

ผลการประยุกต์ใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้ของ Van Hiele
ร่วมกับ การจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนา
ระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
และความสุขในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

The Effects of Using Van Hiele Model and Jigsaw Approach to Mathematics
Learning to Develop Geometric Thinking Level, Mathematical Achievement
Of Surface Area and Volume Chapter and Learning Happiness
of Grade 9 Students

อนุพงศ์ สุขเกษม¹
Anupong Sukkasem¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร และศึกษาความสุขในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele ร่วมกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 17 คน โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้และทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้รวม 14 คาบเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และแบบวัดความสุขในการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ โดยใช้การทดสอบเครื่องหมายและการทดสอบของวิลค็อกซัน

ผลการวิจัยพบว่า การประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele ร่วมกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ ทำให้ระดับการคิดเชิงเรขาคณิต และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนมีคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสุขในการเรียนรู้ของนักเรียนอยู่ในระดับมาก

¹ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนนนทรีวิทยา

¹ Department of Mathematics, Nonsiwitthaya School

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ของ Van Hiele, การจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์, การคิดเชิงเรขาคณิต, ความสุขในการเรียน

Abstract

The study aimed to compare geometric thinking level, mathematical achievement and on a surface area and volume before and study learning happiness after learning for grade 9 students by using Van Hielie model combined with Jigsaw approach. The samples were 17 grade 9 students in the first semester academic year 2022. The tools were lesson plans, geometric thinking, mathematical achievement tests of a surface area and volume and learning happiness questionnaires. Data was analyzed by arithmetic mean, standard deviation and statistical testing by sign test and Wilcoxon matched-pairs signed ranks test.

The result showed that: By applying Van Hielie model combined with Jigsaw approach for learning management, student's posttest of geometric thinking level and mathematical achievement of a surface area and volume was higher than pretest at the .05 statistically significant. And student's learning happiness was at a high level.

Keywords: Van Hielie model, Jigsaw approach, Geometric thinking, Mathematical achievement, learning happiness

บทนำ

คณิตศาสตร์ วิชาที่มีความสำคัญในการพัฒนามนุษย์ ประโยชน์ไม่ได้มีเพียงเพื่อกำหนดเท่านั้น แต่ยังเป็นวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับมนทัศน์ การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ที่เป็นสากล มีความเป็นเหตุเป็นผล และฝึกกระบวนการให้เหตุผลและแก้ปัญหา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2551) ได้กำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรขาคณิต ซึ่งจัดอยู่ในสาระที่ 2 จาก 3 สาระ คือ สาระการวัดและเรขาคณิต โดยเป็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับ รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต จุด เส้น ระนาบ การขนาน การตั้งฉาก ความคล้าย ความเท่ากันทุกประการ การนิยาม การจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต และการนำความรู้ทางเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยผู้เรียนควรมีความรู้ทางเรขาคณิต เพื่อประโยชน์ในการใช้งานในโลกแห่งความเป็นสามมิติที่เราใช้ชีวิตอยู่ เช่น การใช้เส้นขนานในการทำตะเข็บคูในการตัดเย็บเสื้อผ้า การใช้สามเหลี่ยมหน้าจั่วในการออกแบบพระอุโบสถในวัดทรงกระบอกของหลอดไฟ กรวยของไอศกรีม เป็นต้น (อัมพร ม้าคะนอง, 2553, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560 และชมนาด เชื้อสุวรรณทวี, 2561)

จากการวิจัยทางการศึกษาคณิตศาสตร์ ยังมีนักเรียนจำนวนมากที่มีโน้ตที่คลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต และยังไม่สามารถพิสูจน์ทางเรขาคณิตได้ การจะทำให้ให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเรขาคณิต ต้องมีการส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดเชิงเรขาคณิต (Geometric Thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรขาคณิต โดยลักษณะสำคัญของการคิดลักษณะนี้ ตามแนวคิดของ Van Hiele ได้กล่าวว่า เป็นการคิดที่มีความเป็นลำดับขั้นตอน ระดับการคิดจะเกิดขึ้นทีละระดับ การที่นักเรียนจะมีการคิดเชิงเรขาคณิตสูงขึ้นนั้นจะต้องการคิดในระดับขั้นที่ต่ำกว่ามาก่อน (ณัชฎาภา นิमितติ และ นัจจุจิรา บุสยดี, 2561) โดยพฤติกรรมที่แสดงออกในระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามแนวคิดของ Van Hiele ได้แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ (ณัชชา กมล, 2558 และ Crowiey, 1984)

ระดับ 0 การมองภาพ (*Visualization*) เป็นการมองเห็นรูปเรขาคณิตในภาพรวม แต่ไม่เข้าใจในสมบัติของรูปเรขาคณิตนั้น

ระดับ 1 การวิเคราะห์ (*Analysis*) เป็นการเข้าใจในสมบัติของรูปเรขาคณิต ผ่านการสังเกตหรือทดลอง แต่ยังไม่สามารถเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติต่าง ๆ ได้

ระดับ 2 การคิดนิรนัยเบื้องต้น (*Informal Deduction*) เป็นการบอกความสัมพันธ์และเปรียบเทียบลักษณะของรูปเรขาคณิตต่าง ๆ

ระดับ 3 การพิสูจน์อย่างมีแบบแผน (*Formal Deduction*) เป็นการทำความเข้าใจและพิสูจน์ตามหลักทางคณิตศาสตร์ได้ รวมไปถึงการโต้แย้งหรือตั้งกฎเกณฑ์ได้อย่างมีเหตุผล

ระดับ 4 การคิดขั้นสูงสุด (*Rigor*) นักเรียนมีความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง ใช้สัญพจน์หลาย ๆ ระบบในการทำงาน และการเรียนในเรขาคณิตระบบนอกระบบยูคลิด (*Non-Euclidean Geometry*)

จากการศึกษาการพัฒนาให้นักเรียนมีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตสูงขึ้น เพื่อให้ นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนเรขาคณิตพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele ซึ่งประกอบไปด้วยการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การรับข้อมูล (*Information or Inquiry*) 2) การแนะนำสิ่งใหม่ (*Directed Orientation*) 3) การอธิบาย (*Explication*) 4) การกำหนดทิศทางอย่างอิสระ (*Free Orientation*) และ 5) การบูรณาการ (*Integration*) ซึ่งการนำแนวคิดนี้ไปใช้นั้นสามารถทำให้ระดับการคิดเชิงเรขาคณิต และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (วิภาพร งอยกุดจิก และ หล้าภวภูตานนท์, 2558 และ อลงกรณ์ ตั้งสงวนธรรม และคณะ, 2561)

นอกจากนี้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยการร่วมมือประเภทหนึ่ง โดยการจัดกลุ่มของนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน สมาชิกแต่ละคนจะถูกกำหนดให้ไปพร้อมกับสมาชิกในกลุ่มอื่น ๆ เพื่อศึกษาหรือปฏิบัติกิจกรรมในหัวข้อต่าง ๆ จากนั้นกลับมาที่กลุ่มเดิมเพื่อทำหน้าที่อธิบายความรู้ที่ไปศึกษาจากสมาชิกกลุ่มอื่นให้เพื่อนในสมาชิกฟัง (Stenbrink and Stahl, 1994) โดยมีการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เช่น รัชณี ทาเหล็ก (2556) นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องเส้น

ขนาน และ จุฑาทิพย์ เต็มวิบูลย์โชค และคณะ (2560) นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องการวัดค่ากลางของข้อมูล ผลการนำไปใช้พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น รวมไปถึงความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ดี

การจัดการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จ จำเป็นจะต้องทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้ด้วยกัน โดยการจัดการเรียนรู้ให้มีความสุขนั้น จากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนต้องทำให้เด็กมีความภาคภูมิใจในการเรียนรู้ของตนเอง และใช้บทเรียนที่มีความสนุก แปลกใหม่ ใฝ่ใจให้รู้สึกสนใจในบทเรียน สามารถพัฒนาความคิดจากความรู้ที่มีให้ไปสู่องค์ความรู้ใหม่ และมองเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน ความสุขเป็นแนวคิดทางจิตวิทยาทางบวก หากนักเรียนมีความสุขในการเรียนแล้ว ย่อมทำให้ชีวิตประจำวันมีความสุขด้วย ทั้งการมองโลกในแง่ดี ความพึงพอใจในชีวิต การขับเคลื่อนในการทำสิ่งดีงามต่าง ๆ (ชลลดา วาดนั่ม, 2553 และ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545)

ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ทำการประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele ร่วมกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ ในการนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิต โดยงานวิจัยครั้งนี้จะพัฒนาให้นักเรียนไปถึงการคิดเชิงเรขาคณิตในระดับ 3 การพิสูจน์อย่างมีแบบแผนเท่านั้น เนื่องจากในระดับที่ 4 การคิดขั้นสูงสุด เป็นขั้นที่ต้องอาศัยความรู้ทางด้านเรขาคณิตนอกระบบยุคลิด ซึ่งเกิดขอบเขตของหลักสูตรในระดับมัธยมศึกษา ร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งเป็นบทเรียนที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางด้านเรขาคณิตทั้งสองมิติและสามมิติ และเสริมสร้างความสุขในการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้มีพื้นฐานที่ดีในการนำไปต่อยอดการเรียนรู้ และเห็นคุณค่าของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบระดับการคิดเชิงเรขาคณิต เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้
3. เพื่อศึกษาความสุขในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากการจัดการเรียนรู้

สมมติฐานการวิจัย

1. ระดับการคิดเชิงเรขาคณิต เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียน มีระดับการคิดหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียน มีคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ระดับความสุขในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ขอบเขตการวิจัย

ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนนทรีวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวน 250 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนนทรีวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 17 คน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

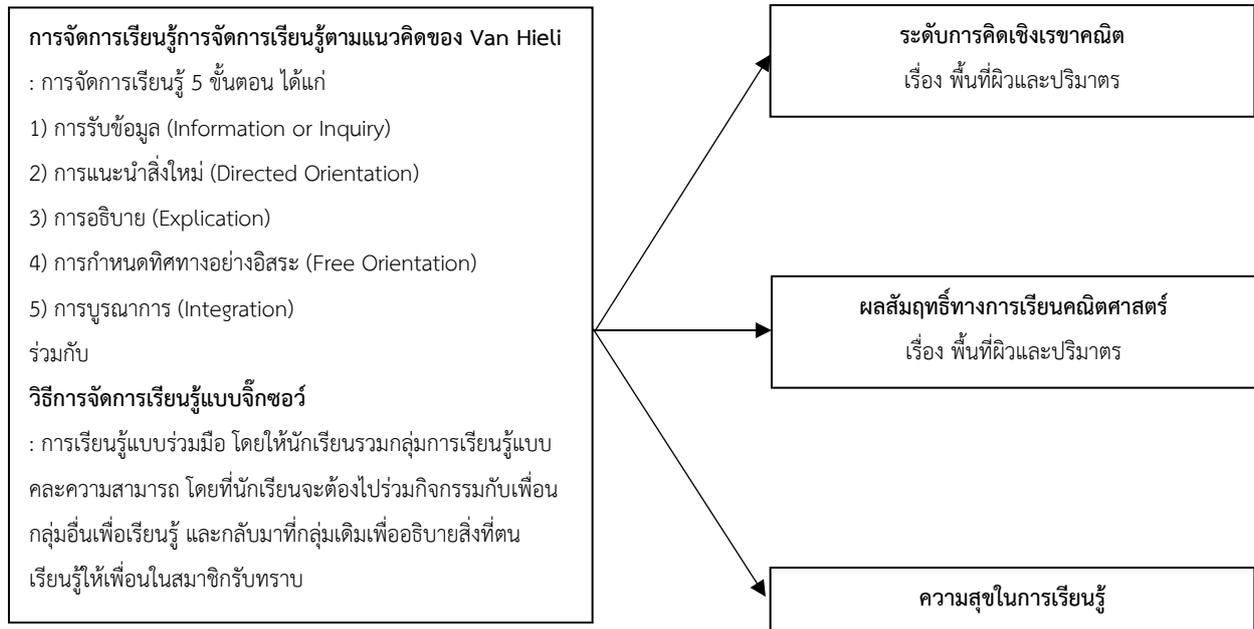
การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้บทเรียนเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ประกอบไปด้วยเนื้อหาย่อยได้แก่ ปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่ การประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele ร่วมกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์

ตัวแปรตาม ได้แก่ ระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรและ ความสุขในการเรียนรู้

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีการใช้เครื่องมือวิจัย 3 ฉบับ ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele ร่วมกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 12 แผน
2. แบบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 4 ข้อ ตามระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ของ Van Hiele โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องของทุกข้อ (Index of Item Objective Congruence : IOC) เท่ากับ 1.00 โดยแบบวัดมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) α -conbrach = .71
3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของ Willson (1971) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ประกอบไปด้วยด้านความรู้ความจำและการคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ระหว่าง .67 – 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) KR-20 = .77
4. แบบสอบถามเรื่องความสุขในการเรียนรู้ จำนวน 52 ข้อ เป็นแบบสอบถามมาตรวัด 5 ระดับตามแนวคิดของ Likert ได้แก่ มีความสุขในการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด จำแนกออกเป็น 6 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้สึที่ดีต่อการเรียน 2) ด้านความพอใจในการเรียน 3) ด้านความรู้สึ

ผ่อนคลาย 4) ด้านความอยากเรียนรู้ อยากเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียน 5) ด้านความภูมิใจในตนเอง และ 6) ด้านความหวังและกำลังใจที่จะปรับปรุงข้อบกพร่องของตนเอง โดยปรับข้อคำถามในงานวิจัยของ ชัชวาทย์ สงวนภักร์ (2557)

การรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรตาม ได้แก่ การคิดเชิงเรขาคณิต (ณัชชา กมล, 2558 และ Crowiey, 1984) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (Willson, 1971) และความสุขในการเรียนรู้ (ชลลดา วาดน้อม, 2553, ชัชวาทย์ สงวนภักร์, 2557 และ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545)

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele (วิภาพร งอยกุดจิก และ หล้า ภาณุทานนท์, 2558 และ อลงกรณ์ ตั้งสงวนธรรม และคณะ, 2561) และการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ (Stenbrink and Stahl, 1994) เพื่อนำมาออกแบบขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม โดยผู้วิจัยนำองค์ความรู้ดังกล่าวมาออกแบบเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้นตอน สำหรับการวิจัย มีดังนี้

1) ขั้นการรับข้อมูล (Information or Inquiry) หมายถึง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตที่กำลังศึกษา โดยผ่านการสังเกต ตีความ ร่วมกันคิดเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตในรูปต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่ามีรูปทรงเป็นอย่างไร ด้านแต่ละด้านเป็นอย่างไร ฐานของรูปทรงนั้นเป็นอย่างไร หรือองค์ประกอบอื่น ๆ

2) ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ (Directed Orientation) หมายถึง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ทำการสำรวจรูปเรขาคณิตสามมิติ ผ่านกิจกรรมประกอบรูปคลี่เพื่อทำให้เป็นรูปทรงสามมิติ จากนั้นนักเรียนใช้รูปทรงที่สร้างนั้นร่วมกันสังเกต เพื่อสรุปเป็นความหมายของรูปทรงสามมิติในแต่ละชนิด

3) ขั้นการอธิบาย (Explication) หมายถึง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของรูปเรขาคณิตสามมิติอีกครั้ง จากนั้นนักเรียนรู้วิธีการคำนวณเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น

4) ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างอิสระ (Free Orientation) หมายถึง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนใช้ความรู้เรขาคณิตสามมิติมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบ และสำหรับในขั้นตอนนี้ จะเป็นการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1) นักเรียนจับกลุ่มความสามารถกลุ่มละ 4-5 คน ให้มีทั้งนักเรียนระดับเก่ง ระดับปานกลาง และระดับอ่อน

4.2) สมาชิกในกลุ่มแต่ละคน ไปร่วมกับสมาชิกกับคนอื่น ๆ โดยที่ในกลุ่มนี้ให้มีทั้งนักเรียนระดับเก่ง ระดับปานกลาง และระดับอ่อน เช่นกัน เพื่อร่วมกันเรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรในประเด็นต่าง ๆ โดยให้แต่ละกลุ่มมีหัวข้อหรือรายละเอียดที่แตกต่างกันออกไป

4.3) เมื่อเรียนรู้เนื้อหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรในประเด็นต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนกลับเข้าหาสมาชิกกลุ่มเดิมที่กำหนดไว้ตอนแรก เมื่อนักเรียนกลับมาแล้ว ให้นักเรียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาให้เพื่อนในสมาชิกกลุ่มรับฟัง ว่าได้เรียนรู้อะไรมาบ้าง

4.4) ครูมอบหมายสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหา และหาคำตอบ

5) ขั้นการบูรณาการ (Integration) หมายถึง นักเรียนร่วมกันนำเสนอวิธีการหาคำตอบตามสถานการณ์ปัญหาที่ครูมอบหมายให้ จากนั้นร่วมกันทบทวน สรุปความรู้ที่ได้รับ รวมไปถึงการเชื่อมโยงเนื้อหาที่ได้เรียนในคาบนี้ไปสู่การเรียนรู้ในคาบถัดไป

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้เวลาจำนวน 14 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนที่ผู้วิจัยออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hieli ร่วมกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ มาใช้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ 1 กลุ่ม วัดก่อนและหลัง (One group pretest-posttest design) (อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล, 2561) โดยมีการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ทำการจัดการเรียนรู้ และทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้รายละเอียดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

ตาราง 1 รายละเอียดกิจกรรมการเรียนรู้

คาบ	รายละเอียดกิจกรรม
1	วัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิต และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรก่อนการจัดการเรียนรู้
2-3	บทเรียนเรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก
4-5	กิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของบทเรียนเรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก
6-7	บทเรียนเรื่อง พีระมิดและกรวย
8-9	กิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของบทเรียนเรื่อง พีระมิดและกรวย
10-11	บทเรียนเรื่อง ทรงกลม
12-13	กิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของบทเรียนเรื่อง ทรงกลม
14	วัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิต และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรก่อนการจัดการเรียนรู้ และทำแบบสอบถามเกี่ยวกับความสุขในการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของกลุ่มตัวอย่าง และเปรียบเทียบระดับการคิดเชิงเรขาคณิต และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สถิติทดสอบ ทดสอบเครื่องหมาย (Sign test) และการทดสอบของวิลค็อกซัน (Wilcoxon matched-pairs signed ranks test)

ผลการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele ร่วมกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการศึกษาระดับความสุขในการเรียนรู้ของนักเรียนภายหลังจากการเรียนรู้ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

1. ระดับการคิดเชิงเรขาคณิต เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร พบว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ มีจำนวนนักเรียนอยู่ในระดับ 0 การมองภาพ ทั้งหมด 13 คน คิดเป็น 76.47% และระดับ 1 การวิเคราะห์ ทั้งหมด 4 คน คิดเป็น 23.53% และหลังการจัดการเรียนรู้ มีจำนวนนักเรียนอยู่ในระดับ 0 การมองภาพ ทั้งหมด 3 คน คิดเป็น 17.65% ระดับ 1 การวิเคราะห์ ทั้งหมด 6 คน คิดเป็น 32.29% ระดับ 2 การคิดนิรนัยเบื้องต้น ทั้งหมด 4 คน คิดเป็น 23.53% และระดับ 3 การพิสูจน์อย่างมีแบบแผน ทั้งหมด 4 คน คิดเป็น 23.53% เมื่อเปรียบเทียบระดับการคิดเชิงเรขาคณิตเฉลี่ยพบว่า มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังรายละเอียดแสดงในตารางต่อไปนี้

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบการคิดเชิงเรขาคณิต ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ระดับการคิดเชิงเรขาคณิต	จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับ (คน)			
	ระดับ 0 (การมองภาพ)	ระดับ 1 (การวิเคราะห์)	ระดับ 2 (การคิดนิรนัยเบื้องต้น)	ระดับ 3 (การพิสูจน์อย่างมีแบบแผน)
ก่อนการจัดการเรียนรู้	13 (76.47%)	4 (23.53%)	-	-
หลังการจัดการเรียนรู้	3 (17.65%)	6 (32.29%)	4 (23.53%)	4 (23.53%)
Frequencies	Negative Differences = 0 Positive Differences = 13 Ties = 4 Total = 17			
Test statistics	Exact Sig. (2-tailed) = .000			

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ย 6.94 คะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.03 คะแนน และหลังการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ย 13.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.89 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยพบว่ามีคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังรายละเอียดแสดงในตารางต่อไปนี้

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ก่อนการจัดการเรียนรู้		หลังการจัดการเรียนรู้	
	M	SD	M	SD
	6.94	3.03	13.18	3.89
Ranks	N	Mean	Sum of Ranks	
Negative Ranks	0	.00	.00	
Positive Ranks	16	8.50	136.00	
Ties	1			
Total	17			
Test Statistics	Z		Asmp. Sig (2-tailed)	
	-3.53		.00	

3. ระดับความสุขในการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีระดับความสุขในการเรียนรู้ในแต่ละด้านอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาความสุขในการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากเช่นกัน ($M = 4.06$, $SD = .89$) ดังรายละเอียดในตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 ผลการศึกษาความสุขในการเรียนรู้ หลังการจัดการเรียนรู้

ความสุขในการเรียนรู้	ค่าสถิติ		
	M	SD	แปลผล
1) ด้านความรู้สึที่ดีต่อการเรียน	4.25	.82	มาก
2) ด้านความพอใจในการเรียน	4.14	.89	มาก
3) ด้านความรู้สึที่ผ่อนคลาย	4.08	.93	มาก
4) ด้านความอยากเรียนรู้ อยากเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียน	3.94	.97	มาก
5) ด้านความภูมิใจในตนเอง	4.02	.81	มาก
6) ด้านความหวังและกำลังใจที่จะปรับปรุงข้อบกพร่องของตนเอง	3.95	.94	มาก
ภาพรวม	4.06	.89	มาก

อภิปรายผลการวิจัย

1. ระดับการคิดเชิงเรขาคณิต เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีระดับหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาพร งอยกุลจิต และ หล้า ภวภูตานนท์ (2558) และ อลงกรณ์ ตั้งสงวนธรรม และคณะ (2561) ที่มีการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele มาใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เป็นลำดับตามขั้นของการเรขาคณิต โดยในการจัดการเรียนรู้ นั้น นักเรียนเริ่มมองเห็นภาพของรูปเรขาคณิตก่อน สังเกต ร่วมกับพูดคุยเชื่อมโยงรูปเรขาคณิตสามมิติกับสิ่งที่พบในชีวิตประจำวัน จากนั้นจึงทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนร่วมกับสรุปความหมาย สมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรคณนิยม (Constructivism) ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเข้าใจและมีความรู้สึกเป็นเจ้าของความรู้ (Olusegun. 2015) นอกจากนี้ในกิจกรรมการเรียนรู้ยังได้ฝึกให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีความแตกต่างกัน เช่น เปรียบเทียบรูปปริซึมกับรูปทรงกระบอก รูปพีระมิดกับกรวย รูปกรวยกับทรงกลม เป็นต้น โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งนักเรียนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นระหว่างการจัดการเรียนรู้อย่างเต็มที่

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาพร งอยกุลจิต และ หล้า ภวภูตานนท์ (2558) และอลงกรณ์ ตั้งสงวนธรรม และคณะ (2561) มีการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของรัชณี ทาเหล็ก (2556) นำไปใช้ในการจัดการ และจุฑาทิพย์ เต็มวิบูลย์โชค และคณะ (2560) ที่ใช้แนวคิดเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele มีส่วนสำคัญที่ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในรูปเรขาคณิตสามมิติอย่างเป็นลำดับขั้น รวมถึงการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ยังเป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ นักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับดี ได้ดูแลช่วยเหลือเพื่อนในสมาชิก ในขณะที่เดียวกันนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อนยังได้แสดงความสามารถในการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้จากการที่แยกไปรวมกับกลุ่มอื่นเพื่อเรียนรู้และกลับมาที่กลุ่มเดิมเพื่ออธิบายให้เพื่อนในสมาชิกกลุ่มเข้าใจ เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง นักเรียนได้เรียนรู้ว่าต้องเก็บข้อมูลในความรู้ที่อย่างเต็มที่ เพื่อนำความรู้กลับมาช่วยเพื่อนในกลุ่มในการแก้ปัญหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ครูมอบหมาย

3. ความสุขในการเรียนรู้ของนักเรียน ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้ในระดับมาก ซึ่งไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของจุฑาทิพย์ เต็มวิบูลย์โชค และคณะ (2560) ซึ่งมีการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ในการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีความพึงใจในการจัดการเรียนรู้ของครูในระดับดี ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นการทำให้ชั้นเรียนมีความผ่อนคลาย

มีบรรยากาศของการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน นักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับดีได้ทำหน้าที่เป็นหัวหน้ากลุ่มดูแลเพื่อน ๆ ในสมาชิก นักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับอ่อนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้แต่ละครั้ง มีความรับผิดชอบมากขึ้น ได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ที่เกิดเป็นความภาคภูมิใจที่ดีในตนเอง

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. แนวคิดการจัดการเรียนรู้ของ Van Hiele เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในสาระเรขาคณิต หากจะนำไปปรับใช้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ ผู้วิจัยควรพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาสำหรับการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักเรียน

2. การจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ ไม่ควรมีจำนวนสมาชิกกลุ่มเยอะจนเกินไป และควรใช้การคละกลุ่มให้เด็กที่ผลการเรียนระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อนได้รวมกัน ทั้งการจัดกลุ่มในชั้นแรก และการแยกกันไปรวมตัวในอีกกลุ่มหนึ่ง เพื่อไม่ให้เด็กนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอ่อนไปรวมกันอย่างเดียว รวมถึงยังให้นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนดีได้ช่วยเหลือนักเรียนที่มีผลการเรียนอ่อนด้วย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำกิจกรรมกลุ่ม ครูผู้สอนควรระวังเรื่องการรวมกลุ่มเป็นพิเศษ

3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญในขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ (Directed Orientation) และ) ขั้นการอธิบาย (Explication) เป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันสรุปความหมายและสมบัติของรูปเรขาคณิตในแต่ละรูป ครูผู้สอนต้องเน้นย้ำให้นักเรียนเข้าใจในโมทัศน์ของเนื้อหาอย่างถูกต้อง เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการนำความรู้ไปปรับใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ต่อไป

บรรณานุกรม

จุฑาทิพย์ เต็มวิบูลย์โชค. (2560). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ที่เสริมสร้าง

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดค่ากลางของข้อมูล ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์*. 28(1) น.110-123.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ. (2561). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ Mathematics Instruction*. กรุงเทพฯ: โรง

พิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัชวีย์ สงวนภักร์. (2557). *การพัฒนาโปรแกรมเสริมสร้างสุขในการเรียนตามแนวคิดจิตตปัญญาศึกษาของ*

นิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. ปริญญาโท กศ.ม.

(การวิจัยและพัฒนาศึกษาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ณัชชา กมล. (2558). *ตัวแบบของโซโล: กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การคิดเชิงคณิตศาสตร์*.

วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์). 7(14) น.218-227.

ณัชฎาภา นิมิตรดี และ นัฐจิรา บุศย์ดี. (2560). *การจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติสู่ผลสัมฤทธิ์ขั้นสูงเพื่อส่งเสริม*

- การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. การประชุมประจำปีครั้งที่ 22 ในสาขาคณิตศาสตร์ จัดโดย ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. รัชนี้ ทาเหล็ก. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง เส้นขนาน ที่มีต่อความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิภาพร งอยกุดจิก และ หล้า ภวภูตานนท์. (2558). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดของ Van Hiele และใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยการเรียนรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 38(2) น.96-102.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560*. กรุงเทพฯ : สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.
- อลงกรณ์ ตั้งสงวนธรรม และคณะ. (2561). การใช้รูปแบบ Van Hiele ในการพัฒนาการเรียนการสอนการพิสูจน์ทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์*. 39(2561) น.634-644.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อิทธิพัฒน์ สுவทันพรกุล. (2561). *การวิจัยทางการศึกษา: แนวคิดและการประยุกต์ใช้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Crowley, M. L. (1987). The van hiele model of the development of geometric thought. *Teaching and Learning, K-12 – 1987 Yearbook*. Virginia, USA: NCTM.
- Olusegun, B, S. (2015). Constructivism Learning Theory: A Paradigm for Teaching and Learning. *IOSR Journal of Research & Method in Education*. 5(1) p.66-70.
- Steinbrink, J, J. and Stahl, R, J. (1994). Jigsaw III = Jigsaw II + cooperative test review: Application to the social studies classroom. In cooperative learning in social studies: A handbook for teachers p.131-152. California” Addison-Wesley publishing company.
- Willson, J, W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics: A Handbook on Formative and Summative Evaluation of Students Learning*. New York: Mc Graw Hill.

Translate Thai Reference

- Cheausuwantavee, C. (2018). *Mathematics Instruction*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House.
- Kamol, N. (2015). SOLO model : A framework for analyzing mathematical thinking. *Srinakharinwirot research and development (Journal of humanities and social sciences)*. 7(14) p.218-227.
- Makanong, A. (2010). *Skills and Mathematical Process. Developing for Development*. Book and Academic Document Center of Faculty of Education, Chulalongkorn University.
- Makanong, A. (2014). *Mathematics for Secondary School Teachers*. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Ngoykudjik, V. and Pavaputanon, L. (2011). The Development of Mathematics Learning Activities Based on van Hiele's Theory Utilizing The Geometer's Sketchpad As A Learning Tool On Relation Between Two-Dimensional Geometric Figures and Three-Dimensional Geometric Figures for Matthayomsuksa 1. *Journal of Education khon Kaen University*. 38(2) p.96-102.
- Nimitdee, N. and Busdee, N. (2017). Learning Management by using way to high achievement toward to geometric thinking for mathayomsuksa 3 students. The 22nd annual meeting in mathematics (AMM 2017) by Department of mathematics, Faculty of science Chiangmai University.
- Office of the Basic Education Commission. (2017). *Indicators and Core Content Mathematics Learning Area (Revised Edition B.E. 2560) According to The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551*. Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education.
- Snguanphak, C. (2014). *The Development of program which enhances happiness in learning based on contemplative for sophomore students of Kasetsart university, Bankkhen campus*. M.Ed. (Research and development on human potentials). Bangkok: Graduate school. Srinakharinwirot university.
- Suwanthanpornkul, I. (2018). *Educational research: Concept and application*. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House.
- Temwiboolchok, C. (2017). Mathematical Instructional Activities Using Jigsaw Technique to Enhance Problem-Solving Abilities on Measure of Central Tendency for Mathayomsuksa Five Students. *Journal of Education*. p.110-123.