ปีที่ 41 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม – กันยายน 2561

การศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูฟิสิกส์และการเรียนรู้ของนักเรียน ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องเวกเตอร์ของครูในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในบริบทห้องเรียนจริงของโรงเรียนที่แตกต่างกัน

THE STUDY OF TEACHERS' TEACHING AND STUDENTS' LEARNING ON COMPONANT VECTOR IN DIFFERENT CONTEXTS OF HIGH SCHOOL LEVEL

จิรดาวรรณ หันตุลา[1,3] และ อัมพร วัจนะ[2,3]
Jiradawan Huntula[1,3] and Umporn Wutchana[2,3]

[1]อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และคอมพิวเตอร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[2]อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
[3]ศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

ทฤษฎีทางด้านการศึกษาเมื่อถูกถ่ายทอดไปสู่ครู เพื่อให้นำไปใช้ในบริบทจริงมักเกิดปัญหาหลายอย่างจนไม่เกิดประสิทธิผล เนื่องจากในบริบทชั้นเรียนจริงมีปัจจัยแทรกซ้อนหลายอย่างที่ควบคุมไม่ได้ จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจว่าครูผู้สอนจะสามารถใช้องค์ความรู้เหล่านั้นให้เข้ากับบริบทจริงในชั้นเรียนจริงได้อย่างไร ดังนั้นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ของครูหลังจากที่ได้รับจากการอบรม จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและจะเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เห็นแนวทางในการจัดอบรมครูที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ของครู และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ ในบริบทจริงของห้องเรียนที่แตกต่างกัน โดยศึกษากรณีศึกษาของครู 4 คนจากครูที่เข้าร่วมอบรมเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ 10 คน ที่อาสาสมัครเข้าร่วมอบรม โดยครูทั้ง 4 คนเป็นครูที่มีประสบการณ์การสอน 1-3 ปี และสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งมีบริบทของห้องเรียนแตกต่างดังนี้ ห้องเรียนครู B เป็นห้องเรียนประจำตำบลที่มีนักเรียน 14 คน ห้องเรียนครู C เป็นห้องเรียนประจำอำเภอสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มีนักเรียนจำนวน 29 คน ห้องเรียนครู D เป็นห้องเรียนประจำอำเภอสายศิลป์ มีนักเรียนจำนวน 38 คน และห้องเรียนครู E เป็นห้องเรียนขนาดเล็กประจำตำบล มีนักเรียนจำนวน 3 คน โดยเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตชั้นเรียน แบบสัมภาษณ์ แบบวัดความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ

[1] Corresponding author: jirahu@kku.ac.th

ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ของครู นอกจากครูต้องเข้าใจเนื้อหาและเข้าใจวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาแล้ว ครูต้องเปลี่ยนความคิดของตนเองจากการจัดการเรียนการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลางให้กลายเป็นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในการเรียนรู้เรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบของนักเรียนทุกห้องเรียนของครูทุกคน พบว่านักเรียนยังขาดทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรขาคณิตและตรีโกณมิติ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ครูต้องคำนึงถึง และต้องปูความรู้พื้นฐานเกี่ยวข้องกับเนื้อหาดังกล่าวก่อนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ

คำสำคัญ: เวกเตอร์องค์ประกอบ การติดตามครู บริบทห้องเรียนจริง

ABSTRACT

Educational theory is not successfully apply in the real context because there are so many uncontrollable problems happened in the real classroom. It is interesting that how teacher use new content of teaching from training by themselves. Consequently, the research in order to understand how teachers apply new knowledge to their classroom and how students learn are needed and it will be helpful teacher training in the future. This research want to follow up teachers who had trained about teaching and learning on vector component in order to investigate the factors that affect to teacher's teaching and student's learning. Four case studies from ten teachers who had trained were selected. All of their classroom were different contexts; teacher "B" had 14 students in a rural area, "C" had 29 students in a rural district area, "D" had 38 students in a rural district area, and teacher "E" had 3 students in a rural area. Data collected tools consisted of lesson plan evaluation, teaching and learning evaluation, investigated evaluation, interview and vector components test.

The research results showed that the impact factor of teaching vector component are teachers 'understanding in both of concept and teaching strategies and mindset of teaching, teachers have to change their mind from teacher-center to student-center. The impact factor of learning in vector component are student lacked of skills in Math about geometry and trigonometry. Students could not draw angle of vector from x-axis or y-axis, students could not use the protractor, and students did not have basic of the trigonometric relationships. Therefore, before teaching teacher should be aware about student's prior knowledge in geometry and trigonometry.

KEYWORDS: Vector Component, Teacher Follow Up, Real Context Classroom

บทนำ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560–2564) ได้จัดทำขึ้นในช่วงเวลาของการปฏิรูปประเทศและสถานการณ์โลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจากปัญหาการเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพทุนมนุษย์ของประเทศไทยในช่วงที่ผ่านมาพบว่า ทุนมนุษย์ของประเทศไทยยังมีปัญหาในด้านคุณภาพของคนในแต่ละช่วงวัย โดยผลลัพธ์ทางการศึกษาของเด็กวัยเรียนค่อนข้างต่ำ ซึ่งแผนพัฒนาเศรษฐกิจฉบับนี้ได้มีแนวทางในการพัฒนาประเทศที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาที่สำคัญดังนี้ พัฒนาศักยภาพคนให้มีทักษะ ความรู้ และความสามารถในการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า และยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561) ซึ่งการจะพัฒนาทรัพยากรมนุษย์จำเป็นต้องอาศัยครูในโรงเรียน จากการพัฒนาบุคลากรครูที่ผ่านมาโดยการประชุมปฏิบัติการและการประชุมสัมมนาพบว่าครูมีความรู้ความเข้าใจและทำให้ครูสามารถจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการได้ แต่ยังมีจุดอ่อนหลายประการ (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ และคณะ, 2557) ดังเห็นได้จากการอบรมหลายครั้งที่ครูเกิดความคลาดเคลื่อน ไม่เข้าใจสิ่งที่กำลังได้รับการถ่ายทอดจากวิทยากรหรือเข้าใจผิดว่าตนเองเข้าใจแล้ว และทำให้ครูคิดว่าหลักการทฤษฎีหรือกิจกรรมในการอบรมนั้นเป็นสิ่งที่ไม่สามารถปฏิบัติได้จริงในห้องเรียน (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2555) ความเชื่อและพลังทางจิตใจจะเป็นแรงผลักดันให้เกิดกระบวนการเรียนการสอนที่ดีของครู (Buaraphan, 2011) ดังนั้นแนวคิดการใช้ชุมชนแห่งการเรียนรู้ (PLC) จึงเป็นแนวคิดที่ถูกนำมาใช้ในการอบรมและการติดตามผลการอบรมครูอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ชุมชนแห่งการเรียนรู้เป็นยุทธศาสตร์ที่สำคัญของชาติในการพัฒนาประเทศเพราะการพัฒนาประเทศย่อมขึ้นอยู่กับความสามารถในการพัฒนาการเรียนรู้ของบุคคล โดยมีเป้าหมายไปสู่การสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้และสังคมแห่งความรู้ โดยการเรียนรู้และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทำให้คนเรียนรู้ได้เร็วและเรียนรู้อย่างมีคุณภาพมากขึ้น จนสามารถพัฒนาความรู้ ความสามารถ ทักษะในการคิดวิเคราะห์ และนำความรู้ไปใช้ในการสร้างนวัตกรรม และองค์ความรู้ใหม่ (สนอง โลหิตวิเศษ, 2559) นอกจากนี้การติดตามครูหลังการอบรมจะทำให้ทราบปัญหาและแนวทางในการพัฒนาครูต่อไปในอนาคต ในวิชาฟิสิกส์ซึ่งเป็นวิชาที่อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ ที่มักจะใช้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์มาศึกษาความสัมพันธ์และอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งมักจะเป็นนามธรรมและมองไม่เห็น จึงเป็นเรื่องยากสำหรับนักเรียนในการที่จะเรียนรู้ฟิสิกส์ ครูส่วนใหญ่จึงใช้วิธีการบอกสูตรต่างๆ ซึ่งง่ายต่อการสอนของครูทำให้นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์ที่แท้จริง (Huntula et al, 2011)

ในการเรียนการสอนฟิสิกส์เรื่องต้นๆ ที่นักเรียนจะได้เรียนซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการทำความเข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์ที่สูงขึ้นคือเรื่องเวกเตอร์ ซึ่งจากงานวิจัยต่างๆ ที่ผ่านมาพบว่านักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาเวกเตอร์องค์ประกอบ และในหัวข้อนี้นักเรียนจำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับตรีโกณมิติ ใช้คณิตศาสตร์มาช่วยให้เข้าใจธรรมชาติของเวกเตอร์ ครูหลายคนมักสอนด้วยการให้นักเรียนท่องจำสูตรต่างๆ ที่จะทำให้นักเรียนสามารถหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบได้โดยปราศจากความเข้าใจถึงที่มาที่ไปของสูตรนั้น ดังนั้นได้มีนักวิจัยเสนอกิจกรรมที่จะสามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ โดยมีกิจกรรมหลัก 3 กิจกรรม ได้แก่ เขียนเวกเตอร์องค์ประกอบ สร้างเวกเตอร์ลัพธ์ และหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบ (Wutchana and Emarat, 2017) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะจัดอบรมการจัดกิจกรรมเวกเตอร์องค์ประกอบแก่ครู และติดตามการสอนของครูเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ของครู และปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ เพื่อเป็นข้อมูลและเป็นแนวทางใน

การอบรมครูในเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบและเป็นแนวทางต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเกี่ยวกับเวกเตอร์องค์ประกอบของครูต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูฟิสิกส์ ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ ของนักเรียนในบริบทห้องเรียนจริงที่แตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ แบบกรณีศึกษา เพื่อศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูฟิสิกส์และการเรียนรู้ของนักเรียน ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในบริบทห้องเรียนจริงของโรงเรียนที่แตกต่างกัน

1. กลุ่มเป้าหมาย

ครูฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่สนใจและสมัครใจเข้าร่วมอบรมการสอนฟิสิกส์ที่ส่งเสริมความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ จำนวน 4 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้การสอนของครูวิชาฟิสิกส์ และการเรียนรู้ของนักเรียน ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องเวกเตอร์ ของครูในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในบริบทห้องเรียนจริงของโรงเรียนที่แตกต่างกัน

3. เครื่องมือวิจัย

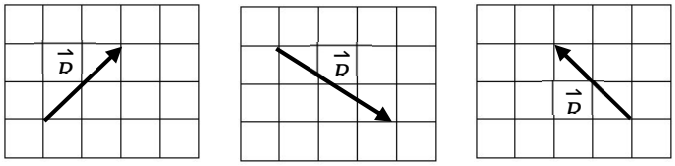
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 ใบงานที่ส่งเสริมความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบได้โดยใช้ความสัมพันธ์ของตรีโกณมิติ ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้เรื่อง การรวมเวกเตอร์ย่อยและตรีโกณมิติ โดยมีขั้นตอนในการใช้ใบงานที่ส่งเสริมความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ (Wutchana and Emarat, 2017) ดังนี้

กิจกรรมที่ 1

มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนเวกเตอร์องค์ประกอบ $\vec{P}$ และ $\vec{Q}$ ใดๆ ที่มีผลลัพธ์จากการบวกเวกเตอร์ เท่ากับเวกเตอร์ลัพธ์ ($\vec{R}$) ที่กำหนดให้

โดยเวกเตอร์วางอยู่บนตารางสี่เหลี่ยม เพื่อให้นักเรียนสามารถวาดเวกเตอร์องค์ประกอบบนแกนนอนและแกนตั้งได้ง่าย และเพื่อให้นักเรียนสามารถสังเกตมุมฉากที่เกิดขึ้น จากการวาดเวกเตอร์องค์ประกอบ หลังจากนักเรียนวาดเวกเตอร์แล้ว นักเรียนสามารถสังเกตเห็นเวกเตอร์องค์ประกอบที่อยู่บนแกนได้ และกำหนดชื่อของเวกเตอร์องค์ประกอบที่อยู่บนแกน โดยเวกเตอร์องค์ประกอบในแกนตั้ง คือ แกน Y แทนด้วย $\vec{R}_y$ และเวกเตอร์องค์ประกอบในแกนนอนคือแกน X แทนด้วย $\vec{R}_x$ ดังตัวอย่างในใบงาน



กิจกรรมที่ 2

กิจกรรมที่ 2.1 มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างเวกเตอร์ลัพธ์ขนาดต่างๆ ที่ทำมุมกับแกนนอน โดยกำหนดให้เวกเตอร์ $\vec{R}$ ทำมุม 53°

นักเรียนต้องสร้างเวกเตอร์ 3 ขนาดตามต้องการ วัดขนาดเวกเตอร์องค์ประกอบในแนวแกนตั้ง และในแนวแกนนอน หาค่าเฉลี่ยของอัตราส่วน $\frac{|\vec{R}_y|}{|\vec{R}|}, \frac{|\vec{R}_x|}{|\vec{R}|}$ และ $\frac{|\vec{R}_y|}{|\vec{R}_x|}$ ถ้านักเรียนวาดเวกเตอร์และวัดค่าได้ถูกต้อง นักเรียนจะสังเกตได้ว่า เวกเตอร์ทั้งสามขนาดที่สร้างนั้น จะมีค่าอัตราส่วนที่กำหนดให้หาเท่ากัน และเมื่อนำค่าเฉลี่ยอัตราส่วนนั้นมาเปรียบเทียบกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ นักเรียนจะสังเกตเห็นความสัมพันธ์ของอัตราส่วน จากภาพสามเหลี่ยม โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างด้านกับมุมภายในสามเหลี่ยม $\frac{\text{ข้าม}}{\text{ฉาก}}$, $\frac{\text{ชิด}}{\text{ฉาก}}$ และ $\frac{\text{ข้าม}}{\text{ชิด}}$ ก่อนนำมาเทียบกับอัตราส่วน $\frac{|\vec{R}_y|}{|\vec{R}|}, \frac{|\vec{R}_x|}{|\vec{R}|}$ และ $\frac{|\vec{R}_y|}{|\vec{R}_x|}$

กิจกรรมที่ 2.2 และ 2.3 มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างเวกเตอร์ลัพธ์ขนาดต่างๆ ที่ทำมุมกับแกนนอน โดยกำหนดให้เวกเตอร์ $\vec{R}$ ทำมุม 30° (ข้อ 2.2) และทำมุม 60° (ข้อ 2.3)

นักเรียนต้องสร้างเวกเตอร์ $\vec{R}$ สามขนาด วัดขนาดเวกเตอร์องค์ประกอบในแนวแกนตั้งและในแนวแกนนอน และหาค่าเฉลี่ยของอัตราส่วน $\frac{|\vec{R}_y|}{|\vec{R}|}, \frac{|\vec{R}_x|}{|\vec{R}|}$ และ $\frac{|\vec{R}_y|}{|\vec{R}_x|}$ ก่อนจะนำค่าเฉลี่ยอัตราส่วนจากเวกเตอร์มาเปรียบเทียบกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งจะได้ว่า เมื่อเวกเตอร์ทำมุม 30° กับแกนนอน

อัตราส่วน $\frac{|\vec{R}_y|}{|\vec{R}|} = \sin\theta, \frac{|\vec{R}_x|}{|\vec{R}|} = \cos\theta$ และ $\frac{|\vec{R}_y|}{|\vec{R}_x|} = \tan\theta$ โดย $|\vec{R}_y| = \sin\theta\,|\vec{R}|$ และ $|\vec{R}_x| = \cos\theta\,|\vec{R}|$

กิจกรรมที่ 3

นักเรียนหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบเมื่อเวกเตอร์ $\vec{A}$ ทำมุมใดๆ (θ) โดยเปรียบเทียบระหว่างทำมุมกับแกนตั้งและทำมุมกับแกนนอน นักเรียนจะสังเกตเห็นว่า เมื่อเวกเตอร์ทำมุม (θ) กับแกนนอน อัตราส่วน $\frac{|\vec{R}_y|}{|\vec{R}|}, \frac{|\vec{R}_x|}{|\vec{R}|}$ และ $\frac{|\vec{R}_y|}{|\vec{R}_x|}$ จะไม่เหมือนกับเมื่อเวกเตอร์ทำมุม (θ) กับแกนตั้ง ดังนี้

เวกเตอร์ทำมุม (θ) กับแกนนอน	เวกเตอร์ทำมุม (θ) กับแกนตั้ง
$\|\vec{A}_y\| = \sin\theta \times \|\vec{A}\|$	$\|\vec{A}_y\| = \cos\theta \times \|\vec{A}\|$
$\|\vec{A}_x\| = \cos\theta \times \|\vec{A}\|$	$\|\vec{A}_x\| = \sin\theta \times \|\vec{A}\|$

3.2 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวมรวมข้อมูล

1) แบบสังเกตชั้นเรียน เป็นแบบสังเกตชั้นเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู และแนวคิดที่สำคัญของนักเรียนที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนการสอน

2) แบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วยคำถามเพื่อเน้นสอบถามถึงความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรม และการตระหนักรู้ในสิ่งที่เรียน

3) แบบวิเคราะห์แผนการสอนของครู ใช้เพื่อศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการวางแผนการจัดการเรียนรู้ของครูก่อนทำการเรียนการสอน ว่ามีกลยุทธ์ในการนำความรู้ที่ได้จากการอบรมมาใช้อย่างไร

4) แบบวัดความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ เป็นข้อสอบ two-tier ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ โดย tier แรกจะเป็นส่วนที่ให้ตัดสินใจเลือกคำตอบ และ tier ที่สองเป็นการให้เหตุผลและอธิบายการเลือกคำตอบใน tier ที่หนึ่ง

4. การเก็บรวมรวมข้อมูล

4.1 รับสมัครครูที่สนใจเข้าร่วมอบรมการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนฟิสิกส์ โดยใช้ใบงานที่ส่งเสริมความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ (Wutchana and Emarat, 2017) และได้อาสาสมัครครูเข้าร่วมอบรมทั้งหมด 10 คน โดยอาสาสมัครทั้งหมดเป็นครูที่มีประสบการณ์ในการสอนอยู่ระหว่าง 1-3 ปี และเป็นครูที่จบการศึกษาจากมหาวิทยาลัยเดียวกัน

4.2 จัดอบรมการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนฟิสิกส์ โดยใช้ใบงานที่ส่งเสริมความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ ซึ่งในกิจกรรมการอบรมมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบได้โดยใช้ความสัมพันธ์ของตรีโกณมิติ โดยการประยุกต์ใช้ใบงานที่ส่งเสริมความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบให้เข้ากับบริบทของนักเรียนและห้องเรียนจริงของแต่ละโรงเรียนที่แตกต่างกัน ในการอบรมครูทุกคนจะได้ทดลองออกแบบการเรียนการสอนร่วมกัน

4.3 เลือกโรงเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีบริบทแตกต่างกัน 4 โรงเรียน โดยแต่ละโรงเรียนอยู่ในเขตพื้นที่ที่แตกต่างกัน มีความพร้อมของห้องเรียนแตกต่างกัน และนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน เพื่อติดตามการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูดังนี้

ห้องเรียนของครู B เป็นห้องเรียนของโรงเรียนขนาดเล็กประจำตำบล จำนวน 14 คน ที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ปานกลาง

ห้องเรียนของครู C เป็นห้องเรียนของนักเรียนสายวิทย์ ของโรงเรียนขนาดใหญ่ในตัวอำเภอ จำนวน 29 คน ที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ปานกลาง

ห้องเรียนของครู D เป็นห้องเรียนของนักเรียนสายศิลป์ ของโรงเรียนขนาดใหญ่ในตัวอำเภอ จำนวน 38 คน ที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ค่อนข้างอ่อน

ห้องเรียนของครู E เป็นห้องเรียนของโรงเรียนขนาดเล็กประจำตำบล จำนวน 3 คน ที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ค่อนข้างอ่อน

4.4 ในการติดตามครูที่เป็นกลุ่มเป้าหมายทั้ง 4 คน ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ สังเกตชั้นเรียน และสัมภาษณ์ครูผู้สอนและนักเรียน และในท้ายชั่วโมงของกิจกรรมการเรียนการสอนของครูทุกคน นักเรียนได้ทำแบบทดสอบความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน เพื่อศึกษาการวางแผนการจัดการเรียนการสอนของครูแต่ละคนว่ามีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร วิเคราะห์ข้อมูลการสังเกตชั้นเรียนโดยเน้นวิเคราะห์ตัวครูผู้สอนว่าให้คำถามเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้อย่างไร และศึกษาแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนและนักเรียน เพื่อดูความคิดเห็นของครูผู้สอนและนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนจากแบบวัดความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนต่อเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย

จากจุดประสงค์เพื่อศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูฟิสิกส์ ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องเวกเตอร์

ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของครูทั้ง 4 คน พบว่า ผู้สอน คือ ครู B, C, D และ E มีลำดับกิจกรรมหลักๆ ที่เหมือนกันคือ

1. กิจกรรมวาดเวกเตอร์องค์ประกอบ $\vec{P}$ และ $\vec{Q}$
2. วาดเวกเตอร์ลัพธ์ที่ทำมุมตามโจทย์กำหนดและหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบ
3. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับตรีโกณมิติ
4. หาความสัมพันธ์ของเวกเตอร์องค์ประกอบกับตรีโกณมิติ และผู้สอนทุกคนนำใบงานที่ส่งเสริมความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ ไปใช้ประกอบกับการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะ

ผลการสังเกตชั้นเรียน

ผลการสังเกตชั้นเรียนพบว่า ครู B ใช้คำถามเกี่ยวกับเรื่อง เวกเตอร์ ในการเข้าสู่บทเรียน โดยครู B มีกิจกรรมให้นักเรียนสร้างเวกเตอร์ลัพธ์และเวกเตอร์องค์ประกอบจากอุปกรณ์เสริมเช่น หมุดและหนังยาง ครู C มีกิจกรรมให้นักเรียนนำลูกศรที่ได้ไปตามหาว่าเป็นเวกเตอร์องค์ประกอบของเวกเตอร์ลัพธ์ใด และครู D มีกิจกรรมให้นักเรียนชูป้ายตอบคำถามเกี่ยวกับเวกเตอร์ ส่วนครู E ไม่ได้มีกิจกรรมทบทวนความรู้ให้นักเรียน จากนั้น ครูผู้สอนทั้งหมดมีกิจกรรมย่อยประมาณ 2 กิจกรรม คือ

กิจกรรมที่ 1 วาดเวกเตอร์องค์ประกอบ $\vec{P}$ และ $\vec{Q}$ โดยครู B, C, D และ E ให้นักเรียนทำทุกข้อลงในใบกิจกรรมพร้อมกัน และ

กิจกรรมที่ 2 สร้างเวกเตอร์ลัพธ์จากที่โจทย์กำหนดและหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบ ในครู B และ C มีโจทย์ให้นักเรียนสร้างเวกเตอร์ลัพธ์ $\vec{R}$ ขนาด 10 หน่วย โดยกำหนดให้ทำมุม 53° กับแกนนอน และอีกข้อทำมุม 53° กับแกนตั้ง ครู D มีโจทย์สร้างแรงลัพธ์ $\vec{F}$ โดยมีขนาด 5 และ 10 เซนติเมตร ทำมุม 53° กับแกนนอน และครู D แจกกระดาษกราฟกลุ่มละ 1 แผ่นสำหรับวาดภาพเวกเตอร์ ครู E มีโจทย์ให้นักเรียนสร้างเวกเตอร์ขนาดเท่าใดก็ได้ ทำมุม 53° กับแกน X และอีกข้อทำมุม 53° กับแกน Y

กิจกรรมที่ 3 การหาความสัมพันธ์ของเวกเตอร์องค์ประกอบกับตรีโกณมิติ เป็นจุดหมายสำคัญของกิจกรรมนี้ โดยจะเชื่อมโยงความรู้จากเรื่องตรีโกณมิติ ครูให้นักเรียนหาค่าอัตราส่วนของเวกเตอร์องค์ประกอบกับเวกเตอร์ลัพธ์ ($\frac{\overrightarrow{R_y}}{\overrightarrow{R}}$ และ $\frac{\overrightarrow{R_x}}{\overrightarrow{R}}$) และสังเกตค่าเฉลี่ยว่าใกล้เคียงหรือตรงกับฟังก์ชันใดในตรีโกณมิติ เมื่อพบแล้วจึงเข้าสู่สมการ เพื่อหาค่า $\overrightarrow{R_x}$ และ $\overrightarrow{R_y}$

ครู B C และ E มีภาพสามเหลี่ยมตรีโกณมิติ และค่าอัตราส่วนของเวกเตอร์องค์ประกอบกับเวกเตอร์ลัพธ์ โดยพานักเรียนสังเกตและเชื่อมโยงอัตราส่วนด้านของสามเหลี่ยมแต่ละด้าน ไปยังเรื่องตรีโกณมิติและให้เปรียบเทียบกับอัตราส่วนของเวกเตอร์องค์ประกอบกับเวกเตอร์ลัพธ์ ในขณะที่ครู D มีการนำเสนอภาพสามเหลี่ยมตรีโกณมิติ พร้อมกับสูตรของเวกเตอร์ $\vec{R}_x$ กับ $\overrightarrow{R_y}$ และระบุค่า cos θ และ sin θ ของมุมมาด้วย และให้จำเทคนิคการหาเวกเตอร์องค์ประกอบแก่นักเรียน คือ “เปิด sin θ ทับ cos θ”

ในช่วงท้ายคาบ ครู B, C และ E มีแบบฝึกเพิ่มทักษะ ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบ โดยให้เวกเตอร์ลัพธ์ขนาดต่างๆ และทำมุมกับแกนนอนและแกนตั้งขนาดตามที่โจทย์กำหนด และกิจกรรมสุดท้ายครูทุกคนให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ

ผลการวัดความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ

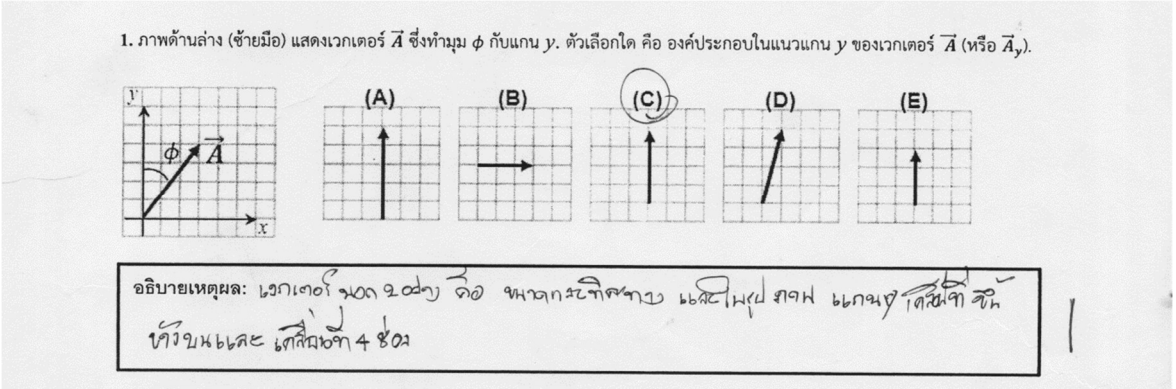
ผลการวัดความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบในตอนท้ายของกิจกรรมการเรียนการสอนของครูทั้ง 4 คน ซึ่งได้ให้นักเรียนทำแบบวัดความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ มีทั้งหมด 3 ข้อ โดยข้อสอบเป็นแบบวัดความเข้าใจแบบ two-tier โดยในการวิเคราะห์ข้อมูลถ้าหากนักเรียนตอบถูกทั้งสอง tier จึงถือว่านักเรียนตอบถูกในข้อนั้นๆ โดยข้อที่หนึ่งและข้อสอง มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการระบุเวกเตอร์องค์ประกอบของนักเรียน ส่วนข้อ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบโดยใช้ความสัมพันธ์ของตรีโกณมิติ ผลการวัดความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงร้อยละของนักเรียนที่ตอบคำถามถูกต้องจากการทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ จำแนกตามห้องเรียน

ข้อที่	จำนวนร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูก			
	ห้องเรียนครู B	ห้องเรียนครู C	ห้องเรียนครู D	ห้องเรียนครู E
1	50	100	95	0
2	50	100	95	0
3	76	72	69	100

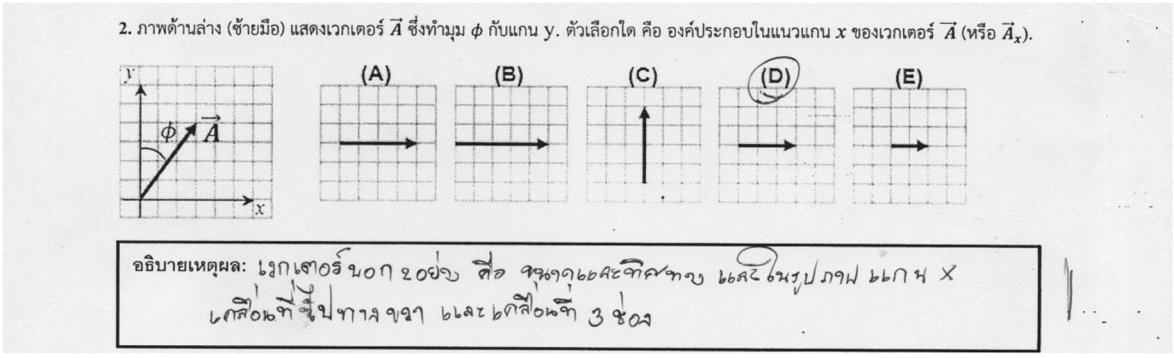
จากข้อมูลในตารางจะพบว่าจำนวนร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในข้อหนึ่งและข้อสองมีจำนวนเท่ากันเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของแบบวัดความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า

นักเรียนที่เข้าใจเวกเตอร์องค์ประกอบในแนวแกน y ก็จะเข้าใจเวกเตอร์องค์ประกอบในแนวแกน x ด้วยเช่นกัน และจะพบว่านักเรียนที่มีบริบทแตกต่างกันทั้ง 4 โรงเรียนก็ให้ผลที่ไปในทางเดียวกัน



ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างความเข้าใจของนักเรียนต่อเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบในแนวแกน y

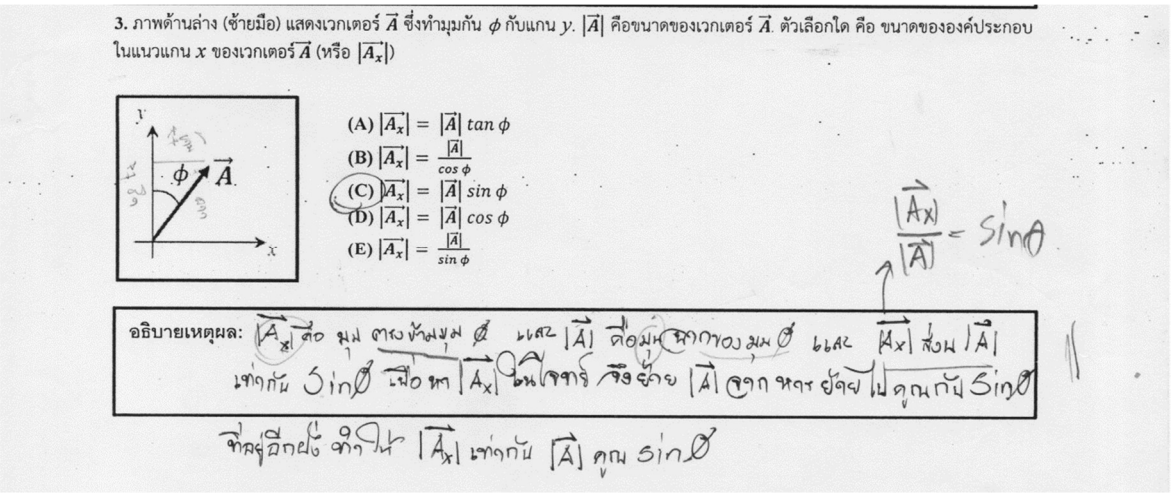
จากตัวอย่างความเข้าใจของนักเรียนต่อเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบในแนวแกน y ตามภาพที่ 1 จะเห็นว่านักเรียนสามารถแสดงความเข้าใจในเรื่องเวกเตอร์ได้โดยการระบุทิศทางและขนาดได้อย่างชัดเจน และสามารถบอกวิธีการหาขนาดของเวกเตอร์ได้จากการนับจำนวนช่องของกระดาษกราฟ



ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างความเข้าใจของนักเรียนต่อเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบในแนวแกน x

จากตัวอย่างความเข้าใจของนักเรียนต่อเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบในแนวแกน x ตามภาพที่ 2 จะเห็นว่านักเรียนสามารถแสดงความเข้าใจในเรื่องเวกเตอร์ได้โดยการระบุทิศทางและขนาดได้อย่างชัดเจน และสามารถบอกวิธีการหาขนาดของเวกเตอร์ได้จากการนับจำนวนช่องของกระดาษกราฟ

ในข้อสามมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความเข้าใจเกี่ยวกับการหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบโดยใช้ความสัมพันธ์ของตรีโกณมิติ โดยนักเรียนจะต้องนำความรู้เรื่องตรีโกณมิติมาประยุกต์ใช้เพื่อหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบ ไม่ใช่เพียงแค่การจำสูตรเพื่อคำนวนหาเวกเตอร์องค์ประกอบแต่ต้องแสดงความเข้าใจในตรีโกณมิติและเชื่อมความสัมพันธ์มาสู่การหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบ ดังแสดงในภาพที่ 3 จะเห็นว่านักเรียนสามารถเขียนอธิบายถึงความเข้าในตรีโกณมิติก่อนและสามารถเชื่อมความสัมพันธ์มาสู่การหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบได้


3. ภาพด้านล่าง (ซ้ายมือ) แสดงเวกเตอร์ $\vec{A}$ ซึ่งทำมุมกัน ϕ กับแกน y. $|\vec{A}|$ คือขนาดของเวกเตอร์ $\vec{A}$. ตัวเลือกใด คือ ขนาดขององค์ประกอบในแนวแกน x ของเวกเตอร์ $\vec{A}$ (หรือ $|\vec{A_x}|$)

(A) $|\vec{A_x}| = |\vec{A}| \tan\phi$
(B) $|\vec{A_x}| = \frac{|\vec{A}|}{\cos\phi}$
(C) $|\vec{A_x}| = |\vec{A}| \sin\phi$
(D) $|\vec{A_x}| = |\vec{A}| \cos\phi$
(E) $|\vec{A_x}| = \frac{|\vec{A}|}{\sin\phi}$

$\frac{|\vec{A_x}|}{|\vec{A}|} = \sin\theta$

อธิบายเหตุผล: $|\vec{A_x}|$ คือ มุม ตรงข้ามมุม ϕ และ $|\vec{A}|$ คือมุมฉากของมุม ϕ และ $|\vec{A_x}|$ ส่วน $|\vec{A}|$ เท่ากัน $\sin\phi$ เมื่อหา $|\vec{A_x}|$ ในเชิงฟิสิกส์ จึงย้าย $|\vec{A}|$ จาก หาร ย้ายไปคูณกับ $\sin\phi$

ที่อยู่อีกฝั่ง ก็คือ $|\vec{A_x}|$ เท่ากับ $|\vec{A}|$ คูณ $\sin\phi$

ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบได้โดยใช้ความสัมพันธ์ของตรีโกณมิติ

ผลการสัมภาษณ์นักเรียน

หลังจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนที่เป็นตัวแทนแต่ละห้องจะถูกสุ่มสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ โดยในการสุ่มผู้วิจัยจะสุ่มหลังจากวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบวัดความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ ซึ่งนักเรียนในห้องของครู B และครู E จะสุ่มสัมภาษณ์นักเรียน 3 คน และในห้องเรียนของครู C และครู D สุ่มสัมภาษณ์นักเรียน 5 คน เพื่อให้แสดงความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู ดังตัวอย่าง

Q: รู้สึกอย่างไรกับกิจกรรมในวันนั้น

S1: “เรียนรู้เรื่องมากขึ้น ก็ชอบค่ะ”

S2: “สนุกดีค่ะ ไม่น่าเบื่อ”

S3: “สนุกดี ไม่เครียดเกินไป ได้ทำงานเป็นกลุ่ม ปรึกษากันได้ดี”

S4: “ส่วนตัวหนูชอบแบบจดมากกว่า แต่ถ้าเราทำแบบนี้ (ทำงานเป็นกลุ่ม) ในกลุ่มจะมี 4 คน แต่คนคิดหรือคนทำ จะมีแค่คนเดียว ทีนี้คนที่เขาไม่ค่อยได้อะไร บางครั้งก็จะตามไม่ทัน”

จากการสัมภาษณ์นักเรียนทุกห้องแม้ว่าจะมีบริบทของโรงเรียนที่แตกต่างกันพบว่านักเรียนส่วนมากสนุกสนานกับกิจกรรมที่ครูนำมาใช้ในคาบเรียนนั้น และมีความรู้สึกไม่กดดัน ผู้เรียนส่วนมากชอบ

กิจกรรมที่ได้ลงมือทำและชอบกิจกรรมเป็นกลุ่ม แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่ชอบการเรียนแบบบรรยาย เพราะคิดว่าการทำงานเป็นกลุ่มนั้น ไม่สามารถทำให้นักเรียนทุกคนเข้าใจไปพร้อมๆ กันได้ และจากการที่นักเรียนได้สะท้อนผลความสำคัญของการเรียนเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ จะพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เห็นความสำคัญของการเรียนเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบว่า มีความสำคัญในการใช้ในการหาค่ามุม เป็นพื้นฐานสำหรับคนที่ไม่มีพื้นฐานเรื่องเวกเตอร์มาก่อน และเป็นพื้นฐานในการเรียนระดับที่สูงขึ้น

Q: เรียนแล้วคิดว่ามีประโยชน์อย่างไร

S1: “หามุมที่เอาค่ามาคูณกันค่ะ ใช้ตรีโกณมิติ หาว่าเป็น $\sin\theta$ หรือ $\cos\theta$”

S2: “มีประโยชน์คือเป็นพื้นฐานสำหรับคนที่ไม่มีพื้นฐานมาก่อน”

S3: “สามารถเอาเรียนต่อระดับมหาลัยได้ค่ะ”

อภิปรายผลการวิจัย

จากการสังเกตผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในการเรียนรู้เรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ ของทุกโรงเรียนที่มีบริบทที่แตกต่างกัน ปัญหาที่พบมากที่สุดของนักเรียนทุกห้องของครูทุกคนคือ การสร้างรูปเวกเตอร์องค์ประกอบ เช่น นักเรียนวาดเวกเตอร์ลัพธ์ทำมุมกับแกน x หรือ y ไม่ถูกต้อง นักเรียนวัดขนาดมุมไม่เป็น และนักเรียนวัดมุมโดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ไม่เป็น ซึ่งเป็นผลมาจากการขาดทักษะเรขาคณิตของนักเรียน และการขาดความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับตรีโกณมิติของนักเรียน จะเห็นได้จากการที่ครู B ครู C และ ครู D ในช่วงก่อนเริ่มกิจกรรมได้มีกิจกรรมเพื่อปูพื้นฐานให้นักเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมที่หลากหลายที่แตกต่างกันขึ้นกับบริบทของนักเรียน โดยครู B มีกิจกรรมให้นักเรียนสร้างเวกเตอร์ลัพธ์และเวกเตอร์องค์ประกอบจากอุปกรณ์เสริม เช่น หมุดและหนังยางเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวกเตอร์ลัพธ์และเวกเตอร์องค์ประกอบ ครู C มีกิจกรรมให้นักเรียนนำลูกศรที่ได้ไปตามหาว่าเป็นเวกเตอร์องค์ประกอบของเวกเตอร์ลัพธ์ใด และครู D มีกิจกรรมให้นักเรียนชูป้ายตอบคำถามเกี่ยวกับเวกเตอร์ ยกเว้นครู E มีเพียงการตั้งคำถามเกี่ยวเวกเตอร์เล็กน้อยแต่ไม่ได้มีการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน นั่นหมายความว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครู B ครู C และ ครู D ได้ตระหนักและคำนึงถึงความรู้เดิมของผู้เรียนที่จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนดังเห็นได้จากร้อยละของนักเรียนที่ตอบคำถามในแบบวัดความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์ในข้อหนึ่งและสองถูกต้อง

จากการสังเกตชั้นเรียนของครูทุกคนพบว่า ครู B ครู C และ ครู E เข้าใจวัตถุประสงค์ของกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนสามารถหาขนาดของเวกเตอร์องค์ประกอบได้โดยใช้ความสัมพันธ์ของตรีโกณมิติ ครูทั้งสามคนพยายามให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองโดยไม่บอกสูตรสำเร็จแก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของตรีโกณมิติ แต่ครู D แม้ว่าจะสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในกิจกรรมที่ 1 และกิจกรรมที่ 2 ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ แต่ในกิจกรรมที่ 3 ครู D ได้บอกสูตรสำเร็จในการหาขนาดของเวกเตอร์ให้แก่นักเรียน แม้ว่านักเรียนจะสามารถคำนวนหาขนาดของเวกเตอร์ได้ แต่นักเรียนก็ยังไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้ดังเห็นได้จากร้อยละของนักเรียนที่ตอบคำถามในแบบความเข้าใจของนักเรียนต่อเรื่องเวกเตอร์ในข้อสามถูกต้อง

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์เรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนที่ครูผู้สอนควรคำนึงถึงความรู้เดิมของผู้เรียนทั้งตรีโกณมิติ และเรขาคณิต ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าแม้ว่านักเรียนจะมีบริบทการเรียนรู้ที่แตกต่างกันแต่ปัญหาในการเรียนรู้เรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายก็เป็นไปในทางเดียวกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาว่าในระดับ

มหาวิทยาลัยนักศึกษาก็ไม่มีความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบเช่นกัน (Wutchana and Emarat, 2011) ดังนั้นครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เพราะจากผลการสัมภาษณ์ของนักเรียนชี้ให้เห็นว่า นักเรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียนและรู้สึกสนุกที่ได้ทำกิจกรรม และปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ของครูนอกจากครูต้องเข้าใจเนื้อหาและเข้าใจวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาแล้ว ครูต้องเปลี่ยนความคิดของตนเองจากการจัดการเรียนการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลางให้กลายเป็นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ได้ ซึ่งจากผลการวิจัยแม้ว่าครู D จะสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมที่ได้รับการอบรมมา แต่ครู D ก็เป็นครูที่มีความเชื่อแบบที่ครูเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ โดยไม่เชื่อว่านักเรียนจะสามารถสร้างองค์ความรู้เองได้ทำให้ในกิจกรรมที่ 3 ครู D ไม่อดทนให้เด็กสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและบอกสูตรสำเร็จแก่นักเรียนไปจึงส่งผลให้นักเรียนหลายคนไม่เข้าใจกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างถ่องแท้เป็นเพียงแค่สามารถหาขนาดของเวกเตอร์ได้จากสูตรสำเร็จ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ในการวาดเวกเตอร์องค์ประกอบ นักเรียนมีความยากลำบากในการวาดเวกเตอร์บนกระดาษ A4 มากกว่าบนกระดาษกราฟ ดังนั้นครูควรแจกกระดาษกราฟให้นักเรียนวาดเวกเตอร์องค์ประกอบ นักเรียนจะสามารถวาดเวกเตอร์องค์ประกอบโดยเทียบกับแกนตั้งและแกนนอนได้ง่ายกว่าการวาดบนกระดาษ A4

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการจัดการเรียนการสอนของครูในระดับชั้นอื่นๆ เช่นในระดับมหาวิทยาลัย เพื่อศึกษาวิธีการแก้ไขความไม่เข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบของนักเรียน เนื่องจากเนื้อหาเวกเตอร์เป็นเนื้อหาพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์
2. ควรศึกษาผลของความไม่เข้าใจเรื่องเวกเตอร์องค์ประกอบของนักเรียน ว่าส่งผลต่อการเรียนรู้เนื้อหาฟิสิกส์อย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, ภิรมย์ เชนประโคน, สุพรรณ ยอดยิ่งยง, และมนต์อมร ปรีชารัตน์. (2557). **การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาบูรณาการวิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์ประจำการด้วยการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการท้องถิ่น.** กรุงเทพฯ: สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2555). ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเพื่อสอนครูวิทยาศาสตร์: ประเด็นปัจจุบันที่ครูวิทยาศาสตร์ควรทราบ. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 23**(2), 2-19.

สนอง โลหิตวิเศษ. (2559). ชุมชนแห่งการเรียนรู้. **สารานุกรมศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 51**, 31-40.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๒๕๖๔.** ค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2560, จาก http://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422

Buaraphan, K. (2011). Metaphorical roots of beliefs about teaching and learning science and their modifications in the standard-based science teacher preparation programe. **International Journal of Science Education, 33**(11), 1571–1595.

Huntula, J., Sharma, M. D., Johnston, I., & Chitaree, R. (2011). A framework for laboratory pre-work based on the concepts, tools and techniques questioning method. **European Journal of Physics, 32**(5), 1–12.

Wutchana, U., & Emarat, N. (2011). Students' understanding of graphical vector addition in one and two dimensions. **Journal of Physics and Chemistry Education, 3**(2), 102-111.

_____. (2017). A Worksheet to Enhance Students' Conceptual Understanding in Vector Components. **Journal of Physics: Conference Series, 901**(conference1), 1-4.