

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



203322



การศึกษาค้นคว้าเข้าใจในแก่นแท้ของคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้  
 โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือช่วย  
 ในการเรียนรู้สำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์  
 สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

AN INVESTIGATION OF SUPHANUVONG UNIVERSITY STUDENTS'  
 MATHEMATICAL CONCEPTUAL UNDERSTANDING ON VECTOR  
 USING THE GEOMETER'S SKETCHPAD AS A LEARNING TOOL  
 IN LAO PEOPLE DEMOCRATIC REPUBLIC

นายณรงค์ พงษ์สมันต์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับรองจากสภาครุศาสตร์มหาบัณฑิต  
 มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์

พ.ศ. 2553

600257021

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



203322



การศึกษาความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้  
โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือช่วย  
ในการเรียนรู้สำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์  
สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

AN INVESTIGATION OF SOUPHANOUVONG UNIVERSITY STUDENTS'  
MATHEMATICAL CONCEPTUAL UNDERSTANDING ON VECTOR  
USING THE GEOMETER'S SKETCHPAD AS A LEARNING TOOL  
IN LAO PEOPLE DEMOCRATIC REPUBLIC

นายแสงดาว เพชรสมบัติ



วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
มหาวิทยาลัยซอนแก่น

พ.ศ. 2553

การศึกษาความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้  
โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เป็นเครื่องมือช่วย  
ในการเรียนรู้สำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์  
สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

นายแสงดาว เพชรสมบัติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
พ.ศ. 2553

**AN INVESTIGATION OF SOUPHANOUVONG UNIVERSITY STUDENTS'  
MATHEMATICAL CONCEPTUAL UNDERSTANDING ON VECTOR  
USING THE GEOMETER'S SKETCHPAD AS A LEARNING TOOL  
IN LAO PEOPLE DEMOCRATIC REPUBLIC**

**Mr. SENGDAO PHETHSOMBATH**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE  
DEGREE OF MASTER OF EDUCATION  
IN MATHEMATICS EDUCATION  
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY**

**2010**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
หลักสูตร

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์: การศึกษาความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยสุภาววงศ์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นายแสงดาว เพชรสมบัติ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดร. หล้า ภวภูตานนท์	ประธานกรรมการ
	อาจารย์ ดร. อติสร ศรีบุญวงษ์	กรรมการ
	อาจารย์ ดร. ชาญณรงค์ เชียงราช	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร. ชาญณรงค์ เชียงราช)

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล สุวรรณน้อย)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

แสงดาว เพชรสมบัติ. 2553. การศึกษาความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์

โดยใช้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการ เรียนรู้ สำหรับ  
นักศึกษามหาวิทยาลัยสุภานวงศ์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ดร. ชาญณรงค์ เชียงราช

บทคัดย่อ

203322

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักศึกษาเกี่ยวกับเวกเตอร์ โดยใช้ GSP เป็นฐานในการเรียนการสอน รูปแบบของการวิจัยในครั้งนี้ ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้รูปแบบทดลองเชิงการสอน ผู้เข้าร่วมในการวิจัยประกอบด้วย ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูสอน ผู้ช่วยวิจัย จำนวน 5 คน ทำหน้าที่ในการบันทึกวีดิทัศน์ จำนวน 3 คน และบันทึกภาคสนาม จำนวน 2 คน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยสุภานวงศ์ชั้นปีที่ 3 วิทยาเขตนาสร้างเหว อำเภอลวงพระบาง จังหวัดหลวงพระบาง ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว จำนวน 6 คน คัดเลือกมาแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม(กลุ่มละ 3 คน) ประกอบด้วยกลุ่มนักศึกษาที่มีระดับคะแนนในระดับต่ำ และกลุ่มที่มีระดับคะแนนสูง โดยพิจารณาจากคะแนนสอบคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ 7 กิจกรรม ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามกิจกรรมที่บูรณาการด้วย โปรแกรม GSP ในระหว่างที่นักศึกษาทำกิจกรรมแก้ปัญหาด้วยวิธีการคิดพร้อมออกเสียง เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการบันทึกภาคสนาม บันทึกวีดิทัศน์และบันทึกเสียงของนักศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โปรโตคอล การแก้ปัญหของนักศึกษา จำนวน 10 โปรโตคอล และงานเขียนของนักศึกษา ทำการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจของนักศึกษาโดยใช้กรอบทฤษฎี APS ที่พัฒนาขึ้นโดย ชาญณรงค์ เชียงราช (2552) กำหนดระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับคือ ความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (Action) ความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process) และ ความเข้าใจระดับโครงสร้าง (Structure) ซึ่งความเข้าใจในระดับการจัดกระทำจะถูกพัฒนาเป็นความเข้าใจในระดับกระบวนการ โดยผ่านกระบวนการปรับเปลี่ยนหรือการสร้างความเข้าใจระดับกระบวนการใหม่โดยการปฏิบัติการย้อนกลับการสร้างความสัมพันธ์และการทำเป็นกรณีทั่วไป

ผลการวิจัยพบว่า 1) ระดับความเข้าใจเกี่ยวกับเวกเตอร์ระดับการจัดกระทำนักศึกษามีความเข้าใจระดับนี้สามารถ บอกความหมายของปริมาณลักษณะที่เหมือนกัน และลักษณะที่ต่างกัน ได้

203322

สามารถนำไปใช้โปรแกรม GSP ตามคำสั่งเช่น กดปุ่ม + และ - และเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับขนาดของส่วนของเส้นตรงที่ระบุทิศทาง ซึ่งเป็นการพัฒนาความเข้าใจระดับการจัดกระทำ ไปเป็นความเข้าใจระดับกระบวนการ โดยสามารถบอกนิยามของเวกเตอร์ และพัฒนาความเข้าใจระดับกระบวนการ ไปเป็นความเข้าใจระดับโครงสร้าง โดยสามารถเขียนเวกเตอร์แทนการเดินทาง และสามารถคำนวณหาระยะห่างจากจากจุดเริ่มต้นและบอกทิศทางได้ 2) ระดับความเข้าใจเกี่ยวกับการบวกและการลบเวกเตอร์ระดับการจัดกระทำนักศึกษามีความเข้าใจระดับนี้สามารถนำไปใช้โปรแกรม GSP ตามคำสั่งเช่น ปรับความเร็วของเรือ ความเร็วของกระแสน้ำ และทิศทางของเรือ และเมื่อคลิกปุ่ม เดินทางทำให้เรือขึ้นฝั่งในตำแหน่งที่ต้องการได้ และสามารถสรุปวิธีการหาผลบวกของ  $\vec{u} + \vec{v}$  โดยใช้สามเหลี่ยม ซึ่งเป็นการพัฒนาความเข้าใจระดับการจัดกระทำ ไปเป็นความเข้าใจระดับกระบวนการ โดยสามารถสรุปวิธีการหาผลบวกของ  $\vec{u} + \vec{v}$  โดยใช้สี่เหลี่ยม สามารถอธิบายวิธีการลบเวกเตอร์หาได้โดยการเขียนเวกเตอร์ตัวตั้งและตัวลบให้มีจุดเริ่มต้นที่จุดเดียวกัน และเขียนคำตอบของเวกเตอร์ได้คือ  $\vec{AD} = \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} = -\vec{u} + \vec{v} - \vec{w}$  3) ระดับความเข้าใจเกี่ยวกับการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ระดับการจัดกระทำนักศึกษามีความเข้าใจระดับนี้สามารถนำไปใช้โปรแกรม GSP ตามคำสั่งเช่น ปรับค่า  $a$  ให้เท่ากับ 5 และให้ความหมายของ  $5\vec{u}$  คือเวกเตอร์ที่เกิดจากการเขียนเวกเตอร์  $\vec{u}$  ต่อกัน 5 เวกเตอร์ ซึ่งเป็นการพัฒนาความเข้าใจระดับการจัดกระทำ ไปเป็นความเข้าใจระดับกระบวนการ โดยสามารถเขียนข้อสรุปเกี่ยวกับเวกเตอร์  $a\vec{u}$  คือเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับ  $|a|$  เท่าขนาดของเวกเตอร์  $\vec{u}$  โดยที่ ถ้าค่า  $a > 0$  แล้ว  $a\vec{u}$  มีทิศทางเดียวกันกับ  $\vec{u}$  ถ้า  $a < 0$  แล้ว  $a\vec{u}$  มีทิศทางตรงกันข้ามกับ  $\vec{u}$  และ ถ้า  $a = 0$  แล้ว  $a\vec{u} = \vec{0}$  และพัฒนาความเข้าใจระดับกระบวนการ ไปเป็นความเข้าใจระดับโครงสร้าง โดยสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์หาค่าของ  $x$  จากสมการ  $7\vec{u} + (2x - 4)\vec{v} = \frac{500}{7}\vec{u} + \frac{2}{3}\vec{v}$  ได้คือ  $x > \frac{7}{3}$  และหาค่าของ  $a$  และ  $b$  จากสมการ  $\vec{w} = (a + 4b)\vec{u} + (2a + b + 1)\vec{v}$  และ  $\vec{s} = (b - 2a + 2)\vec{u} + (2a - 3b - 1)\vec{v}$  แล้ว  $3\vec{w} = 2\vec{s}$  ได้คือ  $a = 2$  และ  $b = -1$

Sengdao Phetsombath. 2010. **An Investigation of Souphanouvong University Students' Mathematical Conceptual Understanding on Vector using the Geometer's Sketchpad As a Learning Tool in Lao People Democratic Republic.** Master of Education Thesis in Mathematics Education, Graduate School, Khon Kaen University.

**Thesis Advisor:** Dr. Channarong Heingraj

## ABSTRACT

203322

The purpose of this study was to investigate students' conceptual understanding about the vector using the Geometer's Sketchpad (GSP) as a tool for teaching and learning. The qualitative research method using teaching experiment and case study were administered. The research team included 1 teacher-researcher, 5 research assistants (3 audio and video recorders, and 2 field note recorders). The third year students at Souphanouvong University, Nasangveuy campus, Luang Prabang district, Luang Prabang province, in the Lao People's Democratic Republic, 6 people were selected as purposive sampling, were divided into 2 groups (3 per each group) composed of students with low scores and high scores, respectively, according to their mathematics scores of the first semester of 2552 academic year. Assigned 7 learning activities were conducted. These activities incorporated the GSP as a learning tool. The students were asked to thinking aloud. Field notes and audio- and video-tape were used to record students' performance through all activities mentioned early. Ten protocols, Field notes and students artifacts were used to analyze the students' levels of understanding based on the levels of students' cognitive development and the research theoretical framework (Action-Process-Structure [APS] conceptual understanding) developed by Heingraj (2552). These levels of mathematical conceptual understanding were classified into 3 levels of understanding as action, process and structure conceptual understanding, which was done to understand the level of understanding were developed in the process, through the process of modifying or creating a new process-level understanding of the operations back to building the relationships and make the general case.

The results indicated that 1) within the actionlevel of understanding, theirs were understood the define quantities, characteristics in common and different. Theirs were could be used the GSP program, such as press + and - and write the relationship between speed and size of the linear

203322

equation systems, which were develop action to the process understand level. However, theirs were answering the definition of **vector** and develop processes to the structure understand level. The vector can be written instead of traveling and could be calculated the distance from the beginning and tell the direction 2) the level of understanding about the plus and minus vectors at action level of understanding students and could be use the GSP such as speed of the vessel and water flow and vessel of the linear equation systems, when you click the started then the boat ashore at pier 1, 2 and 3 and theirs could be concluded that the method to find for  $u + v$  by using triangle, which were develop an understanding of the action to the process level. However, could be concluded that the method to find for  $u + v$  by using square, it could be describe the method minus to find **vector** obtained by writing the vector set and the minus to start at the same point and write the answer of **vector** as  $\vec{AD} = \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} = -\vec{u} + \vec{v} - \vec{w}$  3) level of understanding about multiply a vector with a scalar level, action student understanding at this level could be use GSP as a command, such as adjustment  $a=5$  and definition of  $5\vec{u}$  as vector that result from writing  $\vec{u}$  to 5 vector, which were develop the action to the process understand level, theirs were could be write a concluded about the vector  $a\vec{u}$  as a vector equal in size  $|a| = \text{vector size } \vec{u}$  by  $a > 0$  then  $a\vec{u}$  was linear equation systems with  $\vec{u}$  if  $a < 0$  then  $a\vec{u}$  was opposite of the linear equation with  $\vec{u}$  and if  $a = 0$  then  $a\vec{u} = \vec{0}$  and theirs were develop the process to the structure understand level, according to the used of the vector knowledge to find the value of  $x$  from equation  $7\vec{u} + (2x - 4)\vec{v} = \frac{500}{7}\vec{u} + \frac{2}{3}\vec{v}$  as  $x > \frac{7}{3}$  and the values of  $a$  and  $b$  from the equation  $w = (a + 4b)\vec{u} + (2a + b + 1)\vec{v}$  and  $s = (b - 2a + 2)\vec{u} + (2a - 3b - 1)\vec{v}$  and  $3w = 2s$  was  $a = 2$  and  $b = -1$

งานวิทยานิพนธ์มอบส่วนดีให้บุพการีและคณาจารย์

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ชาญณรงค์ เชียงราช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยด้วยความเอาใจใส่ ปลุกฝังให้ผู้วิจัยมีความอดทนตรงต่อเวลา มีความรับผิดชอบและรักการทำงาน เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอดมา จนกระทั่งงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อย

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ ประธานหลักสูตรคณิตศาสตร์ศึกษาและคณาจารย์สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการศึกษาวิจัยด้วยดีเสมอมา ขอขอบพระคุณ ดร.หล้า ภวภูตานนท์ และดร. อติสร ศรีบุญวงษ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์และกรรมการสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.คำผาย ศรีสวรรค์ อธิการบดีมหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์ อาจารย์บุญทัน สุตพงศ์ คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์ อาจารย์ทองเทียน วัฒนาวงศ์ รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์ และอาจารย์ถ้านอลิน พงศ์สหวัด รองหัวหน้าภาควิชาครุศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์และคณาจารย์ภาควิชาครุศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์ทุกท่านและนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ภาควิชาครุศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์ ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ที่ 6 คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกคนที่ได้ให้ข้อเสนอแนะช่วยเหลือในการทำงานวิจัยให้แก่ผู้วิจัยเสมอ ขอขอบคุณ คุณสมหวัง สุกทวี ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบคุณ คุณศิริณัฐ ประจิมทิส คุณวิรัชดา ทานิล คุณทัศนีย์ บุญโย และคุณนิรชา ปีกกะโต ที่ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้การสนับสนุนทุนในการศึกษาตลอดระยะเวลา 2 ปี และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่สนับสนุนทุนการวิจัยในครั้งนี้ เป็นจำนวนเงิน 10,000 บาท

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อแพง และคุณแม่บุต เพชรสมบัติ ที่คอยให้กำลังใจ ทุ่มเทให้ความช่วยเหลือทั้งร่างกาย ปัญญาและทรัพย์สิน

ขอขอบคุณ คุณไพบวัน สุวันนะพันธ์ และลูกสาวสะกุละ เพชรสมบัติ ที่ให้กำลังใจอย่างใกล้ชิดและสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการศึกษาเสมอมา ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
คำอุทิศ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
3. ขอบเขตการวิจัย	5
4. นิยามศัพท์เฉพาะ	5
5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
1. แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีกับการเรียนการสอน	9
2. แนวคิดเกี่ยวกับ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) กับ การเรียนการสอน	11
3. กรอบทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความรู้ ความเข้าใจ	11
4. กรอบทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย	15
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	21
1. การกำหนดผู้ร่วมวิจัย	21
2. การคัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย	22
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	23
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล	24
5. การวิเคราะห์ข้อมูล	28

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	59
1. ข้อมูลทั่วไปของมหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์	59
2. ข้อมูลเกี่ยวกับนักศึกษาที่เข้าร่วมวิจัย	61
3. การวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนและโปรโตคอลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์ปีที่ 3 เรื่องเวกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยประกอบการเรียนรู้	62
4. การอภิปรายผลการวิจัย	163
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	167
1. สรุปผลการวิจัย	167
2. ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษา	167
3. ข้อเสนอแนะ	170
บรรณานุกรม	173
ภาคผนวก	177
ประวัติผู้เขียน	227

## สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	วันเวลาที่ดำเนินการเก็บข้อมูลตามแผนกิจกรรมการเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์เรื่องเวกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้	24
ตารางที่ 2	ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.1 นิยามของเวกเตอร์	29
ตารางที่ 3	ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.2 นิยามของเวกเตอร์	32
ตารางที่ 4	ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.3 นิยามของเวกเตอร์	37
ตารางที่ 5	ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2.1 การบวกและการลบเวกเตอร์	42
ตารางที่ 6	ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2.2 การบวกและการลบเวกเตอร์	49
ตารางที่ 7	ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3.1 การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์	52
ตารางที่ 8	ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3.2 การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์	55

## สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	กรอบทฤษฎีการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	15
ภาพที่ 2	แสดงหน้าจอคอมพิวเตอร์ กิจกรรมที่ 1.2 และหน้าที่1	32
ภาพที่ 3	แสดงหน้าจอคอมพิวเตอร์ กิจกรรมที่ 1.3 และหน้าที่1	37
ภาพที่ 4	แสดงหน้าจอคอมพิวเตอร์ กิจกรรมที่ 2.1 และหน้าที่1	41
ภาพที่ 5	แสดงหน้าจอคอมพิวเตอร์ กิจกรรมที่ 3.1 และหน้าที่2 และ 3	51
ภาพที่ 6	ภาพมหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์	60
ภาพที่ 7	แสดงการทำกิจกรรมที่1.1 คำสั่งข้อที่ 2 ของบุญยง สุภาพร และสีจันทร์	63
ภาพที่ 8	แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.1 คำสั่งข้อที่ 2 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	64
ภาพที่ 9	แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.1 คำสั่งข้อที่ 3 ของบุญยง สุภาพร และสีจันทร์	66
ภาพที่ 10	แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.1 คำสั่งข้อที่ 3 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	67
ภาพที่ 11	แสดงการทำกิจกรรมที่1.2 คำสั่งข้อที่ 1 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	69
ภาพที่ 12	แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.2 คำสั่งข้อที่ 1 ของบุญยง สุภาพร และสีจันทร์	70
ภาพที่ 13	แสดงการทำกิจกรรมที่1.2 คำสั่งข้อที่ 3.1 ของบุญยง สุภาพร และ สีจันทร์	71
ภาพที่ 14	แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.2 คำสั่งข้อที่ 3.1 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	72
ภาพที่ 15	แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.2 คำสั่งข้อที่3.2 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	73
ภาพที่ 16	แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.2 คำสั่งข้อที่ 3.2 ของบุญยง สุภาพร และ สีจันทร์	74
ภาพที่ 17	แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.2 คำสั่งข้อที่ 4 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	75

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 18	77
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.2 คำสั่งข้อที่ 4 ของบุญยง สุภาพร และ สีจันทร์	
ภาพที่ 19	78
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.2 คำสั่งข้อที่ 5 ของแสงเทียน ดอกนอและ เซอร์จา	
ภาพที่ 20	79
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.2 คำสั่งข้อที่ 5 ของบุญยง สุภาพร และ สีจันทร์	
ภาพที่ 21	81
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.2 คำสั่งข้อที่ 6 ของแสงเทียน ดอกนอและ เซอร์จา	
ภาพที่ 22	82
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.2 คำสั่งข้อที่ 6 ของบุญยง สุภาพร และ สีจันทร์	
ภาพที่ 23	84
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 2 ของแสงเทียน ดอกนอและ เซอร์จา	
ภาพที่ 24	85
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 2 ของบุญยง สุภาพร และสีจันทร์	
ภาพที่ 25	86
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 3 ของบุญยง สุภาพร และสีจันทร์	
ภาพที่ 26	88
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 3 ของแสงเทียน ดอกนอและ เซอร์จา	
ภาพที่ 27	89
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 4 ของแสงเทียน ดอกนอและ เซอร์จา	
ภาพที่ 28	90
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 4 ของแสงเทียน ดอกนอและ เซอร์จา	
ภาพที่ 29	91
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 5 ของบุญยง สุภาพร และสีจันทร์	
ภาพที่ 30	92
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 6 ของแสงเทียน ดอกนอและ เซอร์จา	
ภาพที่ 31	93
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 6 ของบุญยง สุภาพร และสีจันทร์	
ภาพที่ 32	94
แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 7 ของแสงเทียน ดอกนอและ เซอร์จา	

## สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 33	แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 7 ของบุญยง สุภาพร และสีจันทร์	95
ภาพที่ 34	แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 8 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	96
ภาพที่ 35	แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 8 ของบุญยง สุภาพร และสีจันทร์	97
ภาพที่ 36	แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 9 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	98
ภาพที่ 37	แสดงการทำกิจกรรมที่ 1.3 คำสั่งข้อที่ 10 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	100
ภาพที่ 38	แสดงการทำแบบฝึกหัดกิจกรรมที่ 1.1 ของแสงเทียน ดอกนอ และ เฮอร์जा	101
ภาพที่ 39	แสดงการทำแบบฝึกหัดกิจกรรมที่ 1.1 ของบุญยง สุภาพร และสีจันทร์	102
ภาพที่ 40	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 2 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	103
ภาพที่ 41	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 2 ของบุญยง สุภาพร และสีจันทร์	105
ภาพที่ 42	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 4 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	107
ภาพที่ 43	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 4 ของบุญยง สุภาพรและสีจันทร์	108
ภาพที่ 44	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 6 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	109
ภาพที่ 45	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 6 ของบุญยง สุภาพรและสีจันทร์	110
ภาพที่ 46	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 7 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	112
ภาพที่ 47	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 7 ของบุญยง สุภาพร และสีจันทร์	113
ภาพที่ 48	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 9 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	114
ภาพที่ 49	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 9 ของบุญยง สุภาพรและสีจันทร์	115

สารบัญญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 50	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 10 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	116
ภาพที่ 51	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 10 ของบุญยง สุภาพรและ สีจันทร์	117
ภาพที่ 52	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 11 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	118
ภาพที่ 53	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 11 ของบุญยง สุภาพร และ สีจันทร์	119
ภาพที่ 54	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 13 ของแสงเทียน ดอกนอ และ เฮอร์जा	120
ภาพที่ 55	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.1 คำสั่งข้อที่ 13 ของบุญยง สุภาพร และ สีจันทร์	121
ภาพที่ 56	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.2 คำสั่งข้อที่ 2 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	123
ภาพที่ 57	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.2 คำสั่งข้อที่ 2 ของบุญยง สุภาพรและสีจันทร์	124
ภาพที่ 58	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.2 คำสั่งข้อที่ 3 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	126
ภาพที่ 59	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.2 คำสั่งข้อที่ 3 ของบุญยง สุภาพรและสีจันทร์	127
ภาพที่ 60	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.2 คำสั่งข้อที่ 4 ของ บุญยง สุภาพรและสีจันทร์	129
ภาพที่ 61	แสดงการทำกิจกรรมที่ 2.2 คำสั่งข้อที่ 4 ของแสงเทียน ดอกนอและ เฮอร์जा	132
ภาพที่ 62	แสดงการทำแบบฝึกหัดกิจกรรมที่ 2 ของแสงเทียน ดอกนอ และเฮอร์जा	135
ภาพที่ 63	แสดงการทำกิจกรรมที่ 3.1 คำสั่งข้อที่ 1.1 ของแสงเทียน ดอกนอ และ เฮอร์जा	136
ภาพที่ 64	แสดงการทำกิจกรรมที่ 3.1 คำสั่งข้อที่ 1.1 ของบุญยง สุภาพร และ สีจันทร์	137