

**การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม
The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ
และปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
**The Development of Mathematics Learning Activities Based on Van Hiele's
Instructional Model Using the Geometer's Sketchpad as a Learning Tool on
solid Geometry and volume of rectangular for PrathomSuksa 6.**

กมลทิพย์ สมบัติธีระ (Kamontip Sombuttheera)*

เกื้อจิตต์ จิมทิม (Kujit chimtim)**

เจียมศักดิ์ ตรีศิริรัตน์ (Jaemsak trisiriratana)***

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก 2) เพื่อศึกษาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ 3) เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป กลุ่มเป้าหมายการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/3 โรงเรียนชุมชนบ้านชนบท สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการ คือ แบบทดสอบวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ และ ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 12 แผน 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสะท้อนผลการปฏิบัติการ คือ แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบทดสอบท้ายวงจร 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ คือ แบบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ และปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยภายใต้กรอบทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาโดย ชาญณรงค์ เอียงราช (2548) มี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการวิเคราะห์ทฤษฎี

คำสำคัญ : การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ van Hiele, โปรแกรม The Geometer's Sketchpad, ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele

Keywords : The Development of mathematics Learning Activities based on van hiele's Instruction Model, The Geometer's Sketchpad , Level of geometric thinking suggested by van Hiele

* นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ประถมศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2) ขั้นตอนการวางแผน 3) ขั้นตอนปฏิบัติการสอน 4) ขั้นตอนการสังเกตและประเมินผล 5) ขั้นตอนสะท้อนผลการปฏิบัติการสอน ซึ่งมีวงจรปฏิบัติ 3 วงจรและจัดกิจกรรมตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นการรับข้อมูล ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ ขั้นการอธิบาย ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างอิสระ และขั้นบูรณาการ

ผลการวิจัย พบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการรับข้อมูล กิจกรรมควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมกันสำรวจ สังเกต แสดงความคิดเห็นได้ 2) ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ กิจกรรมควรให้จัดกลุ่มเพื่อค้นคว้าหาความเหมือนหรือความแตกต่าง และเพื่อเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้ที่เรียนผ่านมา 3) ขั้นอธิบาย กิจกรรมควรให้นักเรียนได้รับอิสระในการแสดงเหตุผลหรือความคิดเห็นเพื่อหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล ครูควรแนะนำคำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์ ที่ใช้อธิบายเพื่อให้มีความเข้าใจตรงกัน 4) ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างอิสระ กิจกรรมควรให้ได้ใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหา นักเรียนจะใช้ประสบการณ์หรือความรู้ที่เรียนผ่านมา และความรู้ใหม่ช่วยในการแก้ปัญหาที่ได้รับประสบความสำเร็จ 5) ขั้นการบูรณาการกิจกรรมควรให้นักเรียนได้สรุปความรู้ทั้งหมดที่ได้จากการเรียนรู้ และทำแบบฝึกทักษะเพื่อเป็นการทบทวนและสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้

2. นักเรียนสามารถพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele จากระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็นและระดับที่ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนารูปลักษณะเป็นระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์

3. นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.83 และมีนักเรียนที่มีคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

Abstract

The objectives of this research were to: 1) develop Mathematics learning activities based on van Hiele's learning model on solid geometry and volume of rectangular for students in PrathomSuksa 6. 2) study perspective level of solid geometry derived from van Hiele's learning activities and the Geometer's Sketchpad instrument and improve student's Mathematics learning achievement in PrathomSuksa 6. 3) develop mathematics learning achievement of PrathomSuksa 6 students on solid geometry and volume of rectangular using Hiele's learning activities and the Geometer's Sketchpad as a learning tool so that no less than 70% of the students acquire an average achievement score of more than 70%. The research sampling consisted of 24 students in PrathomSuksa 6/3 at Chomchonbanchonabot School under the jurisdiction of the office of KhonKaen Primary Educational Service area 2 in the second semester of the academic year 2011.

There were 3 types of research instrument as follows: 1) classroom action instructional tools including a pre-test to measure the level of geometric thinking based on van Hiele's instructional model and 12 mathematics lesson plans based on van Hiele's model with the aid of the Geometer's Sketchpad as a learning tool; 2) data collection and reflective tools including a behavior observation form, and a post-test after completing each lesson; 3) evaluation tool of learning management including a mathematics learning achievement test on solid geometry and volume of rectangular. The framework of this research was based on Heingraj's framework of learning activity development. There are 5 main steps of learning

activities development namely 1) theory analysis, 2) planning, 3) instruction implementation, 4) observation and assessment, 5) reflection of van Hiele's instructional model.

The research results were as follows:

1. In terms of the development of Mathematics learning activities based on van Hiele's instructional model using the Geometer's Sketchpad instrument was focused on solid geometry and volume of rectangular for students in Prathomsuksa 6, it was found that there were five steps in developing the learning activities including 1) the perception step where students were given an opportunity to participate in the exploration, observe the activities, and express opinions; 2) the orientation step where students worked as a group to find out the similarities or differences as well as connect new knowledge with their existing knowledge; 3) the explanation step where students freely expressed their opinions and gave reasons to find rational solutions; 4) the free orientation step where students used their existing ability and experience to successfully solve problems; 5) the integration step where students concluded all the learned knowledge and completed the exercises to review and summarize what they had learned.

2. The students were able to develop and enhance thinking level of solid geometry based on van Hiele's learning activities and the Geometer's Sketchpad learning instrument from level 1 (Visualization or Recognition) and level 2 (Analysis or Description) to level 3 (Informal deduction or Ordering).

3. Of all the students, there were 21 students who (87.50%) reached the criteria with an average test score of 76.83%.

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 โดยเฉพาะหมวด 9 มาตรา 66 ได้กล่าวว่าผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ทำได้ เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ระบุว่า เพื่อสร้างและพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นกำลังของชาติและเป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และพลเมืองโลก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

เรขาคณิตเป็นสาระหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีสำรวจพื้นที่ สร้างผังเมือง สร้างถนน สำรวจโลกและอวกาศ หรือ

สิ่งต่าง ๆ เรขาคณิตช่วยพัฒนาทักษะที่สำคัญหลายประการ เช่น ทักษะเชิงมิติสัมพันธ์หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิ ยุพิน พิพิธกุล (2545) กล่าวว่าสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้ นักเรียนมีระดับ การคิดเชิงเรขาคณิตในระดับต่ำ อาจเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมที่ไม่ได้ส่งเสริมการคิด ของนักเรียน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระเรขาคณิต ให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูควรหาวิธีที่จะทำให้นักเรียน ได้สำรวจและสรุปเนื้อหาด้วยตนเอง

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์และจากรายงาน ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านชนบท ปีการศึกษา 2553 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะสาระเรขาคณิตได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 39.68 ระดับประเทศคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 45.39 ซึ่งคะแนน เฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ (ชุมชนบ้านชนบท, 2549) รวมทั้งรายงานการประเมิน

คุณภาพภายนอกสถานศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน รอบสอง มีผลจัดการศึกษาที่ไม่ได้มาตรฐานคุณภาพ สมศ. ได้แก่ มาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการ คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิด สร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ ผลการประเมิน มีค่าเฉลี่ย 2.29 อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งมีข้อเสนอแนะ เพื่อพัฒนาสถานศึกษา คือ โรงเรียนมีสื่อคอมพิวเตอร์ ที่ทันสมัยและเพียงพอ ควรให้อีกและจัดให้นักเรียน ทุกระดับชั้นทุกคนได้เรียนคอมพิวเตอร์ ตามความสามารถ เติ้มศักยภาพของผู้เรียนและอย่างทั่วถึง (ชุมชนบ้านชนบท, 2549) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยังไม่เป็นที่พอใจในขณะที่โรงเรียน มีโครงการพัฒนาการยกระดับผลสัมฤทธิ์

มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์สองสามีภรรยา ชาวเนเธอร์แลนด์ คือ Pierry Marie van Hiele และ Dina van Hiele-Geldof (Molina, 1990; van Hiele; 1986 อ้างถึงใน ชนิศรรา นัตรแก้ว, 2549) ได้ทำการศึกษา เกี่ยวกับระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน ได้กำหนดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตไว้ 5 ระดับ คือ ระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น (Visualization, or Recognition) ระดับที่ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนา รูปลักษณะ (Analysis or Description) ระดับที่ 3 การให้ เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับ ความสัมพันธ์ (Informal deduction, or Ordering) ระดับ ที่ 4 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างเป็นแบบแผน (Formal deduction) และระดับที่ 5 การเป็นนามธรรม และศึกษา เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาระดับ การคิดเชิงเรขาคณิต โดยกำหนดขั้นตอนการสอนไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นการรับข้อมูล (Information หรือ Inquiry) ขั้นที่ 2 ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ (Directed orientation) ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (Explication) ขั้นที่ 4 ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างมีอิสระ (Free orientation) และขั้นที่ 5 ขั้นบูรณาการ (Integration) พบว่า ปัญหา ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้เรขาคณิตคือ การไม่เข้าใจเนื้อหาและคิดว่าเป็นเรื่องยาก การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ของ van Hiele จึงเป็นที่ยอมรับแพร่หลาย

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นหนึ่งในโปรแกรมเรขาคณิตภาพแบบพลวัตที่มี

ประสิทธิภาพสูงและนิยมนำมาใช้ในการเรียนการสอน เรขาคณิตมากกว่า 60 ประเทศทั่วโลกลักษณะของ โปรแกรมที่ออกแบบมาให้ง่ายต่อการใช้งาน การทำ ความเข้าใจ การสื่อความหมายตรงกันกับหน้าที่ของ เครื่องมือในโปรแกรมที่ช่วยส่งเสริมกระบวนการค้นพบ การสำรวจ การมองเห็นและการวิเคราะห์ปัญหา สร้างข้อคาดการณ์ก่อนที่จะพยายามทำการพิสูจน์ (สสวท, กระทรวงศึกษาธิการ. 2548)

จากที่ได้ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่ เกี่ยวข้องที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจขั้นตอน ของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ และปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 โรงเรียนชุมชนบ้านชนบท สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาขอนแก่น เขต 2 ปีการศึกษา 2554 เพื่อนำมา ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ศึกษา ระดับ การคิดเชิงเรขาคณิต และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ให้สอดคล้องตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ และปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
2. เพื่อศึกษาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอน ของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้
3. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียน ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า ร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของ van Hiele หมายถึง การจัดการเรียนรู้เรื่อง รูปเรขาคณิต สามมิติและปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากให้นักเรียน ตามขั้นตอนของ van Hiele ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการรับข้อมูล (Information หรือ Inquiry) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีการร่วมกันสังเกต สำรวจ และสนทนากันเกี่ยวกับกิจกรรมที่กำลังศึกษาในโปรแกรม The Geometer's Sketchpad

ขั้นที่ 2 ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ (Directed orientation) ขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการสำรวจสิ่งที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนที่ 1 นักเรียนจะมีการพูดคุยกัน พร้อมกับนำสิ่งที่สำรวจโปรแกรม The Geometer's Sketchpad มาสร้างความเข้าใจเชิงเรขาคณิต มีการจัดกลุ่ม แยกแยะ ความเหมือนหรือแตกต่าง หรือแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ได้รับ

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (Explication) ขั้นนี้นักเรียนจะมีการอธิบายผลการกระทำที่ได้จากขั้นที่ 2 ครูสามารถที่จะบอกคำแนะนำที่ใช้กับการอธิบายเพิ่มเติม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในการร่วมอภิปราย

ขั้นที่ 4 ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างอิสระ (Free orientation) ขั้นนี้นักเรียนทำกิจกรรมที่ต้องใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน นักเรียนจะใช้ความสามารถและประสบการณ์เดิมช่วยในการแก้ปัญหา และกิจกรรมนั้นต้องเป็นกิจกรรมที่มีจินตนาการและแสดงความคิดเห็นได้เต็มที่

ขั้นที่ 5 ขั้นการบูรณาการ (Integration) ขั้นนี้ การทบทวน อภิปรายและสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ โดยการเชื่อมโยงแต่ละส่วนที่ได้จากการเรียนรู้ให้สัมพันธ์กัน และให้ทำแบบฝึกทักษะเป็นรายบุคคล

2. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกรอบทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นความรู้ ความเข้าใจ (ชาญณรงค์ เสีงราช, 2548) มีองค์ประกอบ 5 ขั้นตอนดังนี้ คือ 1) ขั้นการวิเคราะห์ทฤษฎี (Theoretical analysis) ในขั้นนี้ใช้ทฤษฎีของ van Hiele ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และระดับการคิดเชิงเรขาคณิต 2) ขั้นการวางแผน (Planning) โดยการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's

Sketchpad 3) ขั้นปฏิบัติการสอน (Implementation of Instruction) เป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้ 4) ขั้นการสังเกตและประเมินผล (Observation and assessment) เป็นการประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5) ขั้นการสะท้อนการปฏิบัติการสอน (Reflection) เป็นการวิเคราะห์ผลการประเมินที่ได้จากการสะท้อนผลของวงจรก่อนหน้านี้นี้ เพื่อปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมและนำกลับไปใช้ในวงจรต่อไป

3. ระดับการคิดเชิงเรขาคณิต หมายถึง ความสามารถที่แสดงออกของนักเรียน เป็นระดับความเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งที่มองเห็นและการจัดกระทำกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ในเนื้อหาเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตแบ่งตามระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น (Visualization or Recognition) ระดับที่ 2 (Analysis or Description) การวิเคราะห์หรือพรรณนาบุคลัลักษณะ ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ (Informal deduction or Ordering) ระดับที่ 4 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างเป็นแบบแผน (Formal deduct) ระดับที่ 5 การเป็นนามธรรม (Rigor) ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้ทดสอบนักเรียนเพื่อวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนตั้งแต่ระดับที่ 1 ถึงระดับที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยข้อที่ 1-12 ใช้วัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตระดับที่ 1 ข้อที่ 13-20 ใช้วัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตระดับที่ 2 เกณฑ์ในการวัดคือนักเรียนคนใดมีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตอยู่ในระดับใดนั้นนักเรียนคนนั้นต้องตอบให้ถูกอย่างน้อย ร้อยละ 70 ขึ้นไป คือ ระดับที่ 1 ตอบถูก 9 ข้อ ขึ้นไป ระดับ 2 ตอบถูก 6 ข้อ ขึ้นไป

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนสอบของนักเรียนรายบุคคลที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับ

การวัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิต เป็นคะแนนที่ได้จาก
ปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ รวมกับ
อัตนัยจำนวน 2 ข้อข้อละ 10 คะแนนรวมเป็นคะแนนเต็ม
50 คะแนน เกณฑ์การผ่านคือ นักเรียนมีคะแนนตั้งแต่
ร้อยละ 70 ขึ้นไป (คิดเป็น 35 คะแนนขึ้นไป)

5. โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) หมายถึง ระบบซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถ สร้างรูป
หรือวัตถุทางเรขาคณิต สำหรับ วิเคราะห์ และสามารถให้
ข้อมูลเชิงจำนวนเกี่ยวกับการสร้างทางเรขาคณิตได้
เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้
โดยมีลักษณะเด่นคือเป็นโปรแกรมที่มีความเป็นพลวัต
เคลื่อนไหวได้ ซึ่งผู้วิจัยสามารถสร้างรูป หรือวัตถุทาง
เรขาคณิตได้ โปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูล หรือ
รูปภาพ เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นการเปลี่ยนแปลงของ
รูปเรขาคณิต ทำการสำรวจ สร้างข้อคาดการณ์ให้เกิด
การเรียนรู้ และเกิดความคิดรวบยอด เรื่อง รูปเรขาคณิต
สามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

6. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาในชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554
โรงเรียนชุมชนบ้านชนบท สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
ประถมศึกษาขอนแก่น เขต 2

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ศึกษาปีที่ 6/3 โรงเรียนชุมชนบ้านชนบท สำนักงานเขตพื้นที่
การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 2 ภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2554 จำนวน 24 คน

2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยภายใต้กรอบ
ทฤษฎีการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่เน้นความรู้
ความเข้าใจที่พัฒนาโดย ชาญณรงค์ เฮียงราช (2548)
เป็นแนวทางในการวิจัย มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1
ขั้นการวิเคราะห์ทฤษฎี ขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผน ขั้นที่ 3
ขั้นปฏิบัติการสอน ขั้นที่ 4 ขั้นการสังเกตและประเมินผล
และขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการสอน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบทดสอบวัดระดับการคิดเชิง
เรขาคณิตก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2) แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3) แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้

4) แบบทดสอบท้ายวงจร
5) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการ
การเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1) ดำเนินการปฐมนิเทศนักเรียนก่อนที่จะ
ดำเนินการจัดการเรียนรู้และให้นักเรียนทำแบบทดสอบ
วัดระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามขั้นตอนของ van Hiele
โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้
ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองทุกแผน
โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน
12 แผน ดังนี้ วงจรที่ 1 ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้
ที่ 1-4 วงจรที่ 2 ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-7
และวงจรที่ 3 ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8-12

3) การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ ในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้จะมีการ
ประเมินพฤติกรรม การเรียนของนักเรียน
พฤติกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู และหลัง
จากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจร
ปฏิบัติจะมีการทดสอบย่อยท้ายวงจร เพื่อให้ได้ข้อมูล
มาสะท้อนผลปฏิบัติ และปรับปรุงการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ในแต่ละวงจรต่อไป

4) การประเมินผลการเรียน เมื่อสิ้นสุดการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร ให้นักเรียนทำแบบ
ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิต
สามมิติและปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถม
ศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ
นักเรียน และเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ
นักเรียนตามเกณฑ์กำหนด คือ ให้มีคะแนนเฉลี่ย
ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียน
ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงเวลาระหว่างการดำเนินการปฏิบัติการ และหลังจากสิ้นสุดการปฏิบัติการวิจัยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาภายใต้กรอบการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีองค์ประกอบ 5 ประการ คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ทฤษฎี ขั้นตอนการวางแผน ขั้นตอนปฏิบัติการสอน ขั้นตอนสังเกตและประเมินผล และขั้นตอนสะท้อนผลการปฏิบัติการสอน ซึ่งจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ 2 ด้าน คือ ข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณ ดังนี้

1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้ข้อมูลจากแบบบันทึกพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนรู้ของครู พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ผลจากการทำใบกิจกรรม และแบบฝึกทักษะ การทดสอบท้ายวงจร นำผลสะท้อนผลจากการปฏิบัติมาวิเคราะห์ อภิปรายผล และสรุปผลเป็นความเรียง สรุปเป็นผลการวิจัยเพื่อให้ได้แนวทางหรือรูปแบบการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ

2) ข้อมูลเชิงปริมาณ นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยท้ายวงจร และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำมาหาค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

สามารถสรุปผลและอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่กำหนดไว้ ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

1) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีขั้นตอนการสอน ดังนี้ คือ 1) นำเข้าสู่บทเรียน 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ Geometer's

Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นการรับข้อมูล (Information หรือ Inquiry) ขั้นที่ 2 ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ (Directed orientation) ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบาย (Explication) ขั้นที่ 4 ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างมีอิสระ (Free orientation) ขั้นที่ 5 ขั้นบูรณาการ (Integration) 3) ขั้นสรุป

2) นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele อยู่ในระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น (Visualization, or Recognition) และระดับที่ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนาอุปลักษณะ (Analysis, Description) สามารถพัฒนาไปสู่ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน (Informal deduction, or Ordering)

3) หลังจากที่ได้รับรู้ตามเนื้อหาและทำกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 12 แผนพบว่า นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.83 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 21 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ให้มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

2. อภิปรายผล

1) ผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เป็นกิจกรรมการเรียนรู้มุ่งพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเรขาคณิตได้ง่าย มองเห็นภาพเคลื่อนไหวชัดเจน ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง มีการสำรวจ สังเกต ค้นหา กับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ซึ่งเป็นตัวช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นักเรียนมีการเรียนรู้เป็นกลุ่ม จึงมีการอภิปรายกันในกลุ่ม มีการแสดงความคิดเห็นกันอย่างอิสระ นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ค้นพบและสามารถสร้างองค์ความรู้หรือหลักการด้วยตนเอง ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ ทั้ง 5 ขั้นตอน

ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คือ 1) ขั้นตอนการรับข้อมูล 2) ขั้นตอนการนำเสนอสิ่งใหม่ 3) ขั้นตอนอธิบาย 4) ขั้นตอนการกำหนดทิศทางอย่างอิสระ 5) ขั้นตอนการทำให้นักเรียนเรียนรู้ เรื่องเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงเรขาคณิตเป็นไปตามทฤษฎีของ van Hiele

2) นักเรียนมีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตทฤษฎีของ van Hiele ระดับที่ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนาอุปลักษณะ (Anlysis, Description) จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 ของนักเรียนทั้งหมด ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน (Informal deduction, or Ordering) จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 ของนักเรียนทั้งหมด จะเห็นได้ว่าการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนมีการพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชาว แสงสุริจันทร์ (2550) ได้ศึกษาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือการเรียนรู้และใช้รูปแบบการสอนของ van Hiele ปรากฏว่านักเรียนมีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตอยู่ในระดับที่ 3 มีลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮิลล์เพิ่มขึ้นมากที่สุด ในชั้น 2 นิติยา อุดมผล (2551) ได้ศึกษาการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง วงรี โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ และใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดของ van Hiele ปรากฏว่าเป็นกิจกรรมที่มีความท้าทายสามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีการคาดเดาหรือทำนายผล และตรวจสอบผลการเดา ส่งเสริมพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ด้วยตนเอง และยกระดับความคิดเชิงเรขาคณิตพัฒนาจากระดับ 2 เป็นระดับ 3 สำเนา เนื่องมัจฉา (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาโมเดลทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติโดยการใช้ตัวนำเสนอเป็นเครื่องมือช่วย

ในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน ตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ van Hiele โดยใช้วัตถุจริงและโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องช่วยในการเรียนรู้ พบว่าเป็นกิจกรรมที่มีความท้าทายสามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีการคาดเดาหรือทำนายผลและตรวจสอบผลการคาดเดาส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทางด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง นักเรียนสามารถพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของตนเองตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele จากระดับที่ 1 ไประดับที่ 2 และระดับที่ 3, ให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์และ อนนท์ ฤชัยลามา (2554) ได้พัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิดของ van Hiele และโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ พบว่า และนักเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามกรอบทฤษฎีของ จากระดับที่ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนาอุปลักษณะ เป็นระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์

3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลัง คือ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 76.87 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 21 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าการที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนพัฒนาสูงขึ้น เนื่องจากการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับ ศุภวัณย์ ภูประเสริฐ (2552) ได้ศึกษา ผลการใช้บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สาระเรขาคณิต นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากและ
อนนท์ ฤกษ์งาม (2554) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิดของ van Hiele
และโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือ
ประกอบการเรียนรู้ พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีการ
สังเกต สำรวจ ค้นคว้าหาความรู้ การตั้งคำถาม
การเรียนรู้ร่วมกันในกิจกรรมกลุ่ม สามารถสร้างความรู้
ด้วยตนเอง และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้

1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The
Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ นักเรียน

จะใช้เวลานานพอสมควรในการแก้ปัญหาสถานการณ์
ต่าง ๆ ควรปรับยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสม

2) ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ด้วยโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการ
เรียนรู้โดยใช้สาระเนื้อหาอื่น เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียน
ได้ใช้ The Geometer's Sketchpad อย่างเต็ม
ความสามารถ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรนำแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The
Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ ในสาระ
คณิตศาสตร์เรื่องอื่น โดยเลือกเนื้อหาที่เหมาะสม

2) ควรนำรูปแบบการสอนนี้ ไปใช้
ต่อเนื่องกับนักเรียนกลุ่มเดิม เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น
ในด้านอื่น ๆ เช่น เจตคติในการเรียนและ ความคงทน
ในการเรียนรู้ของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไข
เพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- _____. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การ
รับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- ชนิศวรา นัตรแก้ว. (2549). **การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรขาคณิตและลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิต
ตามรูปแบบของแวนฮิลล์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชาญณรงค์ เอียงราช. (2548). **รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่องการศึกษาการใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิกใน
การเรียนการสอนคณิตศาสตร์และกระบวนการสร้างโน้ตทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับ
มัธยมศึกษา (ขอนแก่น) : มหาวิทยาลัยขอนแก่น**
- ชุมชนบ้านชนบท,ฝ่ายงานวิชาการโรงเรียน. (2553). **รายงานผลการปฏิบัติงานโรงเรียนชุมชนบ้านชนบท.
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ขอนแก่น เขต 2**.
- ทองขาว แสงสุริจันทร์. (2550). **การศึกษาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
ของประเทศลาวโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad**. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิตยา อุดมผล. (2551). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องวงรี โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น**.

- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ศุภวัตร ภูประเสริฐ. (2552). ผลการใช้บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง
สาระเรขาคณิต กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
: มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). คู่มืออ้างอิงซอฟต์แวร์
เชิงสำรวจคณิตศาสตร์ เรขาคณิตพลวัต เวอร์ชัน 4.06. กรุงเทพฯ: สสวท.
- สำเนา เนื่องมัจฉา. (2553). การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ
โดยการใช้ตัวนำเสนอเป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อนนท์ ฤกษ์ยาม. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
เรื่อง เส้นขนาน โดยใช้วิธีการสอนตามแนวคิดของ van Hiele และโปรแกรม The Geometer's
Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.