ และสูตรเกี่ยวกับเซตให้กับนักเรียนก่อนที่จะให้นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซต ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความคิดรวบยอดต่างๆไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

และในคาบที่ 12 เป็นคาบสุดท้ายของการจัดการเรียนการสอนเรื่องเซต ผู้วิจัยจึงได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่เกี่ยวกับเรื่องเซต ภายในเวลา 50 นาที เพื่อทดสอบความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับเรื่องเซต

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 9 เรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 36 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 5 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดในการพิจารณาในสิ่งที่โจทย์ต้องการถาม กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้ไม่สามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า สิ่งที่โจทย์ต้องการถามคืออะไร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนัดนักเรียนทั้ง 5 คน และมีนักเรียนอีก 2 คน ที่มาขอเรียนด้วยเพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้กับตนเอง มาทำการสอนซ่อมเสริมในช่วงคาบอิสระ ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 10 โดยการยกตัวอย่างในเรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณา รวมทั้งการให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น หลังจากนั้น ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 9 (ชุดเดิม) เป็นการบ้าน เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งการสอนซ่อมเสริมในครั้งนี้นอกจากที่ผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเองแล้ว ผู้วิจัยยังให้เพื่อนนักเรียนอีก 2 คน ที่มาขอเรียนด้วยเป็นผู้ช่วยอธิบายและตอบข้อซักถามของนักเรียนในขณะที่ทำแบบฝึกทักษะอีกด้วย

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 10 เรื่องการนำสูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 38 คน

ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องการนำสูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องการนำสูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดในการพิจารณาในสิ่งที่โจทย์ต้องการถาม กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้ไม่สามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า สิ่งที่โจทย์ต้องการถามคืออะไร ซึ่งจะสังเกตเห็นว่า จำนวนนักเรียนที่เกิดข้อผิดพลาดในการทำแบบฝึกหัดชุดที่ 10 มีจำนวนลดลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงนัดนักเรียนทั้ง 3 คน และมีนักเรียนอีก 3 คน ที่มาขอเรียนด้วยเพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้กับตนเอง มาทำการสอนซ่อมเสริมในช่วงคาบอิสระ ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 11 โดยการยกตัวอย่างในเรื่องการนำสูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณา รวมทั้งการให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 10 (ชุดเดิม) เป็นการบ้าน เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งการสอนซ่อมเสริมในครั้งนี้นอกจากที่ผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเองแล้ว ผู้วิจัยยังให้เพื่อนนักเรียนอีก 3 คน ที่มาขอเรียนด้วยเป็นผู้ช่วยอธิบายและตอบข้อซักถามของนักเรียนในขณะที่ทำแบบฝึกทักษะอีกด้วย

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 11 เรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 39 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 2 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตได้น้อยกว่า 50 % โดยนักเรียนกลุ่มนี้มีข้อผิดพลาดในการพิจารณาในสิ่งที่โจทย์ต้องการถาม กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มนี้ไม่สามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า สิ่งที่โจทย์ต้องการถามคืออะไร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนัดนักเรียนทั้ง 2 คน และมีนักเรียนอีก 7 คน ที่มาขอเรียนด้วยเพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้กับตนเอง มาทำการสอนซ่อมเสริมในช่วงคาบอิสระ ก่อนที่จะมีการทดสอบเรื่องเซตในคาบที่ 12 โดยการยกตัวอย่างในเรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตให้นักเรียนสังเกตและพิจารณา รวมทั้งการให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญในเรื่องดังกล่าวมากยิ่งขึ้น หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 11 (ชุดเดิม) เป็นการบ้าน เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

ผลจากการตรวจแบบทดสอบเรื่องเซต พบว่า จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน มีนักเรียนจำนวน 35 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องเซตได้มากกว่า 50 % และมีนักเรียนจำนวน 6 คน ที่ทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับเรื่องเซตได้น้อยกว่า 50 % เมื่อทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อ พบว่า ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ (อาจจะ) เกิดจากความสับสนและความสะเพร่า ตลอดจนขาดความรอบคอบของตัวนักเรียนเอง จึงทำให้นักเรียนกลุ่มนี้ไม่สามารถทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเรื่องเซตได้อย่างถูกต้อง

ในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเช่นเดียวกันกับวงจรอื่นๆที่ผ่านมา นั่นคือ มีการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในด้านการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน โดยบันทึกผลที่ได้ลงในแบบบันทึกการสังเกต ผลจากการจัดการเรียนการสอนและผลการตรวจแบบฝึกหัดของแต่ละคาบ ได้บันทึกลงในแบบบันทึกที่ผู้วิจัยได้เตรียมไว้ และหลังจากการจัดการเรียนการสอนในแต่ละคาบ ผู้วิจัยได้แจกแบบบันทึกการเรียนรู้ให้นักเรียนทำเป็นการบ้าน ซึ่งมีข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้ ตลอดจนข้อเสนอต่างๆที่ผู้วิจัยควรจะนำไปปรับปรุงในการจัดการเรียนการสอนในคาบอื่นๆต่อไป และทำการสัมภาษณ์นักเรียนเมื่อพบข้อผิดพลาดจากการตรวจแบบฝึกหัดและจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน โดยบันทึกผลที่ได้ลงในแบบบันทึกการสัมภาษณ์

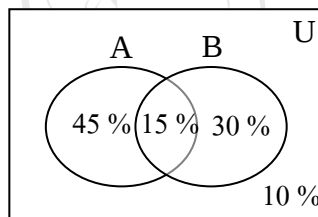
ขั้นตอนความคิด

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นปฏิบัติตามแผนและสังเกตผลการปฏิบัติตามจัดกลุ่มตามเป้าหมายของการวิจัยที่ระบุไว้ในขั้นวางแผน เพื่อหาข้อสรุปของการดำเนินการวิจัยในวงจรนี้ว่า นักเรียนสามารถนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยในวงจรที่ 4 ได้ดังนี้

จากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในด้านการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนคาบที่ 9 เรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกสัญลักษณ์ของเซตที่ใช้แทนส่วนต่างๆบนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 9 - 10 คน ที่ไม่สามารถบอกสัญลักษณ์ของเซตแทนส่วนต่างๆบนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและแนะนำจึงจะทำให้นักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

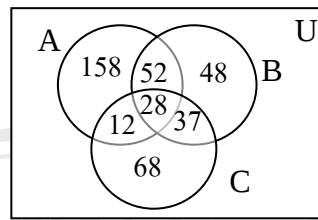
ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 9 เรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตโดยใช้แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตโดยใช้แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนจำนวน 5 คน ไม่สามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า สิ่งที่โจทย์ต้องการถามคืออะไร เช่น เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตให้นักเรียนพิจารณาดังนี้ ร้านค้าแห่งหนึ่งได้ทำการสำรวจความนิยมลูกค้าเกี่ยวกับการใช้พัดลม พบว่า 60 % ใช้พัดลมชนิดตั้งโต๊ะ 45 % ใช้ชนิดแขวนเพดาน และ 15 % ใช้ทั้งสองชนิด อยากทราบว่า จำนวนลูกค้าที่ใช้พัดลมเพียงชนิดเดียวมีกี่เปอร์เซ็นต์ เมื่อกำหนดให้ U แทนเซตของลูกค้าที่ใช้พัดลมชนิดตั้งโต๊ะและชนิดแขวนเพดาน A แทนเซตของลูกค้าที่ใช้พัดลมชนิดตั้งโต๊ะ B แทนเซตของลูกค้าที่ใช้พัดลมชนิดแขวนเพดาน ซึ่งแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ที่นักเรียนเขียนแสดงเป็น



จะเห็นว่า แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ที่นักเรียนเขียนแสดงนั้นถูกต้อง แต่นักเรียนไม่สามารถพิจารณาในสิ่งที่โจทย์ต้องการถามได้อย่างถูกต้อง นั่นคือ นักเรียนตอบว่า จำนวนลูกค้าที่ใช้พัดลมเพียงชนิดเดียวมี 90 %

2. นักเรียนบางส่วนมีความสับสนและขาดความรอบคอบในการบวก - ลบเลข เช่น เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตให้นักเรียนพิจารณาดังนี้ ในการสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายห้องหนึ่ง พบว่า มีผู้สอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์ 250 คน วิชาสังคมศึกษา 165 คน วิชาภาษาไทย 145 คน และมีผู้สอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์และสังคมศึกษา 80 คน ผู้ที่สอบผ่านวิชาสังคมศึกษาและภาษาไทยมี 65 คน ผู้ที่สอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์และภาษาไทยมี 40 คน และมีผู้ที่สอบผ่านทั้งสามวิชา 28 คน ดังนั้น มีผู้ที่สอบผ่านอย่างน้อยหนึ่งวิชากี่คน เมื่อกำหนดให้ U แทนเซตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย A แทนเซตของนักเรียนที่สอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์ B แทนเซตของนักเรียนที่สอบผ่านวิชาสังคมศึกษา C แทนเซตของนักเรียนที่สอบผ่านวิชาภาษาไทย ซึ่งแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ที่นักเรียนเขียนแสดงเป็น



จะเห็นว่า แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ที่นักเรียนเขียนแสดงนั้นถูกต้อง แต่นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตได้อย่างถูกต้อง นั่นคือ นักเรียนตอบว่า จำนวนผู้ที่สอบผ่านอย่างน้อยหนึ่งวิชา = $158 + 52 + 48 + 12 + 28 + 37 + 68 = 401$ หรือตอบว่า 402

ผลจากการสอนซ่อมเสริมของคาบที่ 9 เรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซต พบว่า มีนักเรียนเพียง 3 คน ที่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่เหลืออีก 2 คน ไม่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนกลุ่มนี้ไม่ตั้งใจเรียนและไม่ให้ความสนใจในการเรียนมากนัก ซึ่งผลจากการสอบถาม นักเรียนกลุ่มนี้ได้ให้เหตุผลว่า อยากไปดูการแข่งขันฟุตบอลที่มีการจัดการแข่งขันในช่วงเวลา 12.15 น. ถึง 12.45 น. ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนัดนักเรียนทั้ง 2 คน ที่ยังพบข้อผิดพลาดมาสอนซ่อมเสริมในคาบอิสระอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งผลจากการสอนซ่อมเสริม พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของเรื่องที่เรียนมากขึ้น และพบว่า นักเรียนกลุ่มนี้สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริมในคาบอิสระ ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนทั้ง 2 คน ให้ความสนใจและตั้งใจเรียนดีมาก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 9 ของนักเรียน จากการสังเกตการตอบคำถามและการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน

ผลจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้คาบที่ 9 เรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกพอใจกับการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยจัดขึ้น โดยให้เหตุผลว่า ผู้วิจัยสอนได้สนุกและมีความเป็นกันเองกับนักเรียน ทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนไม่เคร่งเครียดมากเกินไป มีนักเรียนจำนวน 3 คน กล่าวว่า มีความประทับใจในความตั้งใจของผู้วิจัยที่พยายามสอนให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจในเนื้อหาที่เรียน จนบางครั้งทำให้นักเรียนรู้สึกเกรงใจผู้วิจัยเมื่อไม่ตั้งใจเรียน แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 14 - 15 คน กล่าวว่า ยังมีความสับสนในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตที่ได้เรียนรู้ในคาบนี้

แต่เมื่อได้กลับไปทบทวนแล้วทำให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวมากขึ้น และนักเรียนกลุ่มนี้ได้ให้ข้อเสนอแนะกับผู้วิจัยว่า ควรมีการยกตัวอย่างและอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวให้นักเรียนทั้งชั้นฟังอีกครั้งหนึ่ง ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในเรื่องต่อไป ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดต่างๆ ได้ง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

จากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในด้านการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนคาบที่ 10 เรื่องสูตรเกี่ยวกับเซตและการนำสูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกความสัมพันธ์ของจำนวนสมาชิกของเซตเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่สูตรเกี่ยวกับเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 5 - 6 คน ที่ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของจำนวนสมาชิกของเซตเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่สูตรเกี่ยวกับเซตได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยต้องคอยชี้แนะและแนะนำจึงจะทำให้ นักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกลักษณะของเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 10 เรื่องสูตรเกี่ยวกับเซตและการนำสูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตได้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตโดยใช้สูตรเกี่ยวกับเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตโดยใช้สูตรเกี่ยวกับเซตได้อย่างถูกต้อง ซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนจำนวน 3 คน ไม่สามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า สิ่งที่โจทย์ต้องการถามคืออะไร เช่น เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตให้นักเรียนพิจารณาดังนี้ ในการสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายห้องหนึ่งพบว่า มีผู้สอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์ 37 คน วิชาสังคมศึกษา 48 คน วิชาภาษาไทย 45 คน และมีผู้สอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์และสังคมศึกษา 15 คน ผู้ที่สอบผ่านวิชาสังคมศึกษาและภาษาไทยมี 13 คน ผู้ที่สอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์และภาษาไทยมี 7 คน และมีผู้ที่สอบผ่านทั้งสามวิชา 5 คน อยากทราบว่า มีผู้ที่สอบไม่ผ่านทั้ง 3 วิชากี่คน เมื่อกำหนดให้ U แทนเซตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย A แทนเซตของนักเรียนที่สอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์ B แทนเซตของนักเรียนที่สอบผ่านวิชาสังคมศึกษา C แทนเซตของนักเรียนที่สอบผ่านวิชาภาษาไทย ดังนั้น $n(A) = 37$, $n(B) = 48$, $n(C) = 45$, $n(A \cap B) = 15$, $n(A \cap C) = 7$, $n(B \cap C) = 13$, $n(A \cap B \cap C) = 5$ จะเห็นว่า นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่นักเรียนไม่สามารถเขียนสัญลักษณ์แทนในสิ่งที่โจทย์ต้องการถามได้อย่างถูกต้อง

นั่นคือ นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ที่ใช้แทนจำนวนนักเรียนที่สอบไม่ผ่านทั้ง 3 วิชา เป็น $n(A \cap B \cap C)'$ จึงส่งผลให้คำตอบที่นักเรียนได้ไม่ถูกต้องตามไปด้วย

2. นักเรียนบางส่วนมีความสับสนและขาดความรอบคอบในการบวก - ลบเลข เช่น เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตให้นักเรียนพิจารณาดังนี้ จากการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนชั้น ม.6 จำนวน 1,000 คน พบว่า มีนักเรียนที่ชอบเรียนศิลปะ 455 คน มีนักเรียนที่ชอบเรียนดนตรี 239 คน มีนักเรียนที่ชอบเรียนศิลปะและดนตรี 155 คน จงหา จำนวนนักเรียนที่ชอบเรียนศิลปะหรือดนตรี เมื่อกำหนดให้ U แทนเซตของนักเรียนชั้น ม.6 A แทนเซตของนักเรียนที่ชอบเรียนศิลปะ B แทนเซตของนักเรียนที่ชอบเรียนดนตรี ดังนั้น $n(U) = 1,000$, $n(A) = 455$, $n(B) = 239$, $n(A \cap B) = 155$ จะเห็นว่า นักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง และสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนในสิ่งที่โจทย์ต้องการถามได้อย่างถูกต้อง (บางข้อ) แต่นักเรียนไม่สามารถบวก - ลบเลขได้อย่างถูกต้อง นั่นคือ นักเรียนตอบว่า $n(A \cup B) = 455 + 239 - 155 = 519$ หรือตอบว่า 529

ผลจากการสอนซ่อมเสริมของคาบที่ 10 เรื่องการนำสูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซต พบว่า มีนักเรียนเพียง 1 คน ที่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่เหลืออีก 2 คน ไม่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนกลุ่มนี้ไม่ตั้งใจเรียนและไม่ให้ความสนใจในการเรียนรู้มากนัก ซึ่งผลจากการสอบถามนักเรียนกลุ่มนี้ได้ให้เหตุผลในทำนองเดียวกันกับการให้เหตุผลในการสอนซ่อมเสริมของคาบที่ 9 นั่นคือ อยากไปดูการแข่งขันฟุตบอลที่มีการจัดการแข่งขันในช่วงเวลา 12.15 น. ถึง 12.45 น. ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนัดนักเรียนทั้ง 2 คน ที่ยังพบข้อผิดพลาดมาสอนซ่อมเสริมในคาบอิสระอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งผลจากการสอนซ่อมเสริม พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของเรื่องที่เรียนมากขึ้น และพบว่า นักเรียนกลุ่มนี้สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริมในคาบอิสระ ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนทั้ง 2 คน ให้ความสนใจและตั้งใจเรียนดีมาก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 10 ของนักเรียน จากการสังเกตการตอบคำถามและการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน

ผลจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้คาบที่ 10 เรื่องสูตรเกี่ยวกับเซตและการนำสูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตได้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกพอใจกับการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยจัดขึ้น โดยให้เหตุผลว่า ผู้วิจัยสอนได้สนุก

ใจดี มีอารมณ์ขันและมีความเป็นกันเองกับนักเรียน จึงทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนไม่เคร่งเครียดมากเกินไป และมีนักเรียนจำนวน 3 คน กล่าวว่า ประทับใจที่ผู้วิจัยจะคอยตรวจสอบและสอบถามนักเรียนแต่ละคนว่า มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนหรือไม่ และถ้านักเรียนคนไหนยังไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ผู้วิจัยจะพยายามอธิบายและยกตัวอย่างประกอบการอธิบายให้นักเรียน (คนนั้น) ได้เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 7-8 คน กล่าวว่า ยังมีความสับสนในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องการนำสูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตที่ได้เรียนรู้ในคาบนี้ แต่เมื่อได้กลับไปทบทวนแล้วทำให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวมากขึ้น และนักเรียนกลุ่มนี้ได้ให้ข้อเสนอแนะกับผู้วิจัยในการทำงานเดียวกันกับข้อเสนอแนะในคาบที่ 9 ว่า ควรมีการยกตัวอย่างและอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวให้นักเรียนทั้งชั้นฟังอีกครั้งหนึ่ง ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 11 ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดต่างๆ ได้ง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

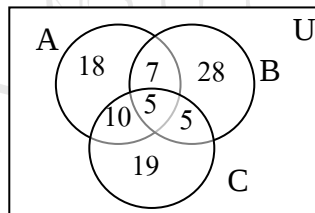
จากการพิจารณาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมในด้านการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนคาบที่ 11 เรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกสัญลักษณ์ของเซตแทนส่วนต่างๆ บนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ และสามารถบอกสูตรเกี่ยวกับเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 3-4 คน ที่ยังสับสนเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว แต่เมื่อผู้วิจัยได้ชี้แนะและแนะนำให้กับนักเรียนกลุ่มนี้แล้ว พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้สามารถบอกลักษณะที่เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้อย่างถูกต้อง

ผลจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 11 เรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตโดยใช้แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรที่เกี่ยวกับเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตโดยใช้แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรที่เกี่ยวกับเซตได้อย่างถูกต้อง ซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. นักเรียนจำนวน 2 คน ไม่สามารถพิจารณาได้อย่างถูกต้องว่า สิ่งที่โจทย์ต้องการถามคืออะไร เช่น เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตให้นักเรียนพิจารณาดังนี้ จากการตรวจสอบสุขภาพของคนกลุ่มหนึ่ง พบว่า มีคนที่สายตาสั้นจำนวน 35 % ของคนทั้งหมด มีคนที่ฟันผุจำนวน 48 % ของคนทั้งหมด และมีคนที่สายตาสั้นและฟันไม่ผุจำนวน 29 %

ของคนทั้งหมด จงหาจำนวนเปอร์เซ็นต์ของคนที่ย้ายตาสั้นแต่ฟันไม่ผุ เมื่อกำหนดให้ U แทนเซตของคนทั้งหมดที่มาตรวจสุขภาพ A แทนเซตของคนที่ย้ายตาสั้น B แทนเซตของคนที่มีฟันผุ ดังนั้น $n(U) = 100$, $n(A) = 35$, $n(B) = 48$, $n(A' \cap B') = 29$ จะเห็นว่านักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง แต่นักเรียนไม่สามารถเขียนสัญลักษณ์แทนในสิ่งที่โจทย์ต้องการถามได้อย่างถูกต้อง นั่นคือ นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ที่ใช้แทนจำนวนเปอร์เซ็นต์ของคนที่ย้ายตาสั้นแต่ฟันไม่ผุ คือ $n(A-B)'$ จึงส่งผลให้คำตอบที่นักเรียนได้ไม่ถูกต้องตามไปด้วย

2. นักเรียนบางส่วนมีความสับสนและขาดความรอบคอบในการบวก - ลบเลข เช่น เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตให้นักเรียนพิจารณาดังนี้ จากการสำรวจการชอบสีต่อไปนี้เป็น สีแดง สีขาว และสีน้ำเงินของคนกลุ่มหนึ่งจำนวน 100 คน พบว่า มีคนชอบสีแดง 40 คน มีคนชอบสีขาว 45 คน มีคนชอบสีน้ำเงิน 39 คน มีคนที่ชอบสีแดงและสีขาว 12 คน มีคนที่ชอบสีแดงและสีน้ำเงิน 15 คน มีคนที่ชอบสีขาวและสีน้ำเงิน 10 คน และมีคนที่ชอบสีทั้งสามสี 5 คน จงหาจำนวนคนที่ชอบสีเหล่านี้อย่างน้อยหนึ่งสี เมื่อกำหนดให้ U แทนเซตของคนทั้งหมดที่สำรวจ A แทนเซตของคนที่ชอบสีแดง B แทนเซตของคนที่ชอบสีขาว C แทนเซตของคนที่ชอบสีน้ำเงิน ซึ่งแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ที่นักเรียนเขียนแสดงเป็น



จะเห็นว่า แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ที่นักเรียนเขียนแสดงนั้นถูกต้อง แต่นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตได้อย่างถูกต้อง นั่นคือ นักเรียนตอบว่า จำนวนคนที่ชอบสีเหล่านี้อย่างน้อยหนึ่งสี $= 18 + 7 + 5 + 10 + 28 + 5 + 19 = 91$ หรือตอบว่า 93

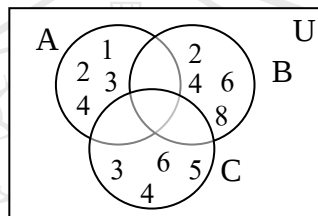
ผลจากการสอนซ่อมเสริมของคาบที่ 11 เรื่องการนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซต พบว่า นักเรียนทั้ง 2 คนสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 11 ของนักเรียน และในระหว่างที่มีการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า นักเรียนกลุ่มนี้ให้ความสนใจและตั้งใจเรียนดีมาก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมจากการสังเกตการตอบคำถามและการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน

ผลจากการอ่านแบบบันทึกการเรียนรู้คาบที่ 11 เรื่องการนำเสนอภาพเวกซ์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ รู้สึกพอใจกับการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยจัดขึ้น โดยให้เหตุผลว่า ผู้วิจัยสอนได้สนุกและมีความเป็นกันเองกับนักเรียน จึงทำให้นักเรียนรู้สึกไม่เกร็งและกล้าที่จะซักถามผู้วิจัยเมื่อไม่เข้าใจหรือเกิดความสับสนในเนื้อหาที่เรียน และมีนักเรียนจำนวน 5 คน กล่าวว่า รู้สึกดีที่ผู้วิจัยแจกมัลมีให้กับนักเรียนทุกคนเพราะจะทำให้ให้นักเรียนทุกคนตั้งใจเรียนมากยิ่งขึ้น แต่ยังมีนักเรียนประมาณ 4-5 คน กล่าวว่า ยังมีความสับสนในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องการนำเสนอภาพเวกซ์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับเซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตที่ได้เรียนรู้ในคาบนี้ แต่เมื่อได้กลับไปทบทวนแล้วทำให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวมากขึ้น และมีนักเรียนจำนวน 3 คน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนในคาบต่อไปว่า ผู้วิจัยควรจะมีการทบทวนเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องเซตทั้งหมดก่อนที่จะมีการทดสอบในคาบที่ 12 ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องเซตมากยิ่งขึ้น

จากการสังเกตการทำแบบทดสอบเรื่องเซตของนักเรียน พบว่า เวลา 1 คาบที่ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบนั้นไม่เพียงพอ ทั้งนี้เพราะลักษณะของแบบทดสอบที่ผู้วิจัยให้นักเรียนทำนั้น จะต้องเขียนเหตุผลประกอบการพิจารณาหรือเขียนวิธีทำเพื่อแสดงคำตอบที่ได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มเวลาในการทำแบบทดสอบอีก 1 คาบโดยใช้เวลาหลังเลิกเรียน ซึ่งผลจากการสอบถาม พบว่า นักเรียนทุกคนรู้สึกพอใจที่ผู้วิจัยได้เพิ่มเวลาในการทำแบบทดสอบ เพราะจะทำให้นักเรียนมีเวลาในการทำแบบทดสอบมากขึ้น

ผลจากการตรวจแบบทดสอบเรื่องเซต พบว่า โดยภาพรวมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่สามารถพิจารณาและให้เหตุผลประกอบการพิจารณา ตลอดจนสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับเซตได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีนักเรียนมีบางส่วนที่มีความสับสนและขาดรอบคอบ ตลอดจนเกิดความสับสนในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องเซต จึงทำให้นักเรียนกลุ่มนี้ไม่สามารถทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเรื่องเซตได้อย่างถูกต้อง เช่น (1) เมื่อกำหนดให้ $A = \{1, 2, 3, \dots\}$ แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า เซต A เป็นเซตจำกัดหรือเซตอนันต์ นักเรียนตอบว่า เซต A เป็นเซตอนันต์ (2) เมื่อกำหนดให้ $B = \{x/x = \emptyset\}$ แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า เซต B เป็นหรือไม่เป็นเซตว่าง นักเรียนตอบว่า เซต B เป็นเซตว่าง (3) เมื่อกำหนดให้ $A = \{1, 2, \{3\}\}$, $B = \{x/x = A\}$ และ $C = \{x/x \in A\}$ แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่า เซตที่กำหนดให้เซตใดบ้างที่เป็นเซตที่เท่ากัน นักเรียนตอบว่า $A = C$ และให้เหตุผลประกอบการ

พิจารณาว่า เซต A และเซต C มีสมาชิกของเซตที่เหมือนกันและเท่ากัน (4) เมื่อกำหนดให้ $A = \{1, 2, \{1\}, \{2\}, \{1, 2, 3\}\}$ แล้วให้พิจารณาว่า $\{3\} \in A$ หรือไม่ นักเรียนตอบว่า ถูก (5) เมื่อกำหนดให้ $A = \{1, 2, \{1\}, \{2\}, \{1, 2, 3\}\}$ แล้วให้พิจารณาว่า $\{1\} \subset A$ หรือไม่ นักเรียนตอบว่า ถูก (6) เมื่อกำหนดให้ $C = \{\{\emptyset\}\}$ แล้วให้พิจารณาว่า เพาเวอร์เซตของเซต C มีอะไรบ้าง นักเรียนตอบว่า $P(C) = \{\emptyset, \{\emptyset\}\}$ และ (7) เมื่อ กำหนดให้ $A = \{1, 2, 3, 4\}$, $B = \{2, 4, 6, 8\}$ และ $C = \{3, 4, 5, 6\}$ แล้วให้นักเรียน เขียนแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ของ $(A \cup B) \cap C$ ซึ่งแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ที่นักเรียนเขียน แสดงคือ



ผลจากการจัดการเรียนการสอนในคาบที่ 9 ถึงคาบที่ 11 และผลจากการตรวจแบบทดสอบเรื่องเซตในคาบที่ 12 พบว่ากับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยคิดว่าสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดข้อผิดพลาดดังกล่าวน่าจะมาจากสาเหตุ 3 ประการ คือ ประการที่ 1 อาจเกิดจากการที่นักเรียนไม่ได้ให้ความสำคัญกับการทบทวนเนื้อหาเรื่องเซตก่อนที่จะเรียนในคาบต่อไปหรือก่อนที่จะมีการทดสอบ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบได้อย่างถูกต้อง ประการที่ 2 อาจเกิดจากการที่นักเรียนไม่กล้าซักถามถึงข้อสงสัยที่เกิดขึ้นในระหว่างที่มีการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้เพราะนักเรียนอาจจะรู้สึกอายและกลัวเพื่อนในชั้นเรียนล้อหรือแซว จึงทำให้นักเรียนไม่มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนอย่างถ่องแท้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบได้อย่างถูกต้อง และ ประการที่ 3 อาจเกิดจากความสะเพร่าและขาดความรอบคอบของตัวนักเรียนเอง จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบได้อย่างถูกต้อง

จากสาเหตุที่ (อาจจะ) ทำให้นักเรียนเกิดข้อผิดพลาดในวงจรที่ 4 ผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในโอกาสต่อไป ดังนี้ คือ ควรมีการส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการทบทวนเนื้อหาเรื่องเซตก่อนที่จะเรียนในคาบต่อไปหรือก่อนที่จะมีการทดสอบ เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง และควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามถึงข้อสงสัยที่เกิดขึ้นนอกช่วงเวลาที่มีการจัด

การเรียนการสอน (มากกว่านี้) เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนอย่าง
ถ่องแท้ ตลอดจนคอยตรวจสอบและให้คำแนะนำกับนักเรียนอยู่เสมอ เพื่อช่วยลดความ
สับสนและขาดความรอบคอบของนักเรียน

แม้จะมีปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนในวงจรที่ 4 อยู่บ้าง แต่ใน
ภาพรวมพอจะสรุปได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ / สูตรเกี่ยวกับ
เซตไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเซตได้



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved