

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องวงรี โดยใช้โปรแกรม
The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้
THE DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITIES ON ELLIPSE USING
THE GEOMETER'S SKETCHPAD AS A TOOL

นิตยา อุดมผล (Nittaya Udompon) *

ดร.ชาญณรงค์ เฮียงราช (Dr.Channarong Heingraj) **

ดร.หล้า ภาวภูตานนท์ (Dr.Lha Pavaputanon) ***

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงรี โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนน้ำพองศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4 ปีการศึกษา 2550 ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ เน้นการวิเคราะห์ โปรโตคอล และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ ภายใต้กรอบทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นความรู้ ความเข้าใจที่พัฒนาโดย Heingraj (2006) มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นการวิเคราะห์ทฤษฎี ขั้นการวางแผน ขั้นปฏิบัติการสอน ขั้นการสังเกตและประเมินผล และขั้นสะท้อนการปฏิบัติ และรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาระดับการ คิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นการรับข้อมูล ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ ขั้นการอธิบาย ขั้นการ กำหนดทิศทางอย่างมีอิสระ และขั้นการบูรณาการ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 และ 4/5 จำนวน 24 คน ซึ่งคัดเลือกแบบเจาะจงและสมัครใจเข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งครูผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงรี ตาม แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน แบ่งเป็น 2 วงจร วงจรที่ 1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 เก็บรวบรวมข้อมูล โดย การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในขณะปฏิบัติการกิจกรรมการเรียนรู้ บันทึกภาคสนาม บันทึกวีดิทัศน์และ บันทึกเสียง นำข้อมูลที่ได้นำวิเคราะห์โปรโตคอลและสะท้อนผล แล้วนำผลการสะท้อนวงจรที่ 1 ปรับปรุงกิจกรรมการ เรียนรู้เรื่องวงรีไปใช้ในวงจรที่ 2 ซึ่งจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 เก็บรวบรวมข้อมูลด้วย วิธีการเดียวกันกับวงจรที่ 1

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) ผลการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการพัฒนาระดับการคิดเชิง เรขาคณิตของนักเรียน ตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's

คำสำคัญ : การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ van Hiele

ระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele

Keywords : Learning activities development, Model of Instruction suggested by van Hiele,
Level of geometric thinking suggested by van Hiele

* นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*** อาจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Sketchpad พบว่า เป็นกิจกรรมที่มีความท้าทาย สามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีการคาดเดาหรือทำนายผล และตรวจสอบผลการคาดเดา ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ด้วยตนเอง (2) การพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของตนเอง ตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele จากระดับ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนารูปลักษณะ เป็นระดับ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์จากการที่นักเรียนได้ปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนๆ มีการซักถาม ได้แย้ง หาหลักฐานยืนยัน การตั้งประเด็นคำถาม ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเอง การวิเคราะห์หาเหตุผลเพื่อความพยายามในการหาคำตอบ โดยครูจะมีบทบาทในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสำเร็จนั้น (3) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในการพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน ตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ van Hiele มี 5 ขั้น พบว่า ขั้นการรับข้อมูล กิจกรรมมีความท้าทาย ไม่ยากจนเกินไป นักเรียนทุกคนสามารถมีส่วนร่วมค้นหา สำรวจ แสดงความคิดเห็นได้ ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนสามารถกลับมาทำซ้ำได้ เพื่อให้เขาได้เห็นความคงที่ในรูปแบบที่นักเรียนได้คาดเดาไว้ ขั้นการอธิบาย นักเรียนได้รับอิสระในการแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่เขาค้นพบเพื่อได้ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล เพื่อนักเรียนและครูมีส่วนร่วมในการประเมินข้อค้นพบนั้น ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างมีอิสระ นักเรียนจะใช้ความสามารถและประสบการณ์เดิมช่วยในการแก้ปัญหา และเป็นกิจกรรมที่มีเจตนาให้เกิดผลตามนั้น เช่น กำหนดส่วนประกอบที่สำคัญของวงรี เช่น จุดศูนย์กลาง พิกัดของจุดยอด พิกัดของจุดปลายแกนโท แล้วให้นักเรียนเขียนกราฟวงรี หรือสมการของวงรี เป็นต้น และขั้นบูรณาการ นักเรียนได้สรุปความรู้ทั้งหมดที่ได้ในหัวข้อนั้น และทำแบบฝึกทักษะเพื่อเป็นการทบทวน และสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้

ABSTRACT

This research aimed to develop learning activities about Ellipse using The Geometer's Sketchpad Program as a learning tool for mathayomsuksa 4 students, Nampong Suksa School under the jurisdiction of The Office of Khonkaen Educational Service Area 4 during the second semester of 2007 school year. The qualitative research was employed in this study, especially the protocol analysis and analytic description, based on two theoretical frameworks; 1) the development of learning activities developed by Heingraj (2006) including 5 phases :- theoretical analysis, planning, implementation of Instruction, observation and assessment and reflection and 2) the model of learning activities to improve the level of geometric thinking suggested by van Hiele including 5 phases :- information or inquiry, directed orientation, explication, free orientation and integration

The target groups were 24 students of mathayomsuksa 4/2 and 4/5 who were voluntarily selected for this study. Three lesson plans about Ellipse were implemented by the teacher who was also a researcher. A research procedure was divided into two phases; firstly, the learning activities were implemented for students from the class 4/5 and during this implementation data collections such as observation of students' behavior and videotaping were made. After that the data from observation and videotape were transcribed using protocol analysis to reflect the consequence of first implementation. The results were used to revise the three lesson plans and then in the second phase, the three lesson plans were implemented for the students of the class 4/2. Data collections were made as similar as ones in the first phase.

The findings of this study were; 1) the learning activities were developed by the researcher based on the level of geometric thinking suggested by van Hiele had potential to improve students' conjecture and provide appropriate feedback by using The Geometer's Sketchpad Program. The activities also supported students to construct mathematical skills and processes, 2) the students were able to develop their level of geometric thinking from level 2 (analysis of description of geometric characters) to level 3 (informal deduction or ordering) according to van Hiele's theory, and 3) the strategy for learning activities to improve students' level of geometric thinking suggested by van Hiele included 5 steps; the first step is information or inquiry. Activities in this step were not difficult so that all students were able to work in group, explore, discuss, and give opinions. The second step is directed orientation. Students were able to repeat their task to help them understand the consistency of mathematical ideas that had been predicted. The third step is explication. Students had opportunities to give their opinions freely for reasonable conclusions. The teacher and peers gave their supports by providing their assessment and evaluation. The fourth step is free orientation. Students were able to use their previous experiences to solve problems. The last step is integration. Students had opportunities to conclude all knowledge about Ellipse and do exercise to make sure that they were able to use this knowledge to solve problems.

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอดีตเรขาคณิตมีการพัฒนาการอย่างต่อเนื่องโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มนุษย์สามารถอยู่ร่วมกับธรรมชาติได้เป็นอย่างดีและปลอดภัย ด้วยเหตุนี้การใช้ความรู้ทางเรขาคณิตของคนยุคโบราณจึงเน้นที่ทักษะในการสร้าง สำนวน คัดค้าน และทดลอง เป็นต้น (ชนิศวรา จัตรแก้ว, 2549) ฉะนั้นเรขาคณิตจึงเป็นศาสตร์ที่มีความหมาย มีคุณค่าและมีประโยชน์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายวิชาชีพ (ปานทอง กุลนาถศิริ, 2541) อย่างไรก็ตามวิชาเรขาคณิตในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบันเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากแก่การเข้าใจและจดจำ อีกทั้งยังไม่ค่อยสัมพันธ์และสอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ทั้งที่ทุกคนตระหนักถึงความเข้าใจในเชิงเรขาคณิตเป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญทั้งในแง่ของการดำรงชีวิตประจำวันและการทำงานในอนาคตของผู้เรียน (Pegg, 1995)

จากการสำรวจหาเหตุผลว่าทำไมเรขาคณิตในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาจึงเป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียน Brahier (2005) พบว่า มี 2 สาเหตุหลักที่เป็นอุปสรรค

ต่อการเรียนรู้คือ 1) นักเรียนส่วนใหญ่ขาดประสบการณ์และความรู้พื้นฐานเบื้องต้นที่จำเป็น และ 2) นักเรียนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิตอย่างถูกต้อง นอกจากนี้บทความของ Dreyfus และ Eisenberg (1991) ที่กล่าวไว้ว่านักเรียนส่วนมากยังคงมองเรขาคณิตเป็นเรื่องยากและไม่สนใจที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในเชิงเรขาคณิต เช่น ขณะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนมักจะคิดเชิงพีชคณิตมากกว่าการคิดเชิงเรขาคณิต นั่นคือนักเรียนมักจะถนัดการแทนค่าในสูตรมากกว่าที่จะมีการเขียนกราฟหรือเมื่อกำหนดสมการให้นักเรียนส่วนมากจะไม่สามารถที่จะเขียนกราฟหรือไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสมการกับกราฟได้

ยุพิน พิพิธกุล (2545) เสนอแนะไว้ว่า การสอนทฤษฎีบทเรขาคณิต ผู้สอนควรหาวิธีการที่ให้ผู้เรียนสรุปเนื้อหาทฤษฎีบทด้วยตนเอง ซึ่งอาจจะใช้การสาธิตของครู การทดลอง การใช้เหตุผล การใช้สื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูปแล้วให้ผู้เรียนรู้จักแยกแยะเหตุและผลเสียก่อนจึงเลือกวิธีการพิสูจน์ เช่นเดียวกับ ชนิศวรา จัตรแก้ว (2549) ใช้เทคนิคการสอนตามรูปแบบการสอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็น

เครื่องมือประกอบการเรียนรู้ กุญแจ กาสีชา (2550) ใช้ขั้นตอนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้

Pierre van Hiele and Dina van Hiele-Geldof (1986) กล่าวว่าปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้เรขาคณิตคือ การไม่เข้าใจเนื้อหาและคิดว่าเป็นเรื่องที่ยาก การเรียนรู้ทางเรขาคณิตของนักเรียนนั้นจะถูกพัฒนาผ่านขั้นตอนที่ต่างกันโดยที่ไม่สามารถกระโดดข้ามขั้นตอน และได้เสนอลำดับขั้นของการคิดทางเรขาคณิตไว้ดังนี้ ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 0 เป็นการมองเห็น (Visualization) ขั้น 1 เป็นการวิเคราะห์ (Analysis) ขั้น 2 เป็นการพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน (Informal Deduction) ขั้น 3 เป็นการพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างมีแบบแผน (Formal Deduction) ขั้น 4 เป็นการคิดขั้นสูงสุด (Rigor) ดังนั้นในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ของ van Hiele ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับลำดับการพัฒนา กล่าวคือนักเรียนต้องผ่านการคิดจากขั้นต่ำไปสู่ขั้นสูงทีละขั้น ทั้งนี้ครูควรตรวจสอบและประเมินความเข้าใจของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอขณะที่สอน (ชนิศวรา จัตรแก้ว, 2549)

ในการจัดการเรียนรู้สาระเรขาคณิตนั้น ครูต้องเตรียมนักเรียนให้มีลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตให้พร้อมตามรูปแบบของ van Hiele โดยเฉพาะขั้น 0 และ 1 เพื่อให้มีพื้นฐานที่เพียงพอต่อการเรียนรู้ในระดับสูงขึ้นไป สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนักเรียนต้องสามารถพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบของ van Hiele ในขั้นที่ 2 เป็นอย่างน้อย (Collier และ Pateracki, 1998 อ้างถึงใน Mistretta, 2000) ถ้าหากว่าครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งๆ ที่นักเรียนไม่มีความพร้อมในการใช้กระบวนการคิด จะทำให้นักเรียนไม่เข้าใจซึ่งอาจจะใช้วิธีการจำซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่คงทนและอาจจะไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่แตกต่างออกไป ซึ่งนับว่าเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในชั้นเรียนและเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งในชั้นเรียนเรขาคณิต (ชนิศวรา จัตรแก้ว, 2549)

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งอเมริกา (The National Council of teacher of Mathematics[NCTM], 2000) กล่าวว่า เทคโนโลยีมีส่วนช่วยให้เด็กมีความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์และควรจะนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการสอนในห้องเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและรู้วิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตได้เป็นอย่างดี

Heingraj (2006) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ว่าเป็นเครื่องมือทางการศึกษาที่มีคุณค่าสำหรับการเรียนการสอนในสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตและพีชคณิต โปรแกรม The Geometer's Sketchpad มีส่วนช่วยครูเป็นอย่างมากเกี่ยวกับการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนจัดกระทำกับรูปทรงเรขาคณิตและกราฟ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สังเกตและศึกษาพฤติกรรมของรูปทรงเรขาคณิตและกราฟทางพีชคณิต เพื่อจะได้ข้อสรุปเกี่ยวกับคุณสมบัติ และสามารถตรวจสอบข้อคาดการณ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

จากการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถช่วยให้นักเรียนสร้างความคิดรวบยอดทางเรขาคณิตได้เป็นอย่างดี เช่น กุญแจ กาสีชา (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงกลม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ พบว่าการปฏิบัติกิจกรรมที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม The Geometer's Sketchpad สามารถทำให้นักเรียนสร้างความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องวงกลมดีขึ้นนอกจากนี้ยังให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ครูควรเตรียมสถานการณ์ปัญหาและสร้างกิจกรรมโดยใช้โปรแกรมเป็นส่วนประกอบ ให้โอกาสนักเรียนสำรวจแนวคิดจากกิจกรรมเพื่อสร้างความเข้าใจด้วยตัวนักเรียนเอง ทองขาว แสงสุริจันทร์ (2550) ศึกษากระบวนการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad พบว่า ระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบตามเกณฑ์ระดับ

การคิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele อยู่ในระดับ 3 คือ การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน

ดังนั้นจากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำโปรแกรม The Geometer's Sketchpad มาเป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องวงรี สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนน้ำพองศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4 ปีการศึกษา 2550 ซึ่งจะสามารถเป็นทางเลือกหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องวงรี ตามแนวทฤษฎีของ van Hiele และช่วยยกระดับความสามารถในการพัฒนาระดับการคิด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรขาคณิตของนักเรียนในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงรี โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนน้ำพองศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 4 ปีการศึกษา 2550

1.3 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงเรขาคณิตจากระดับหนึ่งไปสู่ระดับที่สูงขึ้นอีกระดับหนึ่ง ตามแนวคิดของ van Heile ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 คือ การรับข้อมูล (Information หรือ Inquiry) ขั้นที่ 2 คือ การแนะนำสิ่งใหม่ (Directed orientation) ขั้นที่ 3 คือ การอธิบาย (Explication) ขั้นที่ 4 คือ การกำหนดทิศทางอย่างมีอิสระ (Free orientation) ขั้นที่ 5 คือ การบูรณาการ (Integration)

1.3.2 การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการดำเนินการตามกรอบทฤษฎีที่ใช้

ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นการวิเคราะห์ทฤษฎี (Theoretical analysis) ในที่นี้ใช้ ทฤษฎีของ van Hiele ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และระดับการคิดเชิงเรขาคณิต ขั้นการวางแผน (Planning) โดยการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องวงรี ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ van Hiele ขั้นปฏิบัติการสอน (Implementation of Instruction) เป็นการนำแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้ ขั้นการสังเกตและประเมินผล (Observation and assessment) ครูผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเฝ้าสังเกตพฤติกรรม การสอนของครู พฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน ประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงรีนี้ และขั้นสะท้อนการปฏิบัติ (Reflection) ครูผู้วิจัยและผู้ช่วย วิจัยร่วมกันวิเคราะห์ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและโปรโตคอลเพื่อปรับปรุง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และนำกลับไปใช้ในวงจรต่อไป (Heingraj, 2006)

1.3.3 ความเข้าใจ หมายถึง แนวคิดที่เป็นนามธรรมที่บรรยายความสัมพันธ์ของสิ่งที่มองเห็นและปฏิบัติจากการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ด้วยระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ van Heile ซึ่งแบ่งการคิดเชิงเรขาคณิตเป็น 5 ระดับ คือ ระดับที่ 1 การรับรู้จากการมองเห็น (Visualization or Recognition) ระดับที่ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนารูปลักษณะ (Analysis or Description) ระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ (Informal deduction or Ordering) ระดับที่ 4 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างเป็นแบบแผน (Formal deduction) ระดับที่ 5 การเป็นนามธรรม (Rigor)

1.3.4 โปรแกรม The Geometer's Sketchpad หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่สามารถให้ข้อมูลเชิงจำนวนเกี่ยวกับการสร้างทางเรขาคณิตได้ ผู้ใช้จะสามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงของรูปเรขาคณิตเมื่อมีการจัดกระทำกับรูปเรขาคณิตด้วยโปรแกรม

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 กลุ่มเป้าหมาย

เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 4/2 และ 4/5 โรงเรียนน้ำพองศึกษา อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ขอนแก่น เขต 4 ห้องละ 12 คน รวม 24 คน โดยคัดเลือกจากนักเรียนที่ผ่านการอบรมการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad และมีระดับผลการเรียนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 อยู่ในช่วง 2.00 - 3.00 ซึ่งนักเรียนทั้งหมดเข้าร่วมกิจกรรมด้วยความสมัครใจ นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มสามารถพูดคุยปรึกษาหารือ มีปฏิสัมพันธ์กันได้อย่างดี

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ มีดังนี้

2.2.1 กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงรี ซึ่งมีทั้งหมด 3 กิจกรรม ดังนี้ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เรามารู้จักวงรีกันเถอะ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมการของวงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(0, 0)$ และ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมการของวงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (h, k) ทั้ง 3 กิจกรรม มีเนื้อหาตามที่กำหนดในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 และครูผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยร่วมกันสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นตามรูปแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการรับข้อมูล (Information หรือ Inquiry) ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ (Directed orientation) ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการอธิบาย (Explication) ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างมีอิสระ (Free orientation) ขั้นตอนที่ 5 ขั้นบูรณาการ (Integration)

2.2.2 บันทึกภาคสนาม (Field Note) เป็นการบันทึกแบบปลายเปิด กล่าวคือ ครูผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยทำการบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนตามสภาพจริงที่สังเกตได้ขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของ van Hiele โดยไม่ใช้ข้อคิดเห็น

ส่วนตัวหรือการแปล

2.2.3 วิดีทัศน์ (Video Recording) เป็นการบันทึกการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และการปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้วิจัย มีทั้งแบบเจาะรายกลุ่มและบันทึกภาพรวมของบรรยากาศของห้องเรียน

2.2.4 เทปบันทึกเสียง (Tape Recording) เป็นการบันทึกเสียงสนทนาระหว่างการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อนำไปถอดเป็นโปรโตคอล

2.2.5 ผลงานนักเรียน เป็นชิ้นงานของนักเรียนในขณะปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน

2.2.6 การสัมภาษณ์เชิงลึก เป็นการสัมภาษณ์ความคิดของนักเรียนในขณะที่เขากำลังแก้ปัญหา หรือกำลังทำความเข้าใจในหัวข้อนั้นๆ เพื่อศึกษาปัญหาและหาแนวทางแก้ไขต่อไป

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ครูผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

2.3.1 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องวงรี โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้

2.3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.3 ครูผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยนำโปรโตคอลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลและสะท้อนผล

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้วิธีการวิเคราะห์โปรโตคอล ที่ได้จากการถอดเทปบันทึกเสียงพูดของนักเรียน วิดีทัศน์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และผลงานนักเรียน ภายใต้กรอบทฤษฎีรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อการพัฒนา ระดับการคิดเชิงเรขาคณิต 5 ขั้นของ van Hiele ซึ่งในงานวิจัยนี้ศึกษาการพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน จากระดับ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนา รูปลักษณะ (Analysis or Description) เป็นระดับ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ (Informal deduction or

Ordering) และสะท้อนปัญหาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งการพิจารณาหาวิธีการปรับปรุงแก้ไข แล้วพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้กรอบทฤษฎีการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาโดย Heingraj (2006) เพื่อได้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตยิ่งขึ้น

3. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ ครูผู้วิจัยสรุปเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

3.1 ผลการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน ตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ van Hiele

จากการวิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงรี โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ในการพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน ตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ van Hiele สามารถสรุปลักษณะเด่นของกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

3.1.1 กิจกรรมที่สร้างขึ้นมีความท้าทายสามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีการคาดเดาหรือทำนายผลจากการที่พวกเขาได้สังเกตผลจากการปฏิบัติซ้ำหลายๆ ครั้ง และตรวจสอบผลการคาดเดาได้ โดยได้ใช้เมนูในโปรแกรม The Geometer's Sketchpad ตรวจสอบ เช่น เมื่อจุดศูนย์กลางของวงรีเปลี่ยนไปเป็น (4, 2) แกนเอกขนานแกน X ยาว 10 หน่วย และแกนโทยาว 6 หน่วย นักเรียนสามารถเขียนกราฟและบอกสมการของวงรี แล้วจึงตรวจสอบจาก โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

3.1.2 เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในขณะที่พวกเขาพยายามค้นหาข้อสรุปหรือคุณสมบัติของวงรี จะมีการตั้งคำถาม การอธิบาย การใช้สัญลักษณ์และเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ และในขั้นของการนำเสนอผลงาน

3.1.3 เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น กล่าวแสดงออกกล้าได้แก่งอย่างมีเหตุผลนักเรียนจึงมีส่วนร่วมในการประเมินเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

3.1.4 ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง จากการคาดเดาของพวกเขาทำให้เขาเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ในวงรี ทำให้เขาสามารถเขียนเป็นข้อสรุปโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งแต่ละคนอาจจะแตกต่างกัน เช่น ผลงานในวงจรีที่ 1 นักเรียนได้ข้อสรุปว่า $OV_1^2 - OB_1^2 = OF_1^2$ แต่ผลงานนักเรียนในวงจรีที่ 2 นักเรียนได้ข้อสรุปว่า $OV_1^2 = OB_1^2 + OB_1^2$ เป็นต้น

3.1.5 กิจกรรมสามารถช่วยพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามทฤษฎีของ van Heile จากระดับ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนาอุปลักษณะ (Analysis or Description) เป็นระดับ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ (Informal deduction or Ordering)

3.2 การพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน

จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงรี โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ในการพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน ตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ van Hiele ในแต่ละขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ปรากฏผลดังนี้

3.2.1 นักเรียนสามารถพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของตนเอง ตามกรอบทฤษฎีของ van Hiele จากการที่นักเรียนได้ปฏิบัติงานร่วมกับเพื่อนๆ มีการซักถามโต้แย้ง หาหลักฐานยืนยัน การตั้งประเด็นคำถามลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตัวเอง การวิเคราะห์หาเหตุผลเพื่อความพยายามในการหาคำตอบที่ตัวเองหรือกลุ่มตั้งขึ้นมา ทำให้นักเรียนได้ระลึกถึงสิ่งที่นักเรียนมีมาก่อนหน้านี้เชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนกำลังเผชิญอยู่ เมื่อมีความเหมาะสมก็จะลงมือแก้ปัญหานั้น ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ปรากฏอยู่มากในขั้นตอนที่ 2 ขั้นแนะนำสิ่งใหม่ (Directed Orientation)

3.2.2 นักเรียนสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกราฟ ส่วนประกอบและสมการของวงรีได้ ซึ่งแต่ละคนได้ความสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน นั่นคือ นักเรียนสามารถพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตตามทฤษฎีของ van Heile จากระดับ 2 การวิเคราะห์หรือการพรรณนารูปลักษณะ (Analysis or Description) เป็นระดับที่ 3 การให้เหตุผลเชิงนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผนหรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ (Informal deduction or Ordering) โดยครูจะมีบทบาทในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสำเร็จนั้น โดยการตั้งประเด็นคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ดังจะเห็นได้จากผลงานที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่มีแตกต่างกันไป

3.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวงรี โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ในการพัฒนาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน ตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ van Hiele ครูผู้วิจัยพบว่ามีลักษณะกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 ขั้นการรับข้อมูล (Information หรือ Inquiry) กิจกรรมมีความท้าทาย ไม่ยากจนเกินไป นักเรียนทุกคนสามารถมีส่วนร่วมค้นหา สำรวจ แสดงความคิดเห็นได้

3.3.2 ขั้นการแนะนำสิ่งใหม่ (Directed orientation) เป็นกิจกรรมที่นักเรียนสามารถกลับมาทำซ้ำได้ (dynamic) จนกระทั่งเขาเห็นความคงที่ในรูปแบบที่นักเรียนได้คาดเดาไว้

3.3.3 ขั้นการอธิบาย (Explication) นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่เขาค้นพบ เพื่อได้ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล เพื่อนักเรียนและครูมีส่วนร่วมในการประเมินข้อค้นพบนั้น

3.3.4 ขั้นการกำหนดทิศทางอย่างมีอิสระ (Free orientation) กิจกรรมมีลักษณะที่ต้องใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน นักเรียนใช้ความสามารถและประสบการณ์เดิมช่วยในการแก้ปัญหา และเป็นกิจกรรมที่มีเจตนาให้เกิดผลตามนั้น เช่น กำหนดส่วนประกอบที่สำคัญของวงรี เช่น จุดศูนย์กลาง พิกัดของจุดยอด พิกัดของจุดปลายแกนโท แล้วให้นักเรียนเขียนกราฟวงรี หรือสมการของวงรี เป็นต้น

3.3.5 ขั้นบูรณาการ (Integration) นักเรียนได้สรุปความรู้ทั้งหมดที่ได้ในหัวข้อนั้น และทำแบบฝึกทักษะเพื่อเป็นการทบทวน และสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้

4. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

4.1 ครูผู้สอนควรจะเข้าใจศักยภาพของโปรแกรม The Geometer's Sketchpad เพื่อจะสามารถสร้างกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

4.2 ในรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนกระทำกับกิจกรรมในโปรแกรมอย่างเต็มความสามารถ แต่ครูต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนสร้างความเข้าใจอย่างถูกต้อง

4.3 ควรนำผลการศึกษาในครั้งนี้ไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เนื้อหาอื่นและ/หรือทำการศึกษาในเรื่องเดิมอีกครั้งโดยการนำผลที่ได้ไปปรับใช้เพื่อให้ได้กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5. เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎี กาสิข. (2550). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์เรื่องวงกลมโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชนิศรรา จัตรแก้ว. (2549). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรขาคณิตและลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮิลล์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทองขาว แสงสุริจันทร์. (2550). การศึกษาระดับการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศไทยระดับประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปานทอง กุลนาทศิริ. (2541). การสอนเรขาคณิตในระดับประถมศึกษาในศตวรรษที่ 21. วารสารคณิตศาสตร์. 45 (474-475): 65-67.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- Brahier, Daniel J. (2005). *Teaching Secondary and Middle School Mathematics*, 2nd edition, 2000 Pearson Education, Inc., USA.,
- Dreyfus and Eisenberg. (1991). Student's conceptual understanding of a function and its derivative in an experimental calculus course. *The Journal of Mathematical Behavior*. 25, 57-72.
- Heingraj, C. (2006). Roles of Geometer's Sketchpad in Students' Processes of Geometric Conceptual Construction on Translation : A case study. Paper presented at the Thailand International Conference on 21st Century Information Technology in Mathematics Education, held at Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai, Thailand, September 17-20, 2006.
- Lindsay Grimison and John Pegg. (1995). *Teaching Secondary School Mathematics : Theory into Practice*, Harcourt Brace & Company, Australia.
- Mistretta, R. M. (2000). Enhancing Geometric Reasoning. *Adolescence*. 35(138): 365-379. Cited Collier, P. and Pateracki, T. 1998. Geometry in the middle school : An exchange of ideas and experiences. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3(March-April), 412-415.
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- van Hiele, Pierre M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. Orlando, FL: Academic Press.