

การศึกษาความรู้สึกเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา เรื่อง
“ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ตามแนวคิดของ Van Hiele

The Study of the Spatial Sense of Mathayomsuksa 1 Students at
Kasetsart University Laboratory School, Center for Educational Research and
Development on “The Relation of Two-Dimensional and Three-Dimensional
Geometry Figure” by Using Learning Activity based on the concept
of The Van Hiele

เกณิกา กรกัญญพัชร

Kanikar Kornkunyapat

โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความรู้สึกเชิงปริภูมิเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวนนักเรียน 40 คน ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” ตามแนวคิดของ Van Hiele 2) แบบทดสอบวัดความรู้สึกเชิงปริภูมิ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที่ ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการศึกษาความรู้สึกเชิงปริภูมิเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 70% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ”

โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 70% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ความรู้สึกเชิงปริภูมิ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele

Abstract

The purposes of this research were 1) to study the Spatial Sense on “The Relation of Two-Dimensional and Three-Dimensional Geometry Figure” based on the concept of The Van Hiele and 2) to study the mathematics learning achievement on “The Relation of Two-Dimensional and Three-Dimensional Geometry Figure” based on the concept of The Van Hiele

The sample was 40 Mathayomsuksa 1 students of Kasetsart University Laboratory School Center for Educational Research and Development that was selected by purposive sampling. The instruments in data 1) lesson plans on “The Relation of Two-Dimensional and Three-Dimensional Geometry Figure” based on the concept of The Van Hiele, 2) the spatial sense test on “The Relation of Two-Dimensional and Three-Dimensional Geometry Figure” based on the concept of The Van Hiele, and 3) the learning achievement test on “The Relation

of Two-Dimensional and Three-Dimensional Geometry Figure” based on the concept of The Van Hiele. Percentage, mean, standard deviation, and t-test were used for analyzing data.

The research findings revealed that the students had 1) the spatial sense on “The Relation of Two - Dimensional and Three - Dimensional Geometry Figure” by using learning activity based on the concept of The Van Hiele higher than 70% and 2) the learning achievement on “The Relation of Two-Dimensional and Three-Dimensional Geometry Figure” by using learning activity based on the concept of The Van Hiele with the average of students after learning was higher than before learning and higher than Learning Activity 70% at the .05 level of significance.

Keywords: Spatial Sense, Learning based on the concept of The Van Hiele

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตมนุษย์ การใช้งานคณิตศาสตร์มีมาตั้งแต่อดีตกาลในลักษณะที่ไม่เป็นทางการ เช่น ในสมัยโบราณ การชั่งตวงบนก้อนหินเพื่อแทนจำนวนสัตว์ป่าที่ล่ามาได้เป็นการนับ การนำของมารวมกันเป็นการบวก การใช้งานของคณิตศาสตร์จึงเกิดขึ้นมานานมากแล้ว จะเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญทั้งในแง่ของการใช้งานในชีวิตจริง และการพัฒนาการศึกษาให้กับคนในสังคม จึงมีความจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าในทุกยุคทุกสมัยอย่างต่อเนื่อง และในปัจจุบัน คณิตศาสตร์ยิ่งมีความสำคัญมากขึ้นในมุมมองของการเป็นศาสตร์แห่งการพัฒนาความคิด ความเป็นเหตุเป็นผล และการมีส่วนร่วมในการพัฒนาทักษะชีวิต (Makanong, 2014)

ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้พูดถึงความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ไว้ว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบมีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถ่องถ้วนรอบคอบช่วยให้คาดการณ์วางแผนตัดสินใจแก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสมนอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต

ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (Ministry of Education, 2010)

โดยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ผู้เรียนต้องเรียนรู้นั้นก็ประกอบไปด้วยกันหลายด้าน แต่ละด้านก็มุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตของผู้เรียนให้ได้มากที่สุด ซึ่งเนื้อหาเกี่ยวกับเรขาคณิตก็เป็นเนื้อหาหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากสิ่งต่าง ๆ ที่รายล้อมรอบตัวเราล้วนมีรูปร่างที่เกี่ยวข้องกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติแทบทั้งสิ้น (Department of Mathematics and Computer The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2003)

เรขาคณิตเป็นคณิตศาสตร์แขนงหนึ่งซึ่งว่าด้วยเรื่องสมบัติของปริภูมิ (Space) ซึ่งหมายถึง สิ่งต่าง ๆ รวมทั้งอาณาบริเวณซึ่งทุกสิ่งทุกอย่างดำรงอยู่ เคลื่อนไหว และเคลื่อนที่ หรืออีกนัยหนึ่งคือมิติที่เราอาศัยอยู่นั่นเอง (Department of Mathematics and Computer The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2003) นอกจากนั้น Plaengprasopchok (1997) ยังได้กล่าวถึง เรขาคณิตว่านอกจากเป็นวิชาที่ฝึกความสามารถเชิงปริภูมิ (Spatial Ability) แล้วยังฝึกในด้านการใช้เหตุผลแบบต่าง ๆ ตลอดจนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง และเป็นพื้นฐานของหลายสาขาวิชา ตลอดจนเป็นพื้นฐานที่จะเข้าใจคณิตศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับสำนักคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่กล่าวว่า ผู้เรียนที่มีพัฒนาการทางด้านความรู้เชิงปริภูมิและมีพัฒนาการทางด้านภาษาเป็นอย่างดีจะสามารถพัฒนาให้มีความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับจำนวน (Number) และการวัด (Measurement) ในระดับสูงได้เป็นอย่างดีด้วย (Department of Mathematics and Computer The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2003)

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ความรู้เชิงปริภูมิ หากสร้างให้เกิดกับผู้เรียนแล้วจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับผู้เรียนเป็นอย่างมาก โดย Shaw (1990) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการพัฒนาความรู้เชิงปริภูมิและความสามารถเชิงปริภูมิว่ามีประโยชน์อย่างมากเพราะเกี่ยวข้องกับโลกแห่งความเป็นจริงและการปรับตัวของผู้คน ถ้าปราศจากความรู้เชิงปริภูมิและคำศัพท์ที่จะใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ แล้ว จะไม่สามารถสื่อสารเกี่ยวกับตำแหน่ง หรือความสัมพันธ์ของวัตถุตั้งแต่สองอย่างขึ้นไปได้ จะไม่สามารถให้หรือรับคำแนะนำเพื่อค้นหาตำแหน่งใด ๆ จะไม่สามารถเขียนรูปใหม่ที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงรูป

เดิมเมื่อมีการแบ่งรูปร่างออกเป็นส่วนย่อย ๆ เชื่อมรูปร่างกับรูปอื่นเข้าด้วยกัน หรือเคลื่อนที่รูปร่างไปในปริภูมิ และจะเป็นตัวขัดขวางความสามารถในการวิเคราะห์รูปและความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของรูป

หรือแม้กระทั่งโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกันนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพระบบการศึกษาของประเทศสมาชิกและประเทศร่วมโครงการ PISA 2012 ในเรื่องการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) นั้น ยังเน้นในเรื่องการรู้เรื่องปริภูมิและทรงสามมิติ (Space and Shape) ด้วยเช่นกัน โดยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตและการวัด ซึ่งเป็นพื้นฐานไปสู่กิจกรรมของการวาด การสร้างและการอ่านแผนที่ การแปลงรูปร่างโดยใช้และไม่ใช่เทคโนโลยี การตีความสัมพันธ์ระหว่างภาพ (Images) ไปยังความรู้สึกในรูปของสามมิติ และการนำเสนอวัตถุและรูปร่าง นอกจากนี้ ยังกล่าวถึงเรื่องแบบรูป (Pattern) ซึ่งมีอยู่ทั่วไปในชีวิตประจำวัน แม้แต่การพูด ดนตรี การจราจร การก่อสร้าง ศิลปะ เป็นต้น รูปร่างที่เป็นแบบรูปที่เห็นได้ทั่วไป เช่น รูปร่างของบ้าน โรงเรียน อาคาร สะพาน ถนน ดอกไม้ การศึกษาเรื่องรูปร่าง มีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับแนวคิดของเรื่องที่ว่า ซึ่งต้องการความเข้าใจในเรื่องของคุณสมบัติของวัตถุและตำแหน่งเปรียบเทียบของวัตถุ เราต้องรู้ว่าเรามองเห็นวัตถุของต่าง ๆ อย่างไร และทำไม เราจึงมองเห็นมันอย่างที่เราเห็น เราต้องเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างและภาพในความคิด หรือภาพที่เรามองเห็น เป็นต้นว่า มองเห็นความสัมพันธ์ของตัวเมืองจริงกับแผนที่ รูปถ่ายของเมืองนั้น รวมทั้งมีความเข้าใจในรูปร่างที่เป็นสามมิติที่แสดงแทนออกมาในภาพสองมิติ มีความเข้าใจในเรื่องของเงาและภาพที่มีความลึก (Perspective) และเข้าใจด้วยว่ามันทำงานอย่างไร (Thinprapa, 2014)

และเพื่อให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 การสอนเรขาคณิตควรมุ่งเน้นและสนับสนุนให้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความรู้เชิงปริภูมิ (Spatial Sense) ให้เกิดกับผู้เรียนมากที่สุด โดยหนึ่งในวิธีที่น่าสนใจคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele ที่ได้เสนอแนะแนวทางที่จะช่วยให้การเรียนการสอนวิชาเรขาคณิตมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยมีลำดับขั้นเริ่มต้นจาก ขั้นที่ 1 การนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถาม ขั้นที่ 2 การแนะนำโดยตรงจากครู ขั้นที่ 3 การอธิบายให้ชัดเจน ขั้นที่ 4 การศึกษาด้วยตนเอง และขั้นที่ 5 การบูรณาการ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องจัดให้สอดคล้องกับการพัฒนาในแต่ละขั้น ใช้คำถามในการ

ส่งเสริมให้นักเรียนสังเกต คิด อภิปราย เพื่อให้นักเรียนจะได้มีประสบการณ์และพัฒนาความรู้ในแต่ละขั้นของการเรียนอย่างกว้างขวาง ไม่ใช่การเรียนโดยการท่องจำเท่านั้น (Tipkong, nd.)

จากความสำคัญและเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความรู้เชิงปริภูมิ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele เพื่อหาวิธีการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพราะการเรียนรู้เรขาคณิตเป็นพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น หรือในชีวิตจริงได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความรู้เชิงปริภูมิเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele
2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 260 คน ซึ่งการจัดห้องเรียนแต่ละห้องเป็นแบบคละความรู้ความสามารถทางการเรียนรู้ โดยจัดให้นักเรียนที่มีความสามารถเก่งปานกลาง และอ่อนอยู่ในห้องเรียนเดียวกัน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวนนักเรียน 40 คนใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)
3. สาระที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) ซึ่งประกอบไปด้วย

- 3.1 ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ
- 3.2 หน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ

3.3 ภาพที่ได้จากการมองทางด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

3.4 รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์

4. ตัวแปร ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

4.1 ตัวแปรต้น กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ”

4.2 ตัวแปรตาม

4.2.1 ความรู้สึกรู้เข้าใจเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele

4.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้เวลาทั้งหมด 10 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งประกอบด้วยระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” จำนวน 7 คาบ ระยะเวลาในการทดสอบก่อนเรียนจำนวน 1 คาบ การทดสอบหลังเรียน 1 คาบ และการวัดความรู้สึกรู้เข้าใจเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” หลังเรียนจำนวน 1 คาบ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาความรู้สึกรู้เข้าใจเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele ใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว ซึ่งเก็บข้อมูลระหว่างและหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2559 จำนวนนักเรียน 40 คน ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

การสร้างและการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” ตามแนวคิดของ Van Hiele

2. แบบทดสอบวัดความรู้สึกรู้เข้าใจเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ”

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ”

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องมือในการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” ตามแนวคิดของ Van Hiele มีทั้งหมด 7 แผน ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” จากหลักสูตร เอกสารประกอบการสอน แบบเรียน คู่มือครู และตำราต่าง ๆ

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการเสริมสร้างความรู้สึกรู้เข้าใจ

1.3 ศึกษาหนังสือ ตำรา งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนเรขาคณิตตามแนวคิดของ Van Hiele เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ”

1.4 ศึกษาและดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เป็นรายคาบ โดยแบ่งออกเป็น 7 แผน ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ภาพของรูปเรขาคณิตสามมิติ
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ภาพหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ(1)
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ (2)
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ (1)
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ (2)

1.5 ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบและลักษณะของการนำความรู้สึกรู้เข้าใจมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 5 ขั้นตอน คือ (Teppo, 1991 อ้างถึงใน Tipkong, 1994) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถาม (Inquiry Information) ในขั้นเริ่มแรกนี้ ครูกล่าวถึงประโยชน์และเหตุผลในการเรียนเนื้อหานี้ ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนา อภิปราย และทำกิจกรรมในเนื้อหาที่ศึกษา เน้นในเรื่องการสังเกต ตลอดจนแนะนำคำศัพท์ในเรื่องเรขาคณิต

ขั้นที่ 2 การแนะนำโดยตรงจากครู (Guided/ Directed Orientation) นักเรียนปฏิบัติตามสิ่งที่ครูบอกอย่างเป็นขั้นตอน สำรวจเนื้อหาที่เรียนโดยใช้สื่อที่ครูตั้งใจจัดเรียงไว้ให้ตามลำดับการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมที่ละขั้นตอนตามการเรียนรู้ของนักเรียน ครูแนะนำศัพท์ รูปเรขาคณิตสามมิติ หรือสัญลักษณ์ที่ใช้ในทางเรขาคณิตและเนื้อหาที่กำลังสอน ตลอดจนสมบัติที่สำคัญๆ โดยกิจกรรมที่จัดขึ้นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สังเกต สำรวจ และศึกษาจนเข้าใจเพื่อให้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหาแต่ละโจทย์

ขั้นที่ 3 การอธิบายอย่างชัดเจน (Exploitation/ Explanation) โดยส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายและอภิปรายในสิ่งที่นักเรียนพบจากการสังเกต การสำรวจ และการคิด ครูและนักเรียนช่วยกันสรุป กฎเกณฑ์และสิ่งที่นักเรียนคิดว่าสำคัญ

ขั้นที่ 4 การศึกษาด้วยตนเอง (Free Orientation) นักเรียนจะได้รับงานที่สลับซับซ้อนขึ้น ใช้วิธีการที่หลากหลายขั้นตอน มีวิธีการคิดหรือพิสูจน์มากกว่าหนึ่งวิธี โดยนักเรียนจะได้รับประสบการณ์จากการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และแสดงความสัมพันธ์ต่าง ๆ กับสิ่งที่นักเรียนได้ศึกษา นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับความเป็นเหตุเป็นผลได้

ขั้นที่ 5 การบูรณาการ (Integration) นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในเรื่องที่นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นแนวคิดในรูปแบบใหม่ โดยครูทำหน้าที่สรุป ตั้งคำถามให้นักเรียนถามตอบ แสดงความคิดเห็น สังเคราะห์สิ่งที่ได้เรียนรู้มาทั้งหมด

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะที่ได้รับ

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขจนสมบูรณ์แล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบทดสอบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” แบบทดสอบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นี้เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัยแบบเขียนตอบจำนวน 14 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน รวม 28 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้ ความคิดรวบยอดหลักการ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากคู่มือครู หนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเอกสารประกอบการสอน เพื่อกำหนดเนื้อหาในแบบทดสอบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ”

2.2 สร้างแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 14 ข้อ เพื่อใช้วัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิ พร้อมกับกำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนในคำถามแต่ละข้อ โดยมีรายละเอียดเกณฑ์แต่ละข้อดังนี้

คะแนนเต็มในแต่ละข้อคือ 2 คะแนน โดยที่

- 2 คะแนน หมายถึง นักเรียนสามารถเขียนรูปได้ถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์ มีความสมบูรณ์
- 1 คะแนน หมายถึง นักเรียนสามารถเขียนรูปได้ถูกต้องบางส่วน ขาดความสมบูรณ์ ไม่ครบถ้วน
- 0 คะแนน หมายถึง นักเรียนไม่เขียนรูปหรือเขียนไม่ถูกต้อง

2.3 นำแบบทดสอบวัดความรู้สึกรู้สึกเชิงปริภูมิและเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อพร้อมเฉลย เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในด้านความครอบคลุมเนื้อหา ความเหมาะสมและความชัดเจนของข้อคำถาม รวมทั้งความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ได้รับ

2.4 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง

2.5 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความรู้สึกเชิงปริภูมิ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” เป็นแบบทดสอบที่ใช้ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบที่มี 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาดังนี้

3.1 ศึกษาหนังสือการวัดผลการศึกษา เอกสารวารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบและศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้หรือเนื้อหา เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” และจัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อกำหนดอัตราส่วนและจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่มุ่งวัด

3.2 ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมทั้งความเหมาะสมและความชัดเจน ของข้อคำถามและคำตอบ จากนั้นผู้วิจัยนำคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

3.4 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเที่ยง

3.5 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตามลำดับดังนี้

1. ชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงรายละเอียด ขั้นตอน พร้อมทั้งข้อตกลงในการดำเนินการทดลองในครั้งนี้

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วมาทำการทดสอบก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่างในคาบที่ 1 โดยใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที

3. ดำเนินการสอน เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele ทั้งหมด 7 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เมื่อสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับที่ทำการทดสอบก่อนเรียนมาทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างในคาบที่ 9 โดยใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที

5. ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความรู้สึกเชิงปริภูมิ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” ในคาบที่ 10 โดยใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที

6. นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบทดสอบวัดความรู้สึกเชิงปริภูมิไปทำการวิเคราะห์ และสรุปผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าต่าง ๆ ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ Matched pairs t-test

3. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ 70%

4. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความรู้สึกเชิงปริภูมิของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ 70%

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาความรู้สึกเชิงปริภูมิ เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 70% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยได้คะแนนเฉลี่ย 21.87 คิดเป็นร้อยละ 78.11 ของคะแนนเต็ม

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียน ($\bar{X}$ = 17.17) เพิ่มขึ้นจากคะแนนสอบก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 11.30)

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 70% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยได้คะแนนเฉลี่ย 17.17 คิดเป็นร้อยละ 85.85 ของคะแนนเต็ม

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการพัฒนาความรู้สึกรักเรียนปฏิวัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. จากผลการศึกษาความรู้สึกรักเรียนปฏิวัติเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 70% เนื่องจากมีการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นลำดับขั้น ดังนี้ ขั้นที่ 1 โดยเริ่มจากการที่ครูตั้งคำถามกับนักเรียนโดยเป็นคำถามที่เข้าใจง่าย ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบ ซึ่งถือว่าเป็นการทบทวนความรู้ และยังช่วยให้ครูสามารถประเมินความรู้ของนักเรียนได้จากการตอบคำถามของนักเรียน หากนักเรียนเข้าใจผิดในเรื่องนั้น ๆ ครูก็สามารถที่จะอธิบายเบื้องต้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องได้ พร้อมกันนั้นในเวลาที่ครูถามนักเรียน นักเรียนก็จะมีความตั้งใจฟังในสิ่งที่ครูต้องการจะสื่อสาร ในขั้นที่ 2 ซึ่งเป็นขั้นที่ครูอธิบาย หรือสาธิต ประกอบกับสื่อการสอนที่ช่วยในการอธิบายเนื้อหาจากง่ายไปหายาก หรือจากสิ่งที่ป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม จึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้อย่างชัดเจน ในขั้นที่ 3 เมื่อครูสาธิต และลองให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนจะได้ฝึกการอธิบายในสิ่งที่นักเรียนได้ทำการศึกษา พร้อมกับตีความเกี่ยวกับกิจกรรมที่ครูกำหนดให้ ซึ่งครูได้จัดกิจกรรมที่เน้นให้

นักเรียนทุกคนมีความคิดรวบยอดอย่างชัดเจนเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ นักเรียนเกิดความรู้สึกเชิงปฏิวัติได้ ในขั้นที่ 4 ผลจากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเอง นักเรียนจะค้นพบวิธีการที่ได้มาซึ่งผลลัพธ์ตามที่โจทย์กำหนดเอาไว้ ได้หลากหลายวิธี เพราะมีการลองผิดลองถูก หรือการอภิปรายกับเพื่อนและในขั้นที่ 5 นักเรียนสามารถที่จะอธิบายหรือนำเสนอเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้ศึกษามาให้กับผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน โดยในบางคนที่สามารถที่จะอธิบายเชื่อมโยงว่าสิ่งที่นักเรียนได้ศึกษานั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กล่าวมาทั้งหมด ส่งผลให้นักเรียนโดยส่วนใหญ่มีผลคะแนนในเรื่องความรู้สึกรักเรียนปฏิวัติเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (Sudcham, 2014; Siangwan, 2006; Tipsri, 2006; Hendroanto Aan, 2015; Unal Hasan, Jakubowski Elizabeth and Corey Darryl, 2009)

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ” โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 70% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพราะผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้เป็นลำดับขั้น ในแต่ละขั้นมีการวางแผนกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การสังเกต และการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจถ่องแท้ ซึ่งการที่นักเรียนมีอิสระในการลองผิดลองถูกในการทำกิจกรรมต่าง ๆ จนได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดให้ทำให้นักเรียนเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียนได้เป็นอย่างดี รวมถึงการนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์หรือบูรณาการในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ได้ (Pradubsri, 1997; Ngoykudjik, 2014; Vargas Gilberto and Araya Ronny, 2013; Connolly Susan, 2010)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. การสร้างบรรยากาศในการจัดกิจกรรมในแต่ละชั้น ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และมีส่วนร่วมในกิจกรรมให้มากที่สุด และทั่วถึงทุกคน เพราะสิ่งที่นักเรียนอภิปรายหรือนำเสนอจะช่วยให้ครูทราบถึงความรู้ของผู้เรียนว่าเข้าใจในสิ่งที่กำลังศึกษาว่าเข้าใจได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ และยังเป็นข้อมูลให้ครูนำไปปรับการเรียนการสอนที่ช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจให้มากที่สุด

2. การพัฒนาความรู้สึกเชิงปริภูมิให้เกิดประสิทธิภาพ และมีความคงทนในการเรียนรู้ให้มากที่สุด ควรมีการฝึกฝนนักเรียนอย่างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอ

3. ควรจัดสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้มีปริมาณที่เพียงพอแก่นักเรียน เพราะจะทำให้นักเรียนเกิดการเข้าใจ และเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง และครบถ้วน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Van Hiele และความรู้สึกเชิงปริภูมิในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตอื่น ๆ และในระดับชั้นอื่น ๆ เช่น พื้นฐานทางเรขาคณิต เส้นขนาน การแปลงทางเรขาคณิต พื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ตัวอย่างงาน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการสร้างมโนทัศน์ เป็นต้น ว่าสามารถพัฒนาความรู้สึกเชิงปริภูมิได้มากน้อยเพียงใด

References

- Connolly S. (2010). *The Impact of van Hiele-based Geometry Instruction on Student Understanding*. Mathematical and Computing Sciences Department. St. John Fisher College: New York.
- Department of Mathematics and Computer The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2003). *Spatial Sense*. Bangkok: S.P.A. Printing the limited edition. (in Thai).
- Hendroanto A. (2015). *Developing student's Spatial Ability in Understanding Three-Dimensional Representations*. Master of Science in Mathematics Education Program. Universitas Negeri Surabaya. Indonesia.
- Makanong A. (2014). *Mathematics for Secondary Teachers*. Bangkok: Faculty of Education Chulalongkorn University. (in Thai).
- Ministry of Education. (2010). *The Activities of the Students by the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. 2nd ed. Bangkok: Agricultural Cooperatives of Thailand. (in Thai).
- Ngoykudjik V. (2014). *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*. Master of Education, Khon Kean University. (in Thai).
- Plaengprapchok P. (1997). *Development of Special Geometric Curriculums for Secondary Students with Mathematical Talents*. Doctor of Education Program in Mathematics, Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Pradubsri L. (2014). *Effects of Learning Activities Management on "The Relationship between Two Dimension and Three Dimension Geometric Figures" Based on the concept of The Van Hiele of Mathayomsuksa One Students at Bangrahong (Piromsiri) School, Changwat Nonthaburi*. Master of Education, Kasetsart University. (in Thai).
- Shaw, Jean M. (1990). *Spatial Sense Arithmetic*, 37(6), 4-5.
- Siangwan N. (2006). *The Effects of Mathematics Learning Activities on the Topic of the Relationship Between Two-Dimension and Three-Dimension Geometric Figures upon the Spatial Sense and Learning Achievement of Mathayom Suksa I Students at Kham Khuean Kaew Chanupatham School in Yasothon Province*. Master of Education, Sukhothai Thammathirat. (in Thai).

- Sudcham C. (2014). *The Study of The Spatial Reasoning Ability and Learning Achievement on “Relation of Two-Dimensional and Three-Dimensional Geometry Figure” by Using Learning Activities Emphasized to Enhance Spatial Sense of Mathayomsuksa One Students at Rittiyawannalai School*. Master of Education, Kasetsart University. (in Thai).
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2003). *Geometry and Spatial Sense*. Bangkok: S.P.A. Printing Co., limited edition.(in Thai).
- _____. (2003). *Spatial Sense*. Bangkok: S.P.A. Printing The limited edition.(in Thai).
- Thinprapa, T. (2014). *Mathmatical Literacy Skills Needed in the 21st Century*. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology Journal, 187 (March – April 2014). (in Thai).
- Tipkong, S. (1994). *Teaching Mathematics*. Bangkok: Faculty of Education. Kasetsart University. (in Thai).
- Tipkong S. (nd.). *Trends in Teaching Mathematics*. Bangkok: Faculty of Education, Kasetsart University. (in Thai).
- Tipsri S. (2006). *Improving Spatial Sense of Mathayom Suksa 1 Students at Sikaoprachaphadungwit School, Trang Province*. Master of Education, Chiang Mai University. (in Thai).
- Unal Hasan, Jakubowski Elizabeth and Corey Darryl. (2009). *Differences in learning geometry among high and low spatial ability pre-service mathematics teachers*. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 40(8), 15 December 2009, 997–1012.
- Vargas Gilberto and Araya Ronny. (2013). *The Van Hiele Model and the Teaching of the Geometry*. Uniciencia, 27(1), 74-94. Costa Rica.