



**การศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่อง วงกลม โดยการจัดกิจกรรม
ซ่อมเสริมที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

**A Study of Mathematics Conceptual Change on Circle using The Geometer's Sketchpad
as a Tool in Remedials Teaching for Mathayomsuksa 3**

กัณทิมา ตราบุรี¹⁾ และ หล้า ภาวภูตานนท์²⁾

Kantima Traburi¹⁾ and Lha Pavaputanon²⁾

¹⁾ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Mathematic Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

²⁾ อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Teacher, Department of Mathematic Education, Faculty of Education, Khon Kaen University

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงกรณีศึกษา โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา การเปลี่ยนแปลงมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่อง วงกลม โดยการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม ที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนโนนศรีวิทยา อำเภอจัตุรัส จังหวัดชัยภูมิ สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ จำนวน 6 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง แล้วแบ่งกลุ่มเป้าหมายเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน คณะความสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาชั้นเรียนแบบปกติของครูผู้สอน, จัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ และใช้แบบทดสอบวัดมโนคติทั้งก่อนและหลังการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม โดยใช้การจดบันทึก, ภาพนิ่ง, การบันทึกวีดิทัศน์ และการบันทึกเสียงของครูผู้สอน, นักเรียน และผู้วิจัย ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งแบบปกติและแบบจัดกิจกรรมซ่อมเสริม รวมถึงการสัมภาษณ์นักเรียน แล้วทำการวิเคราะห์ลักษณะการเปลี่ยนแปลง มโนคติตามกรอบทฤษฎีของ Dykstra [5]

ผลการวิจัย พบว่า

นักเรียนมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ดังนี้ มโนคติย่อยที่ 1 เรื่องวงกลมนักเรียนจำนวน 3 คน มีการเปลี่ยนแปลงมโนติระดับการปรับปรุงความเข้าใจ นักเรียนจำนวน 2 คน มีการเปลี่ยนแปลงมโนติระดับขยายชั้นความเข้าใจ และนักเรียนจำนวน 1 คน ไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงมโนคติ มโนคติย่อยที่ 2 เรื่อง มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม นักเรียนจำนวน 4 คน มีการเปลี่ยนแปลงมโนติระดับการปรับปรุงความเข้าใจ นักเรียนจำนวน 1 คน มีการเปลี่ยนแปลงมโนติระดับขยายชั้นความเข้าใจ และนักเรียนจำนวน 1 คน ไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงมโนคติ มโนคติย่อยที่ 3 เรื่อง คอร์ด นักเรียนจำนวน 2 คน

มีการเปลี่ยนแปลง มโนมิตระดับการปรับปรุงความเข้าใจ, นักเรียนจำนวน 2 คน มีการเปลี่ยนแปลงมโนมิตระดับการเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ และนักเรียนจำนวน 2 คน ไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงมโนมิต และมโนมิตย่อยที่ 4 เรื่อง เส้นสัมผัส นักเรียนจำนวน 4 คน มีการเปลี่ยนแปลงมโนมิตระดับการปรับปรุงความเข้าใจ, นักเรียนจำนวน 1 คน มีการเปลี่ยนแปลงมโนมิตระดับการเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ และนักเรียนจำนวน 1 คน ไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงมโนมิต

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงมโนมิต การจัดกิจกรรมซ่อมเสริม

Abstract

This research was a case study that used qualitative methodology. The purpose was to study mathematics conceptual change on Circle using The Geometer's Sketchpad as a tool in remedial teaching. The target group consisted of 6 Mathayomsuksa 3 students which was purposively sampling and who studied in the 2nd semester in academic year 2012 Nonkhrowittaya School, Chatturat Chaiyaphum, Chaiyaphum Provincial Administration Organization. These students were classified into two groups of 3 students; mixed abilities. The collected data of this research was observed teaching of teacher in normal classroom, using The Geometer's Sketchpad as a tool in remedials teaching and testing students both before and after the remedial teaching. While the students learning in a normal classroom and in remedials teaching, the collected data was made such as; note taker, photo taker, video-and audio-recording and interviewing. After that, the data was analyzed students' conceptual change using the model of Dykstra et al. [5]

The findings were as follow:

Conceptual 1 about Circle, three students made their conceptual change in differentiation level, two students showed their conceptual change in class extension level and one student did not show his conceptual change. Conceptual 2 about corner in the Center and the Arc of the Circle, four students showed their conceptual change in differentiation level, one student had conceptual change in class extension level and one student did not show her conceptual change. Conceptual 3 about Chord, two students had conceptual change in differentiation level, two students had conceptual change in reconceptualization level and two students did not have any conceptual change. And a conceptual 4 about Tangent, four students had conceptual change in differentiation level, one student had conceptual change in reconceptualization level and one student did not had conceptual change.

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ ช่วยให้การวางแผนตัดสินใจ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม [9] ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ที่ผ่านมา นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ [8] สังเกตได้จากการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) จากสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ในปี พ.ศ. 2555 [3] พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับประเทศของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน

ในแต่ละระดับชั้นมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้เข้าสอบจำนวน 772,914 คน มีคะแนนเฉลี่ย 35.77 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้เข้าสอบจำนวน 753,510 คน มีคะแนนเฉลี่ย 26.95 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้เข้าสอบจำนวน 392,818 คน มีคะแนนเฉลี่ย 22.73 เห็นได้ชัดว่าแต่ละระดับชั้นมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งเอ็ดมพร หลินเจริญ, สิริศักดิ์ อาจวิชัย และภิรภา จันทรอินทร์ [10] ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยเชิงสาเหตุที่ทำให้คะแนน O-NET ต่ำ พบว่า ปัจจัยบางส่วนอาจเกิดจากพฤติกรรมการสอนของครู ไม่ว่าจะเป็นสื่อการสอนหรือการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน หรืออาจเกิดจาก พื้นฐานความรู้ของนักเรียน กล่าวคือสติปัญญาของนักเรียนเองที่ส่งผลต่อมโนคติทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนจึงทำให้ประสิทธิภาพด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนลดลง ทศนีย์ บุญโย [4] ได้กล่าวว่า ความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่งในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับการเรียกร้องให้มีการปฏิรูปการศึกษาคณิตศาสตร์ ที่เน้นว่าความมีความรู้เกี่ยวกับมโนคติและมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญ และจำเป็นสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ [4]

มโนคติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง แนวความคิดหรือความเข้าใจที่ไม่สอดคล้องกับความรู้ หลักการทางวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปในปัจจุบัน โดยสร้างขึ้นจากความเชื่อ ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งเหล่านั้น อันเกิดจากการสังเกตและประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้การแปลความหมายต่อสิ่งนั้นหรือสถานการณ์นั้น ๆ คลาดเคลื่อน หรือทำได้ยากและทำให้การเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่ทำได้ช้าลง จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนต้องการแนวทางแก้ไขมโนคติที่คลาดเคลื่อนเหล่านั้น [7] ครูผู้สอน ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้

นักเรียนสามารถเปลี่ยนแปลงมโนคติที่คลาดเคลื่อนด้วยตนเอง ให้ได้ เพราะถ้าผู้เรียนไม่สามารถเปลี่ยนแปลงมโนคติเดิมที่คลาดเคลื่อนหรือผิด เขาก็ไม่สามารถรับความรู้ใหม่ที่ถูกต้องได้

การเปลี่ยนแปลงมโนคติ (conceptual change) หมายถึง กระบวนการพัฒนามโนคติเดิมของนักเรียนซึ่งอาจเป็นมโนคติคณิตศาสตร์อยู่แล้วหรือเปลี่ยนแปลงมโนคติที่คลาดเคลื่อนนำสู่มโนคติคณิตศาสตร์ โดยจำแนกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ การปรับปรุงความเข้าใจ (Differentiation), การขยายชั้นความเข้าใจ (Class Extension) และการเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ (Reconceptualization) นอกจากนี้ นักการศึกษาหลายท่านให้ความสนใจการเปลี่ยนแปลงมโนคติด้วยข้อเท็จจริงที่ว่า นักเรียนไข่มโนคติที่คลาดเคลื่อนในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งเป็นเรื่องยากที่จะเปลี่ยนแปลงผ่านการสอนแบบปกติ [5] เนื่องจากทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความจำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ครูจะต้องจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ฝึกฝน และพัฒนาให้มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ไม่สอนเฉพาะเนื้อหาอย่างเดียว [8] ดังนั้นครูผู้สอนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียน ทำให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงมโนคติเดิมที่ไม่ถูกต้องแล้วสร้างมโนคติใหม่ที่ถูกต้องขึ้นมา

การจัดกิจกรรมซ่อมเสริม (Remedial teaching) เป็นวิธีการจัดกิจกรรมสอนซ่อมเสริมเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องให้กับนักเรียน ควบคู่ไปกับการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถอธิบายเนื้อหาทางเรขาคณิตที่เป็นนามธรรมให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว [2] อีกทั้งเป็นโปรแกรมหนึ่งที่ครูสามารถเรียนรู้ได้ไม่ยาก สามารถนำไปบูรณาการเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีคุณสมบัติในการสร้างรูปเรขาคณิตวัดหาขนาดส่วนของเส้นตรง ส่วนโค้ง มุม

และพื้นที่ ได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง ส่งเสริมให้นักเรียน เกิดความกระตือรือร้น ตีงดูดความสนใจ ก่อให้เกิด จินตนาการในการค้นหาเหตุผล ทำความเข้าใจเนื้อหา ได้สอดคล้องกับมโนคติทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง [6] ช่วยทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ตาม มาตรฐานการเรียนรู้ และนักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง [6] ทำให้คณิตศาสตร์ ไม่กลายเป็นเรื่องที่น่าเบื่อสำหรับนักเรียน ส่งผลให้ การเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ

จากที่กล่าวมาในข้างต้นจะเห็นได้ว่าการแก้ไข ข้อบกพร่องของนักเรียนซึ่งจะนำไปสู่ การเปลี่ยนแปลง มโนคติที่คลาดเคลื่อนนี้ต้องอาศัยการจัดกิจกรรม ซ้อมเสริม ที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เป็นเครื่องช่วย ผลักดันให้กลไกการเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ทางคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม โดยการจัดกิจกรรม ซ้อมเสริม ที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนคติทาง คณิตศาสตร์เรื่อง วงกลม โดยการจัดกิจกรรมซ้อมเสริม ที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็น เครื่องมือในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **มโนคติทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความคิด หรือความเข้าใจภายในตัวนักเรียน ที่ได้ ตีความหรือสรุปความเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวงกลม อันเกิดจากการสังเกต การได้รับความรู้ หรือได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้โดยสามารถ ประมวลสิ่งที่ได้รับนั้นเข้าด้วยกัน แล้วสรุปออกมาเป็น บทนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับ เรื่องวงกลม รวมทั้งสามารถอธิบายความคิด หรือ

ความเข้าใจนั้นออกมาเป็นภาษาพูด หรือภาษาเขียน หรือสัญลักษณ์ได้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งลักษณะ มโนคติของนักเรียนเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.1 **มโนคติทางคณิตศาสตร์แบบ สมบูรณ์ (complete understanding) หรือ CU** คือ คำตอบของนักเรียนที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความ เข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ เรื่องวงกลม สามารถ อธิบายความคิดหรือความเข้าใจนั้น ออกมาเป็น ภาษาพูด หรือภาษาเขียน หรือสัญลักษณ์ได้ ทุกองค์ประกอบ

1.2 **มโนคติทางคณิตศาสตร์แบบ ไม่สมบูรณ์ (partial understanding) หรือ PU** คือ คำตอบของนักเรียนที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียน มีความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ เรื่องวงกลม สามารถ อธิบายความคิดหรือความเข้าใจนั้นออกมาเป็น ภาษาพูด หรือภาษาเขียน หรือสัญลักษณ์ได้ อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

1.3 **มโนคติที่คลาดเคลื่อน (misconception understanding) หรือ MU** คือ คำตอบของนักเรียน ที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความเข้าใจผิดหรือเข้าใจ คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมโนคติ เรื่องวงกลม ทำให้ ไม่สามารถอธิบายความคิดหรือความเข้าใจนั้น ออกมาเป็นภาษาพูด หรือภาษาเขียน หรือสัญลักษณ์ ได้

2. **การเปลี่ยนแปลงมโนคติ (conceptual change)** หมายถึง การปรับเปลี่ยนหรือการปรับปรุง ความคิดหรือความเข้าใจต่อมโนคติเรื่องวงกลม ที่มีอยู่เดิมภายในตัวนักเรียน ให้เป็นมโนคติใหม่ที่มี ความถูกต้องหรือสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยอาศัย ลักษณะการเปลี่ยนแปลงมโนคติตามกรอบทฤษฎี ของ Dykstra et al. [5]

2.1 **การปรับปรุงความเข้าใจ (differentiation)** คือ การเปลี่ยนแปลงมโนคติ ที่เกิดขึ้น เมื่อมโนคติใหม่เกิดจากมโนคติที่มีอยู่เดิม โดยที่มีความสอดคล้องกันกับมโนคติที่มีอยู่เดิมและ ได้เป็น มโนคติที่กว้างขึ้น

2.2 **การขยายชั้นความเข้าใจ (class extention)** คือ การเปลี่ยนแปลงมโนคติที่เกิดขึ้น

เมื่อมโนคติที่มีอยู่เดิมถูกพิจารณาเปรียบเทียบ ความเหมือน หรือความแตกต่างกันกับมโนคติที่เข้ามาใหม่ ผลจากการเปรียบเทียบที่พบนั้น สามารถนำมาจัดกลุ่มเป็นมโนติยอยที่สอดคล้องกับมโนคติเดิมได้

2.3 การเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ (reconceptualization) คือ การเปลี่ยนแปลงมโนคติที่เกิดขึ้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์กันระหว่างมโนติยอยของมโนคติเดิมที่มีอยู่เดิม

3. การจัดกิจกรรมซ่อมเสริม (remedial teaching) คือ การสอนเป็นกรณีพิเศษเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องให้กับนักเรียน และส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ใหม่ ๆ ให้นักเรียนมีพัฒนาการเรียนรู้จนสามารถบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยใช้เวลานอกเหนือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนตามปกติ

4. แบบทดสอบวัดมโนคติ (mathematics conceptual test) หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสำรวจมโนคติ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งก่อนการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม และหลังการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโนนศรีวิทยา อำเภอจัตุรัส จังหวัดชัยภูมิ สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยภูมิ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 6 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นกรณีศึกษา (Case study) โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ เน้นการบรรยายเชิงวิเคราะห์ จากการทดสอบวัดมโนคติ ก่อนการจัดกิจกรรมซ่อมเสริมและหลังการจัดกิจกรรมซ่อมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 มโนคติของนักเรียน เรื่อง วงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.2 การจัดกิจกรรมซ่อมเสริม เรื่อง วงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.3 การเปลี่ยนแปลงมโนคติของนักเรียน เรื่อง วงกลม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1 แบบ ทด สอบ วัด มโน ตี ทาง คณิตศาสตร์

4.2 กิจกรรมซ่อมเสริมที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 สังเกตชั้นเรียนและบันทึกการสอนของครูผู้สอน เรื่อง วงกลม ทั้ง 4 มโนติยอย ได้แก่ (1) วงกลม, (2) มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม, (3) คอร์ด และ (4) เส้นสัมผัส

5.2 หลังจากที่ได้ครูผู้สอนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเสร็จสิ้นในแต่ละมโนติยอย ผู้วิจัยดำเนินการสำรวจมโนคติของนักเรียนในแต่ละมโนติยอย โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนติก่อนการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม

5.3 นำผลการทดสอบของนักเรียนที่ได้จากการวัดมโนติก่อนการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม มาวิเคราะห์ แล้วจัดนักเรียนตามลักษณะมโนคติทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ประเภท

5.4 คัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 6 คน จากมโนคติทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ประเภท ๆ ละ 2 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจง แล้วแบ่งกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน คณะกรรมการสามารถ

5.5 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม โดยการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม ที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ขณะทำกิจกรรมมีการบันทึกวิดีโอ ถ่ายภาพนิ่ง บันทึกเสียง และการสัมภาษณ์

5.6 ดำเนินการทดสอบวัดมโนคติของกลุ่มเป้าหมายอีกครั้ง โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนคติหลังการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกับแบบทดสอบวัดมโนคติก่อนการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม

5.7 นำข้อมูลของการดำเนินกิจกรรมและผลการทดสอบหลังการจัดกิจกรรมซ่อมเสริมที่ได้มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงมโนคติ

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 วิเคราะห์การจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนประจำรายวิชาแบบปกติ

6.2 วิเคราะห์มโนคติของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์ตามลักษณะมโนคติทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 1) มโนคติทางคณิตศาสตร์แบบสมบูรณ์ (complete understanding) หรือ CU
- 2) มโนคติทางคณิตศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (partial understanding) หรือ PU
- 3) มโนคติที่คลาดเคลื่อน (misconception understanding) หรือ MU

6.3 วิเคราะห์มโนคติของนักเรียน โดยการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม ที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้

6.4 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงมโนคติของนักเรียน ตามกรอบทฤษฎีของ Dykstra et al. [5] ดังนี้

- 1) การปรับปรุงความเข้าใจ (differentiation)
- 2) การขยายชั้นความเข้าใจ (class extention)
- 3) การเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ (reconceptualization)

สรุปผลการวิจัย

1. การจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนประจำรายวิชาแบบปกติ

จากการศึกษาการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนประจำรายวิชาแบบปกติ เรื่อง วงกลม ประกอบด้วย วงกลม, มุมที่จุดศูนย์กลางและมุม

ในส่วนโค้งของวงกลม, คอร์ด และเส้นสัมผัส พบว่าครูใช้การนำเสนอที่เป็นเอกสารประกอบการเรียนรู้ ภาษาพูด รูปภาพ โดยส่วนใหญ่ครูจะเป็นผู้อธิบายด้วยการบรรยาย นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองเป็นส่วนน้อย นักเรียนจึงไม่ค่อยได้ฝึกประสบการณ์ในการคิดวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนไม่ค่อยเข้าใจ จินตนาการไม่ทัน และเกิดความสับสนในทฤษฎีบทบางมโนมัตถยอย แต่ช่วงท้ายของการสอน เมื่อครูมีการกระตุ้นให้นักเรียนได้ลองฝึกคิด ฝึกทำ ยิ่งขึ้น ก็ทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาแต่ละมโนมัตถยอยได้ดีขึ้นในระดับหนึ่ง

2. มโนคติของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม

มโนคติของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม เรื่อง วงกลม พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน ดังนี้ มโนมัตถยอยที่ 1 เรื่องวงกลม นักเรียนส่วนใหญ่จะมีความบกพร่องในเรื่อง คอร์ด และเส้นตัดวงกลม คือ ไม่สามารถวิเคราะห์และอธิบายได้ว่าคอร์ดคืออะไร และเส้นตัดวงกลมคืออะไร เป็นต้น มโนมัตถยอยที่ 2 เรื่อง มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม นักเรียนส่วนใหญ่จะมีความบกพร่องในเรื่องการหาค่าของมุมต่าง ๆ คือ มุมในครึ่งวงกลม และมุมในส่วนโค้งของวงกลม เกิดจากการที่นักเรียนไม่เข้าใจทฤษฎีบทของมุมในครึ่งวงกลม จึงไม่สามารถหาขนาดของมุมในครึ่งวงกลมได้ มโนมัตถยอยที่ 3 เรื่อง คอร์ด นักเรียนส่วนใหญ่จะมีความบกพร่องในเรื่องส่วนโค้งของวงกลม และคอร์ดกับจุดศูนย์กลางของวงกลม คือ นักเรียนไม่สามารถหาขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันได้ เมื่อกำหนดมุมใดมุมหนึ่งมาให้ และมโนมัตถยอยที่ 4 เรื่อง เส้นสัมผัส นักเรียนส่วนใหญ่จะมีความบกพร่องในเรื่อง เส้นสัมผัสวงกลมกับรัศมี และเส้นสัมผัสกับคอร์ด คือ นักเรียนไม่เข้าใจทฤษฎีบททำให้ไม่สามารถจินตนาการภาพความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างเส้นสัมผัสวงกลมกับรัศมี หรือเส้นสัมผัสกับคอร์ด ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้

3. มโนคติของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมซ่อมเสริมที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้

มโนคติของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมซ่อมเสริมที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่อง วงกลม ที่ประกอบด้วย 4 มโนมติด้อย พบว่า การจัดกิจกรรมซ่อมเสริมที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนส่วนใหญ่ได้คิดวิเคราะห์ ผิ่กการจินตนาการ ทำให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีบท ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละมโนมติด้อยเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งทำให้การพัฒนาการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนสูงขึ้น

ตารางที่ 1 สรุปผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติของนักเรียน

นักเรียนคนที่	การเปลี่ยนแปลงมโนคติของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมซ่อมเสริม							
	วงกลม		มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม		กอร์ด		เส้นสัมผัส	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	PU	CU	MU	PU	PU	CU	PU	PU
	การปรับปรุงความเข้าใจ		การปรับปรุงความเข้าใจ		การปรับปรุงความเข้าใจ		การปรับปรุงความเข้าใจ	
2	CU	CU	PU	PU	MU	PU	MU	PU
	ไม่เปลี่ยนแปลงมโนคติ		การปรับปรุงความเข้าใจ		การเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ		การปรับปรุงความเข้าใจ	
3	CU	CU	PU	PU	PU	PU	PU	CU
	การขยายชั้นความเข้าใจ		ไม่เปลี่ยนแปลงมโนคติ		ไม่เปลี่ยนแปลงมโนคติ		การปรับปรุงความเข้าใจ	
4	PU	CU	MU	PU	PU	PU	MU	PU
	การปรับปรุงความเข้าใจ		การปรับปรุงความเข้าใจ		ไม่เปลี่ยนแปลงมโนคติ		การปรับปรุงความเข้าใจ	
5	CU	CU	PU	PU	MU	PU	MU	CU
	การปรับปรุงความเข้าใจ		การขยายชั้นความเข้าใจ		การเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ		การเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ	
6	CU	CU	PU	CU	PU	CU	PU	PU
	การขยายชั้นความเข้าใจ		การปรับปรุงความเข้าใจ		การปรับปรุงความเข้าใจ		ไม่เปลี่ยนแปลงมโนคติ	

4. การเปลี่ยนแปลงมโนคติของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงมโนคติของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมซ่อมเสริมที่ใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องวงกลม ทั้ง 4 มโนมติด้อย พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติ ดังนี้ มโนมติด้อยที่ 1 เรื่องวงกลม พบว่า นักเรียนคนที่ 1, นักเรียนคนที่ 4 และนักเรียนคนที่ 5 มีการเปลี่ยนแปลง

ส่งผลทำให้มโนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ดีขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับการศึกษาของนักการศึกษาหลายท่าน เช่น นิรชา ปักกะโต [6], กาญดา ฉลาดล้ำ [2] และทัศนีย์ บุญโย [4] สามารถกล่าวได้ว่า การใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือเชิงการรู้ (Cognitive Tool) เป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างให้วัตถุเคลื่อนไหว นักเรียนสามารถใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สำนวญเกี่ยวกับทฤษฎีวงกลมได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีก่อนการพิสูจน์ทฤษฎีนั้น ๆ ช่วยให้การพัฒนาการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนให้สูงขึ้นด้วย

มโนมติระดับการปรับปรุงความเข้าใจ นักเรียนคนที่ 3 และนักเรียนคนที่ 6 มีการเปลี่ยนแปลงมโนมติระดับขยายชั้นความเข้าใจ และนักเรียนคนที่ 2 ไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงมโนคติ มโนมติด้อยที่ 2 เรื่อง มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม นักเรียนคนที่ 1, นักเรียน คนที่ 2, นักเรียนคนที่ 4 และนักเรียน คนที่ 6 มีการเปลี่ยนแปลงมโนมติระดับการปรับปรุงความเข้าใจ นักเรียนคนที่ 5 มีการเปลี่ยนแปลง

มโนมิตระดับขยายขึ้นความเข้าใจ และนักเรียนคนที่ 3 ไม่แสดง การเปลี่ยนแปลงมโนมิต มโนมิตย่อยที่ 3 เรื่องคอร์ต นักเรียนคนที่ 1 และนักเรียนคนที่ 6 มีการเปลี่ยนแปลงมโนมิตระดับการปรับปรุงความเข้าใจ นักเรียนคนที่ 2 และนักเรียนคนที่ 5 มีการเปลี่ยนแปลงมโนมิตระดับการเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ นักเรียนคนที่ 3 และนักเรียนคนที่ 4 ไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงมโนมิต และ มโนมิตย่อยที่ 4 เรื่อง เส้นสัมผัส นักเรียนคนที่ 1, นักเรียนคนที่ 2, นักเรียนคนที่ 3 และนักเรียนคนที่ 4 มีการเปลี่ยนแปลงมโนมิตระดับการปรับปรุงความเข้าใจ นักเรียนคนที่ 5 มีการเปลี่ยนแปลงมโนมิตระดับ การเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ และนักเรียนคนที่ 6 ไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงมโนมิต

ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

1. ควรมีการศึกษากการเปลี่ยนแปลงมโนมิตทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม โดยใช้วัตรกรรมที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้เครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน และสามารถพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียนได้อย่างรอบด้าน
2. ควรมีการศึกษามโนมิต มโนมิตที่คลาดเคลื่อน และลักษณะการเปลี่ยนแปลงมโนมิตทางคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถเติมเต็มและพัฒนาองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ได้อย่างครบถ้วน
3. ในการจัดการเรียนการสอนผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับนักเรียน โดยควรคำนึงถึงความเข้าใจและมโนมิตที่มีอยู่เดิมของนักเรียน เพื่อสามารถพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนมิตจากมโนมิตที่คลาดเคลื่อนไปสู่มโนมิตทางคณิตศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 2551.
- [2] กาญดา ฉลาดสัน. **การศึกษาระบวนการสร้างความคิดรวบยอดเชิงมโนภาพของนักเรียน เรื่อง วงกลม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2550.
- [3] **การอัปเดตข่าว GAT PAT ONET**. ค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2556, จาก <http://www.dek-d.com/content/admissions/31556>. 2556.
- [4] ทศนีย์ บุญโย. **การปรับเปลี่ยนมโนมิตเรื่องเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้โปรแกรม The Geomeer's Sketchpad**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2553.
- [5] ธัญญารัตน์ จุ่มแพง. **การศึกษากการเปลี่ยนแปลงมโนมิตและระดับความเข้าใจทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele (1954) เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์เบื้องต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2554.

- [6] นิรชา ปักกะโต. การศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์แบบยืดหยุ่นที่ก่อให้เกิดการพัฒนาการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วงกลม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2553.
- [7] พิชา ชัยจันดี. ความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติและความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อเกี่ยวกับแรงจูงใจกับการเปลี่ยนแปลงมโนคติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2552.
- [8] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). คณิตศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว. 2550.
- [9] สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 2551.
- [10] เอื้อมพร หลินเจริญ, สิริศักดิ์ อาจิวัย และ ภีรภา จันทรอินทร์. ปัจจัยเชิงสาเหตุที่ทำให้คะแนนการทดสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ต่ำ. ค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2556, จาก http://www.niets.or.th/index.php/research_th/view/15. 2552.