

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกรณีศึกษา ( Case Study ) โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งเน้นการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ (Vector) โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการ เรียนรู้ สำหรับ นักศึกษามหาวิทยาลัยสุภาวณงศ์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ในบริบทนอกห้องเรียน มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การกำหนดผู้ร่วมวิจัย
  - 1.1 ผู้วิจัย
  - 1.2 ผู้ช่วยวิจัย
2. การคัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
  - 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เวกเตอร์
  - 3.2 แบบทดสอบหลังเรียนเรื่อง เวกเตอร์
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. การกำหนดผู้ร่วมวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยผู้ร่วมวิจัยดังนี้

1.1 ผู้วิจัย (ครูผู้วิจัย) จำนวน 1 คน ทำหน้าที่เป็นครูผู้สอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน 7 กิจกรรม และสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษา ตลอดจนบันทึกพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรมการเรียนการสอน และบันทึกหลังจากทำกิจกรรมการเรียนการสอนเสร็จในแต่ละกิจกรรม

1.2 ผู้ช่วยวิจัย จำนวน 5 คน ซึ่งทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

1.2.1 ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 ทำหน้าที่สังเกต จดบันทึกพฤติกรรม และบันทึกวีดิทัศน์ของ นักศึกษากลุ่มที่ 1 ระหว่างปฏิบัติการเรียนการสอน โดยใช้เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ให้เห็นพฤติกรรม การสนทนาและการแสดงความคิดเห็นของนักศึกษาในระหว่างที่นักเรียนร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรม การเรียนรู้

1.2.2 ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2 ทำหน้าที่สังเกต จดบันทึกพฤติกรรม และบันทึกวีดิทัศน์ของ นักศึกษากลุ่มที่ 2 โดยใช้เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ให้เห็นพฤติกรรม การสนทนาและการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนในระหว่างที่นักศึกษาร่วมมือกันระหว่างปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.3 ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 3 ทำหน้าที่สังเกตและจดบันทึกพฤติกรรมของนักศึกษาระหว่าง ปฏิบัติการเรียนการสอน และบันทึกวีดิทัศน์นักศึกษากลุ่มที่ 2 โดยใช้เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ให้เห็น พฤติกรรมความร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนตามกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ของนักศึกษา

1.2.4 ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 4 ทำหน้าที่บันทึกวีดิทัศน์การสัมภาษณ์นักศึกษารายบุคคล และบันทึกเสียงของนักศึกษากลุ่มเป้าหมายในระหว่างที่นักศึกษาร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรมการ เรียนการสอนและระหว่างที่นักศึกษามาให้สัมภาษณ์ โดยวางเครื่องเสียงในตำแหน่งที่ได้ยินการ สนทนาและการแสดงความคิดเห็นของนักศึกษาในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และได้ยิน เสียงการให้สัมภาษณ์ของนักศึกษาอย่างชัดเจน

1.2.5 ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 5 ทำหน้าที่บันทึกวีดิทัศน์ภาพรวมและบันทึกวีดิทัศน์ภาพขยาย (zoom) ของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนของนักศึกษากลุ่มเป้าหมาย

## 2. การคัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย

การดำเนินการเลือกกลุ่มเป้าหมาย โดยคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยคัดเลือกจากนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ( เริ่มเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือน มิถุนายน ) ภาควิชาครุคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์ วิทยาเขตนาสร้าง เหวย อำเภอหลวงพระบาง จังหวัดหลวงพระบาง ในสาธารณรัฐ ประชาธิปไตยประชาชนลาว จำนวน 6 คน โดยคัดเลือกนักศึกษาที่อยู่ในกลุ่มเก่ง จำนวน 3 คน นักศึกษากลุ่มอ่อน จำนวน 3 คน การจัดกลุ่มนักศึกษาวินิจฉัยจากคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งเรียงจากลำดับคะแนนจากน้อยไปหามาก โดยนักศึกษาที่อยู่ในกลุ่มอ่อน คือ นักศึกษาที่มี คะแนนอยู่ใน 25 เปอร์เซนต์แรกของคะแนนสอบ และนักศึกษาที่อยู่ในกลุ่มเก่ง คือ นักศึกษาที่มี คะแนนอยู่ใน 75 เปอร์เซนต์หลังของคะแนนสอบ นักศึกษาในแต่ละกลุ่มเป็นนักศึกษาที่สมัครใจ เข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ และผู้วิจัยได้ทำการแบ่งนักศึกษากลุ่มเป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3

คน ในแต่ละกลุ่มจะประกอบไปด้วยนักศึกษาในกลุ่มเก่งจำนวน 3 คน นักศึกษาในกลุ่มอ่อนจำนวน 3 คน

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1) ศึกษาทฤษฎี แนวคิด หลักการจาก เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ และกำหนดขั้นตอนในการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์

2) ศึกษาหลักสูตร หนังสือแบบเรียน และคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์

3) วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง เวกเตอร์

4) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ จำนวน 3 แผน

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมเพื่อปรับปรุงแก้ไข

6) นำกิจกรรมการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมเพื่อปรับปรุงแก้ไข

7) นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการพิจารณาไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ

8) นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

3.2 แบบทดสอบหลังเรียนประจำกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบนักศึกษากลุ่มเป้าหมายเป็นรายบุคคล โดยทำการทดสอบหลังจากที่เรียนในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จ แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยนี้ ครูผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีลักษณะแบบอัตนัย โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัย จากทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2) วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบ

3) สร้างแบบทดสอบเรื่อง เวกเตอร์ให้ครอบคลุมเนื้อหา

4) นำแบบทดสอบเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมเพื่อปรับปรุงแก้ไข

- 5) นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมเพื่อปรับปรุงแก้ไข
- 6) นำแบบทดสอบที่ได้รับการพิจารณาไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ
- 7) นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

#### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2553 เดือนเมษายน 2553 มีรายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 ให้ความรู้พื้นฐานของการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad กับนักศึกษา กลุ่มเป้าหมาย

4.2 ให้นักศึกษาได้เรียนรู้ตามกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้ The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลา 15 ชั่วโมง วันและเวลาที่ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์ ปีที่ 3 เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** วัน เวลาที่ดำเนินการเก็บข้อมูล ตามแผนกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้

ที่	ห้อง	กิจกรรม	วัน เดือน ปี	เวลา
1	คณิตศาสตร์ ปีที่ 3 กลุ่มที่ 1, 2	ให้ความรู้พื้นฐานของการใช้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad กับ นักศึกษา	อาทิตย์ 28 มีนาคม 2553	09.00 – 12.00
2	คณิตศาสตร์ ปีที่ 3 กลุ่มที่ 1, 2	ให้ความรู้พื้นฐานของการใช้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad กับนักศึกษา	จันทร์ 29 มีนาคม 2553	09.00 – 12.00



ตารางที่ 1 วัน เวลาที่ดำเนินการเก็บข้อมูล ตามแผนกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง  
เวกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบ  
การเรียนรู้ (ต่อ)

ที่	ชั้น	กิจกรรม	วัน เดือน ปี	เวลา
3	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1, 2	ให้ความรู้พื้นฐานของการใช้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad กับ นักศึกษา	อังคาร 30 มีนาคม 2553	09.00 – 12.00
4	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1, 2	ให้ความรู้พื้นฐานของการใช้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad กับ นักศึกษา	พุธ 31 มีนาคม 2553	09.00 – 12.00
5	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1,2	ทบทวนการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad กับ นักศึกษา	พฤหัสบดี 01 เมษายน 2553	08.00 – 10.00
6	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1, 2	ทบทวนการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad กับ นักศึกษา	ศุกร์ 02 เมษายน 2553	10.00 – 12.00
7	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1, 2	ให้นักศึกษาได้ทำความเข้าใจกับทิม งานวิจัยเพื่อให้นักศึกษาได้รู้กับทิม งานวิจัย	จันทร์ 05 เมษายน 2553	08.30 – 11.30
8	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1, 2	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.1 เรื่อง นิยามเวกเตอร์	อังคาร 06 เมษายน 2553	09.00 – 12.00
9	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1, 2	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.2 เรื่อง นิยามเวกเตอร์(ต่อ)	พุธ 07 เมษายน 2553	08.30 – 11.30

ตารางที่ 1 วัน เวลาที่ดำเนินการเก็บข้อมูล ตามแผนกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง  
 เวกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบ  
 การเรียนรู้ (ต่อ)

ที่	ชั้น	กิจกรรม	วัน เดือน ปี	เวลา
10	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1, 2	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.3 เรื่อง นิยามเวกเตอร์ ( ต่อ )	พฤหัสบดี 08 เมษายน 2553	08.00 – 11.00
11	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1, 2	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2.1 เรื่อง การบวกและลบเวกเตอร์	ศุกร์ 09 เมษายน 2553	09.00 – 11.00
12	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1, 2	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2.2 เรื่อง การบวกและลบเวกเตอร์ ( ต่อ)	เสาร์ 10 เมษายน 2553	08.00 – 12.00
13	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1, 2	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3.1 เรื่อง การคูณ เวกเตอร์ด้วยสเกลาร์	อาทิตย์ 11 เมษายน 2553	08.00 – 12.00
14	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1, 2	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3.2 เรื่อง การคูณ เวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ (ต่อ)	จันทร์ 12 เมษายน 2553	09.00 – 11.00
15	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1, 2	ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์เชิง ลึกเกี่ยวกับการทำแบบทดสอบของ นักศึกษาเป็นรายบุคคล	ศุกร์ 16 เมษายน 2553	08.00 – 12.00 14.00 – 16.00
16	คณิตศาสตร์ ปีที่3 กลุ่มที่1, 2	ทดสอบหลังเรียนและสัมภาษณ์เชิง ลึกเกี่ยวกับการทำแบบทดสอบของ นักศึกษาเป็นรายบุคคล	เสาร์ 17 เมษายน 2553	08.00 – 12.00 14.00 – 16.00

(1) ในระหว่างดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนตามกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยวังศันปีที่3 เรื่อง เวกเตอร์โดยใช้

โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมีหน้าที่ดังนี้

ผู้วิจัย ทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน ตามแผนการจัดการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยวังศัณฐ์ปีที่ 3 เรื่อง เวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้

ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 1 ทำหน้าที่สังเกต จดบันทึกพฤติกรรม และบันทึกวีดิทัศน์ของ นักศึกษากลุ่มที่ 1 ระหว่างปฏิบัติการเรียนการสอน โดยใช้เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ให้เห็นพฤติกรรม การสนทนาและการแสดงความคิดเห็นของนักศึกษาในระหว่างที่นักศึกษาร่วมมือกันปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนรู้

ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 2 ทำหน้าที่สังเกต จดบันทึกพฤติกรรม และบันทึกวีดิทัศน์ของ นักศึกษากลุ่มที่ 2 โดยใช้เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ให้เห็นพฤติกรรม การสนทนาและการแสดงความคิดเห็นของนักศึกษาในระหว่างที่นักศึกษาร่วมมือกันระหว่างปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 3 ทำหน้าที่สังเกตและจดบันทึกพฤติกรรมของนักศึกษาระหว่าง ปฏิบัติการเรียนการสอน และบันทึกวีดิทัศน์นักศึกษากลุ่มที่ 1 และ 2 โดยใช้เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ให้ เห็นพฤติกรรม การร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนตามกิจกรรมการเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ของนักศึกษา

ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 4 ทำหน้าที่บันทึกวีดิทัศน์การสัมภาษณ์นักศึกษารายบุคคล และ บันทึกเสียงของนักศึกษากลุ่มเป้าหมายในระหว่างที่นักศึกษาร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรมการเรียน การสอนและระหว่างที่นักศึกษามาให้สัมภาษณ์ โดยวางเครื่องเสียงในตำแหน่งที่ได้ยินการสนทนาและ การแสดงความคิดเห็นของนักศึกษาในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และได้ยินเสียงการให้ สัมภาษณ์ของนักศึกษาอย่างชัดเจน

ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 5 ทำหน้าที่บันทึกวีดิทัศน์ภาพรวมและบันทึกวีดิทัศน์ภาพขยาย (zoom) ของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนของนักศึกษากลุ่มเป้าหมาย

(2) หลังจากให้นักศึกษากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน ตามกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยวังศัณฐ์ ปีที่ 3 เรื่อง เวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ เสร็จทั้ง 7 กิจกรรมการเรียนรู้ แล้ว ประมาณ 1 สัปดาห์ ทำการทดสอบและสัมภาษณ์นักศึกษาทีละคน ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมีหน้าที่ดังนี้

ผู้วิจัยทดสอบและสัมภาษณ์นักศึกษาทีละคน และบันทึกข้อมูลระหว่าง การ สัมภาษณ์นักศึกษาลงใส่ เทปบันทึกเสียง และ เทปบันทึกวีดิทัศน์

ผู้ช่วยวิจัยคนที่ 4 ทำการบันทึกวีดิทัศน์การสัมภาษณ์นักศึกษาเป็นรายบุคคล โดยใช้เครื่องบันทึกวีดิทัศน์บันทึกภาพให้เห็นพฤติกรรมการพูดคุย อากัปกิริยา ท่าทาง และสีหน้า ของนักศึกษาที่แสดงออกในระหว่างที่นักศึกษานำให้สัมภาษณ์

(3) นำแถบบันทึกเสียง และแถบบันทึกวีดิทัศน์ที่บันทึกไว้มาถอดเป็นข้อมูลคำพูด และรายละเอียดงานเขียนของนักศึกษาจากใบกิจกรรม แบบฝึกหัด แบบทดสอบ จากการปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนการสอนตามกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์ ปีที่ 3 เรื่อง เวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้และ ระหว่างที่นักศึกษานำให้สัมภาษณ์

## 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกรณีศึกษา (Case Study) โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งเน้นการวิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol Analysis) และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ (Analytic Description) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์เรื่อง เวกเตอร์ (Vector) โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ สำหรับ นักศึกษามหาวิทยาลัยสุภานุวงศ์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว วิเคราะห์จากงานเขียน ของนักศึกษา โปรโตคอล การทำใบกิจกรรม แบบฝึกหัด แบบทดสอบ จากการบันทึกวีดิทัศน์ และ เทปบันทึกเสียง โดยใช้กรอบทฤษฎี Action-Process-Structure ที่พัฒนาโดย ชาญณรงค์ ธีรยราช (2552) ซึ่งได้จำแนกความเข้าใจในมโนคติทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ความเข้าใจใน ระดับการจัดกระทำ (Action Conceptual Understanding) ความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process Conceptual Understanding) และความเข้าใจในระดับโครงสร้าง (Structural Conceptual Understanding) มีขั้นตอนดังนี้

ตารางที่ 2 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 1.1 นิยามของเวกเตอร์

กิจกรรม	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
คำสั่งข้อที่ 1 ให้นักศึกษาเปิดไฟล์ “นิยาม_กิจกรรมที่ 1.gsp” หน้าที่ 2	-	-	
คำสั่งข้อที่ 2 ให้นักศึกษาพิจารณาสถานการณ์ปัญหาต่อไปนี้ ปริมาณประเภทที่ 1: พื้นที่ มวล ความสูง ระยะทาง เวลา อุณหภูมิ เช่น นายสมบุญมีที่นาขนาด 100 ไร่ สมหวังสูง 170เซนติเมตร วันนี้ที่เมืองหลวงพระบางมี อุณหภูมิสูงสุด 30 องศา เซลเซียส ปริมาณประเภทที่ 2: การ เคลื่อนที่ แรง ความเร็ว ความเร่ง น้ำหนัก เช่น การเดินทางไปทางทิศ ตะวันออกเป็นระยะทาง 3 กิโลเมตร รถราครเสิร์ฟลูกเทนนิสด้วย ความเร็ว 180 กิโลเมตรต่อ ชั่วโมง			

**ตารางที่ 2** ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 1.1 นิยามของเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
<p>มีเครื่องบินไม่ปรากฏ</p> <p>สัญญาณอยู่ห่างจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ 20 กิโลเมตร</p> <p>ไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ</p> <p>จงพิจารณาว่าปริมาณทั้งสองประเภทมีลักษณะเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร</p>	<p>- ลักษณะที่เหมือนกัน คือเป็นปริมาณที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข เช่น พื้นที่ 100 ไร่ ความสูง 170 เซนติเมตร ความเร็ว 180 กิโลเมตรต่อชั่วโมง</p> <p>- ลักษณะที่ต่างกันคือ ปริมาณประเภทที่ 1 ประกอบด้วยตัวเลขเพียงอย่างเดียว ส่วนปริมาณประเภทที่ 2 ประกอบด้วยตัวเลขและบอกทิศเช่น การเดินทางไป ทางทิศตะวันออกเฉียงเป็น ระยะทาง 3 กิโลเมตร</p>	<p>- ลักษณะที่เหมือนกัน คือเป็นปริมาณที่เกี่ยวข้องกับขนาด เช่น ขนาดของพื้นที่ ความสูง ความเร็ว</p> <p>- ลักษณะที่ต่างกัน คือ ปริมาณที่ 1 เป็นปริมาณที่เกี่ยวข้องกับขนาดเพียงอย่างเดียว ส่วนปริมาณที่ 2 เกี่ยวข้องกับขนาดและบอกทิศทางการเคลื่อนที่</p>	

ตารางที่ 2 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 1.1 นิยามของเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
คำสั่งข้อที่ 3 จากปริมาณในข้อที่ 2 เรียกปริมาณประเภทที่ 1 ว่า “ปริมาณสเกลาร์” (scalar quantity) และปริมาณประเภทที่ 2 เรียกว่า “ปริมาณเวกเตอร์” (vector quantity) จึงให้ความหมายของปริมาณทั้งสองปริมาณตามความเข้าใจของนักศึกษา พร้อมทั้งยกตัวอย่างที่ไม่ซ้ำกับกำหนดในข้อที่ 1 มาอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปริมาณสเกลาร์ เป็นปริมาณที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข</li> <li>- ปริมาณเวกเตอร์ เป็นปริมาณที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข และทิศ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปริมาณสเกลาร์ เป็นปริมาณที่บอกขนาดเพียงอย่างเดียว</li> <li>- ปริมาณเวกเตอร์ เป็นปริมาณที่บอกทั้งขนาดและทิศทาง</li> </ul>	

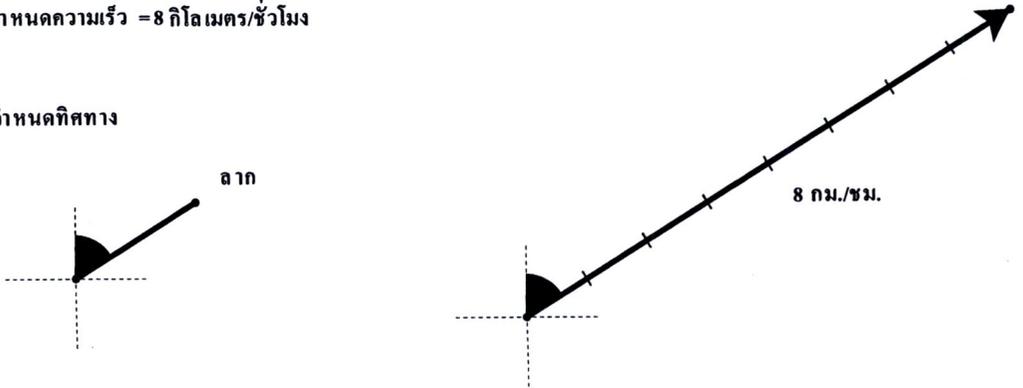
## กิจกรรมที่ 1.2

### ปริมาณเวกเตอร์

เวกเตอร์ต่อไปนี้เป็นเวกเตอร์การเคลื่อนที่ของรถยนต์ที่มีความเร็วและทิศทาง ดังต่อไปนี้

กำหนดความเร็ว = 8 กิโลเมตร/ชั่วโมง

กำหนดทิศทาง



ปริมาณเวกเตอร์ในเชิงเรขาคณิต เขียนแทนด้วย ส่วนของเส้นตรงที่ระบุทิศทาง

ภาพที่ 2 แสดงหน้าจอกอมพิวเตอรื กิจกรรมที่ 1.2 และหน้าที่ 1

ตารางที่ 3 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 1.2 นิยามของเวกเตอร์

กิจกรรม	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
คำสั่งข้อที่ 1 เปิดไฟล์ชื่อ “นิยาม_กิจกรรมที่ 2.gsp” หน้าที่ 1 ให้นักศึกษา กำหนดค่าความเร็วตาม ต้องการ โดยคลิกเมาส์ที่ “กำหนดความเร็ว” แล้วกดปุ่ม [+] หรือ [-] เพื่อปรับความเร็ว	-เมื่อคลิกใส่ปุ่มการ กำหนดความเร็ว แล้วกด Shift ค้างไว้และกด [+] เห็น ว่าความเร็วเพิ่มขึ้น และขนาดของ เส้นตรงก็เพิ่มขึ้น	- ขนาดของส่วนของ เส้นตรงที่แทน เวกเตอร์จะมีขนาด เท่ากับตัวเลขบอก ความเร็ว	

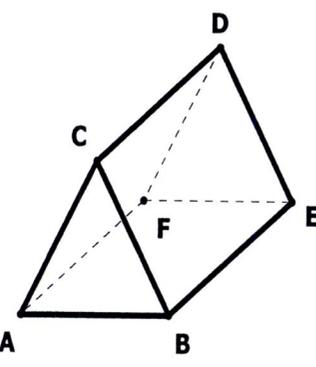
ตารางที่ 3 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 1.2 นิยามของเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
ส่วนการกำหนดทิศทาง ให้คลิกที่จุดที่มีข้อความ “ลาก” ค้างไว้แล้วลากจุดเพื่อกำหนดทิศทางและให้นักศึกษาพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับขนาดของส่วนของเส้นตรงที่ระบุทิศทาง	เมื่อกด [-] เห็นว่าความเร็วก็ลดลงและขนาดของเส้นตรงก็ลดลงเช่น ความเร็วเพิ่มขึ้นและขนาดของเส้นตรงก็เพิ่มขึ้น6 กิโลเมตร/ชั่วโมงและความเร็วก็ลดลงและขนาดของเส้นตรงก็ลดลงเท่า 5 กิโลเมตร/ชั่วโมง		
คำสั่งข้อที่ 2 เปิดหน้าที่ 2 ให้นักศึกษาทำความเข้าใจรายละเอียดเกี่ยวกับสัญลักษณ์แทนเวกเตอร์	-	-	-
คำสั่งข้อที่ 3 เปิดหน้าที่ 3 ให้นักศึกษาทำความเข้าใจรายละเอียดเกี่ยวกับการระบุทิศทางของเวกเตอร์ ซึ่งมีอยู่ 2 วิธี คือ กำหนดในรูปทิศหลักและกำหนดในรูปของมุม โดยการคลิกเมาส์ที่จุด B แล้วลากเปลี่ยนทิศทางของเวกเตอร์	-	-	-

ตารางที่ 3 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 1.2 นิยามของเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
แล้วตอบคำถามต่อไปนี้			
1) จงอธิบายวิธีการกำหนดทิศทางของเวกเตอร์ในรูปทิศหลัก	- นักศึกษาสามารถใช้เมตริกคลิกจุด $B$ หมุนจะเห็น $\vec{AB}$ มีทิศทางไป 8 ทิศหลัก เช่น ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก	- การกำหนดทิศทางของเวกเตอร์สามารถกำหนดได้ในรูปทิศหลักทั้งแปดทิศ และสามารถเขียนเวกเตอร์ในทิศต่างๆ ได้	
2) อธิบายวิธีการกำหนดทิศทางของเวกเตอร์ในรูปของมุม	- ใช้เมตริกคลิกที่จุดสิ้นสุดของเวกเตอร์ไปในตำแหน่งที่ตัวเลขระบุทิศทางตามที่ต้องการ	- กำหนดทิศทางโดยระบบเลข 3 หลักที่บอกมุมที่เวกเตอร์ทำกับทิศเหนือวัดตามเข็มนาฬิกา เช่น ถ้าเวกเตอร์ทำมุมกับทิศเหนือวัดตามเข็มนาฬิกา 35 องศา บอกได้ว่าเวกเตอร์มีทิศทาง 035 องศา	

ตารางที่ 3 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 1.2 นิยามของเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
<p>คำสั่งข้อที่ 4 เขียนส่วนของเส้นตรงที่มีทิศทางแทนปริมาณเวกเตอร์ต่อไปนี้</p> <p>1) 120 เมตร ไปทางทิศเหนือ</p> <p>2) 30 เมตร ไปทางทิศ <math>060^\circ</math></p>		<p>-นักศึกษาเขียนส่วนของเส้นตรงที่มีทิศทางแทนปริมาณเวกเตอร์ได้</p>	<p>-นักศึกษาเขียนเวกเตอร์แทนการเดินทาง และสามารถคำนวณหาระยะห่างจากจุดเริ่มต้นและบอกทิศทางได้</p>
<p>คำสั่งข้อที่ 5 จากรูป จงระบุเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกัน และที่มีทิศทางตรงข้ามกัน อย่างละ 4 คู่</p> 		<p>-เวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกัน ประกอบด้วย <math>\vec{AB}</math> กับ <math>\vec{FE}</math>  <math>\vec{BE}</math> กับ <math>\vec{AF}</math>  <math>\vec{AC}</math> กับ <math>\vec{FD}</math>          และ <math>\vec{BC}</math> กับ <math>\vec{ED}</math></p> <p>-เวกเตอร์ที่มีทิศทางตรงข้ามกัน ประกอบด้วย <math>\vec{AB}</math> กับ <math>\vec{EF}</math>  <math>\vec{AF}</math> กับ <math>\vec{EB}</math>  <math>\vec{AC}</math> กับ <math>\vec{DF}</math>          และ <math>\vec{BC}</math> กับ <math>\vec{DE}</math></p>	

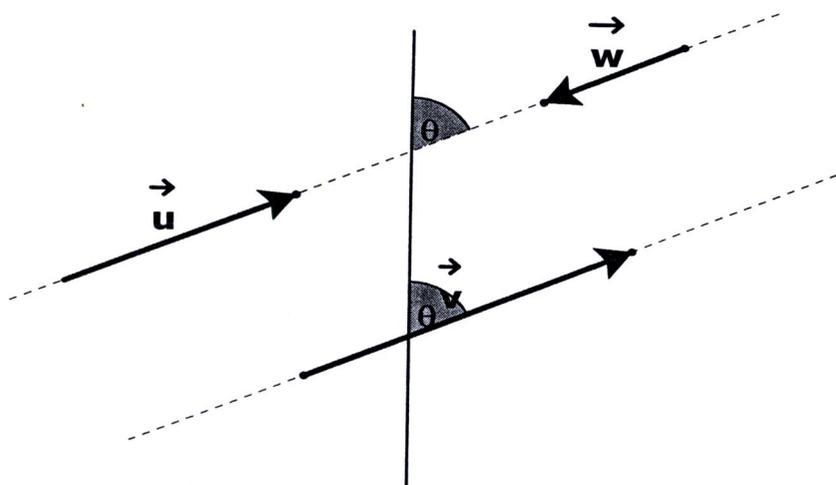
ตารางที่ 3 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.2 นิยามของเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
คำสั่งข้อที่ 6 ให้นักศึกษาทำ โจทย์คือชายคนหนึ่งเดินทาง ไปทางทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือเป็น ระยะทาง 3 กิโลเมตรจากนั้น เดินทางต่อไปทางทิศ $315^{\circ}$ เป็นระยะทาง 3 กิโลเมตร ชาย คนนี้อยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นกี่ กิโลเมตรและอยู่ในทิศทางใดของจุดเริ่มต้น		-นักศึกษาเขียน เวกเตอร์แทนการ เดินทาง แต่ไม่ สามารถคำนวณหา ระยะห่างจาก จุดเริ่มต้นและบอก ทิศทางได้	-นักศึกษาเขียน เวกเตอร์แทนการ เดินทาง และ สามารถ คำนวณหา ระยะห่างจากจาก จุดเริ่มต้นและ บอกทิศทางได้

### กิจกรรมที่ 1.3

เวกเตอร์ที่ขนานกัน

จงพิจารณาความสัมพันธ์ของเวกเตอร์  $u$ ,  $v$  และ  $w$



ภาพที่ 3 แสดงหน้าจอคอมพิวเตอร์ กิจกรรมที่ 1.3 และหน้าที่ 1

ตารางที่ 4 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 1.3 นิยามของเวกเตอร์

กิจกรรม	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
คำสั่งข้อที่ 1 เปิดไฟล์ “นิยาม_กิจกรรมที่ 3.gsp” หน้าที่ 1 ให้นักศึกษาปรับเปลี่ยนขนาดของเวกเตอร์ $u$ , $v$ และ $w$ โดยคลิกที่จุดเริ่มต้นหรือจุดสิ้นสุดของเวกเตอร์แล้วลากให้มีขนาดตามต้องการ	-	-	-

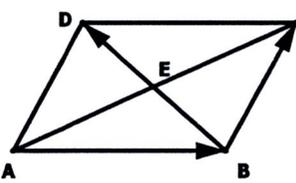
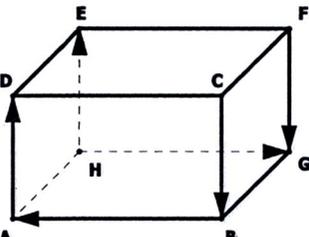
ตารางที่ 4 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 1.3 นิยามของเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
และคลิกที่ส่วนของเส้นตรง (เส้นประ) เพื่อปรับระยะห่างระหว่างเส้นคู่ขนาน			
คำสั่งข้อที่ 2 ให้นักศึกษาบอกความสัมพันธ์ระหว่างเวกเตอร์ $\vec{u}$ , $\vec{v}$ และ $\vec{w}$ แล้วจัดกลุ่มความสัมพันธ์ที่เหมือนกัน	-สังเกตว่า $\vec{u}$ และ $\vec{v}$ ขนานกันมีทิศเดียวกันแต่ไม่เท่ากัน $\vec{u}$ และ $\vec{w}$ อยู่เส้นตรงเดียวกัน แต่มีทิศทางตรงข้ามกัน $\vec{v}$ และ $\vec{w}$ ขนานกัน แต่มีทิศทางตรงข้ามกัน	-	-
คำสั่งข้อที่ 3 ให้นักเรียนบอกความหมายของเวกเตอร์ที่ขนานกัน และจำแนกเวกเตอร์ที่ขนานกันออกเป็นกี่ลักษณะ	-	-เวกเตอร์ที่ขนานกันเป็นเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกันหรือทิศตรงข้ามกัน	-
คำสั่งข้อที่ 4 เปิดหน้าที่ 2 เกี่ยวกับเวกเตอร์ที่เท่ากัน ให้นักศึกษาปรับเปลี่ยนขนาดของเวกเตอร์ $\overline{AB}$ และ $\overline{CD}$ โดยคลิกเมาส์ที่จุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด หรือส่วนของเส้นตรงที่แทนเวกเตอร์แล้วลากไปยังตำแหน่งที่ต้องการ จงพิจารณาความสัมพันธ์	เมื่อใช้เมาส์คลิกจุดสิ้นสุดของ $\overline{AB}$ หรือ $\vec{u}$ ลากเห็นว่า $\overline{CD}$ จะเคลื่อนย้ายไปตาม $\overline{AB}$ และเลื่อน $\overline{AB}$ หรือ $\overline{CD}$ เข้าหากันจะทับกันสนิทพอดี แต่ไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของ $\overline{AB}$ และ $\overline{CD}$ ได้	-สามารถบอกความสัมพันธ์ของ $\overline{AB}$ และ $\overline{CD}$ ว่าเป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากันและมีทิศทางไปทางเดียวกัน	

ตารางที่ 4 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 1.3 นิยามของเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
ของเวกเตอร์ $\overline{AB}$ และ $\overline{CD}$			
คำสั่งข้อที่ 5 ความสัมพันธ์ในข้อ 4 กล่าวได้ว่า $\overline{AB}$ เท่ากับ $\overline{CD}$ ( $\overline{AB} = \overline{CD}$ ) จงให้ความหมายของเวกเตอร์ที่เท่ากัน $\overline{AB}$ เท่ากับ $\overline{CD}$ ( $\overline{AB} = \overline{CD}$ )		-เวกเตอร์ที่เท่ากัน เป็นเวกเตอร์ที่มีทิศทางเดียวกัน และมีขนาดเท่ากัน	
คำสั่งข้อที่ 6 เปิดหน้าที่ 3 เกี่ยวกับนิเสธของเวกเตอร์ ให้นักศึกษาปรับเปลี่ยนขนาดของเวกเตอร์ $\overline{AB}$ และ $\overline{DC}$ โดยคลิกเมาส์ที่จุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด หรือ ส่วนของเส้นตรงที่แทนเวกเตอร์ แล้วลากไปยังตำแหน่งที่ต้องการ จงพิจารณาความสัมพันธ์ของเวกเตอร์ $\overline{AB}$ และ $\overline{DC}$	-ปฏิบัติตามคำสั่งได้ และบอกความสัมพันธ์ระหว่าง $\overline{AB}$ และ $\overline{DC}$ ว่ามีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้ามกัน		
คำสั่งข้อที่ 7 จากความสัมพันธ์ในข้อ 6 กล่าวได้ว่า $\overline{AB}$ และ $\overline{DC}$ เป็นนิเสธซึ่งกันและกัน โดยที่ $\overline{AB} = -\overline{DC} = \overline{CD}$ จงให้ความหมายของ “นิเสธของ $\vec{n}$ ”		- บอกนิยามของนิเสธของ $\vec{n}$ ว่า “เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับ $\vec{n}$ แต่มีทิศทางตรงข้ามกับ $\vec{n}$ ”	

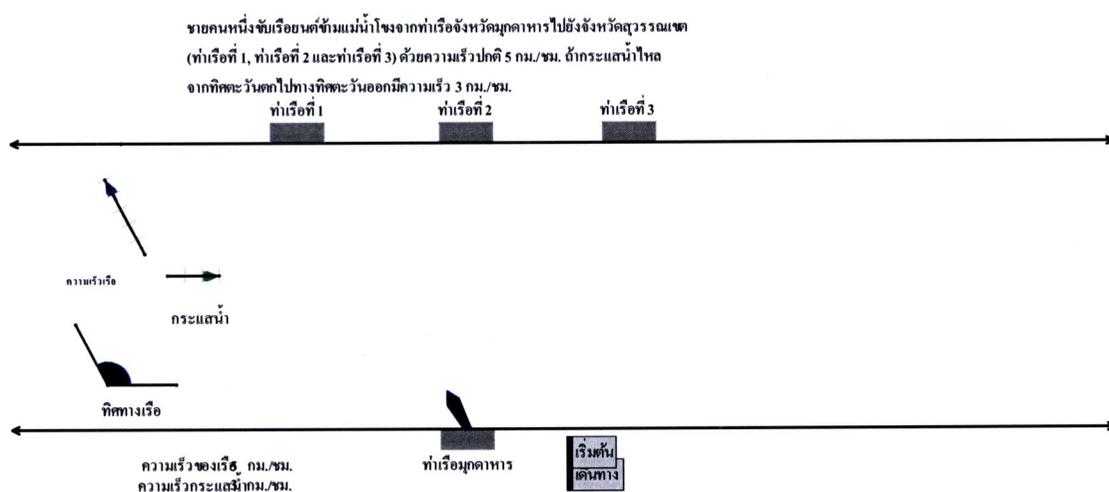
ตารางที่ 4 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1.3 นิยามของเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
คำสั่งข้อที่ 8 ถ้า $\vec{n}$ แทนการเดินทาง 300 กิโลเมตร ไปทางทิศ $075^\circ$ จงบรรยายการเดินทางที่แทนด้วย $-\vec{n}$		-สามารถบรรยายการเดินทางที่แทนด้วย $-\vec{n}$ ว่า “มีทิศทางไปทางทิศ $225$ องศา เป็นระยะทาง 300 กิโลเมตร”	
คำสั่งข้อที่ 9 ให้ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน จากรูปจงหาเวกเตอร์ที่เท่ากับเวกเตอร์ที่กำหนดให้  1) $\vec{AB}$ 2) $\vec{AE}$ 3) $\vec{BC}$ 4) $\vec{ED}$		-นักศึกษาสามารถเขียนเวกเตอร์ที่เท่ากับเวกเตอร์ที่กำหนดให้คือ $\vec{AB} = \vec{DC}$ $\vec{AE} = \vec{EC}$ $\vec{BC} = \vec{AD}$ $\vec{ED} = \vec{BE}$	
คำสั่งข้อที่ 10 ให้ ABCDEFGH เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จงหา 		-นักศึกษาสามารถเขียนคำตอบเวกเตอร์เวกเตอร์ที่ขนานกันมี $\vec{AB} \text{ ขนาน } \vec{DC}$ $\vec{DC} \text{ ขนาน } \vec{EF}$ $\vec{BG} \text{ ขนาน } \vec{AH}$	

ตารางที่ 4 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 1.3 นิยามของเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
1) เวกเตอร์ที่ขนานกัน 3 คู่ 2) เวกเตอร์ที่เท่ากัน 3 คู่ 3) เวกเตอร์ที่เป็นนิเสธซึ่งกันและกัน 3 คู่		-เวกเตอร์ที่เท่ากันมี $\vec{HG} = \vec{EF}, \vec{DE} = \vec{CA}$ $\vec{AD} = \vec{BC}$ -เวกเตอร์ที่เป็นนิเสธซึ่งกันและกันมี $\vec{AB}$ ตรงข้ามกับ $\vec{CD}$ $\vec{BG}$ ตรงข้ามกับ $\vec{HA}$ $\vec{DE}$ ตรงข้ามกับ $\vec{FC}$	

### กิจกรรมที่ 2.1



ภาพที่ 4 แสดงหน้าจอกอมพิวเตอร์ กิจกรรมที่ 2.1 และหน้าที่ 1

ตารางที่ 5 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 2.1 การบวกและการลบเวกเตอร์

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
คำสั่งข้อที่ 1. เปิดเพิ่มชื่อ "การบวกและลบเวกเตอร์.gsp" หน้าที่ 2	-	-	-
คำสั่งข้อที่ 2 ให้นักศึกษาปรับความเร็วของเรือ ความเร็วของกระแสน้ำ และทิศทางของเรือ เพื่อให้เรือขึ้นฝั่งที่ทำเรือที่ 1 ทำเรือที่ 2 และทำเรือที่ 3 แล้วสรุปวิธีการกำหนดว่าจะหันหัวเรือไปในทิศทางใดเรือจึงจะขึ้นฝั่งที่ทำเรือที่ต้องการ จงอธิบายพร้อมเขียนรูปประกอบ	-นักศึกษาสามารถปรับความเร็วของเรือ ความเร็วของกระแสน้ำ และทิศทางของเรือ และเมื่อคลิกปุ่ม <b>เดินทาง</b> ทำให้เรือขึ้นฝั่งที่ทำเรือที่ 1, 2 และ 3 ได้ แต่ไม่สามารถอธิบายวิธีการกำหนดทิศทางของเรือ เพื่อให้ขึ้นฝั่งที่ทำเรือที่ต้องการได้	-นักศึกษาสามารถอธิบายวิธีการกำหนดทิศทางของเรือ เพื่อให้ขึ้นฝั่งที่ทำเรือที่ต้องการได้	
คำสั่งข้อที่ 3. เปิดหน้าที่ 3 ให้นักศึกษาคlickปุ่ม [การบวกโดยใช้สามเหลี่ยม] แล้วพิจารณาเกี่ยวกับการบวกเวกเตอร์สองเวกเตอร์โดยใช้สามเหลี่ยม			

ตารางที่ 5 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 2.1 การบวกและการลบเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
(นักศึกษาสามารถเปลี่ยนขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ $\vec{u}$ และ $\vec{v}$ โดยคลิกที่ปุ่ม [เริ่มต้น] เพื่อซ่อนเวกเตอร์แสดงการบวก แล้วปรับขนาดและทิศทางของเวกเตอร์โดยคลิกที่จุดเริ่มต้นหรือจุดสิ้นสุดของเวกเตอร์ แล้วลากไปยังตำแหน่งที่ต้องการ)			
คำสั่งข้อที่ 4. ให้ นักศึกษาสรุปวิธีการหาผลบวกของเวกเตอร์ $\vec{u} + \vec{v}$ โดยใช้สามเหลี่ยม	-นักศึกษาปฏิบัติตามคำชี้แจงในหน้าที่ 3 ได้ แต่ไม่สามารถสรุปวิธีการหาผลบวกของ $\vec{u} + \vec{v}$ โดยใช้สามเหลี่ยมได้	-นักศึกษาปฏิบัติตามคำชี้แจงในหน้าที่ 3 ได้ และสามารถสรุปวิธีการหาผลบวกของ $\vec{u} + \vec{v}$ โดยใช้สามเหลี่ยมได้ เช่น เขียนเวกเตอร์ $\vec{u}$ ที่จุดสิ้นสุดของ $\vec{u}$ เป็นจุดเริ่มต้นของ $\vec{v}$ เขียนเวกเตอร์ $\vec{v}$ แล้ว $\vec{u} + \vec{v}$ เป็นเวกเตอร์ที่มีจุดเริ่มต้นที่จุดเริ่มต้นของ $\vec{u}$ และจุดสิ้นสุดที่จุดสิ้นสุดของ $\vec{v}$	

ตารางที่ 5 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 2.1 การบวกและการลบเวกเตอร์ (ต่อ)

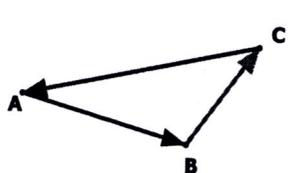
กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
คำสั่งข้อที่ 5. ให้นักศึกษาคลิกปุ่ม [การบวกโดยใช้สามเหลี่ยม] และปุ่ม [การบวกโดยใช้สี่เหลี่ยมด้านขนาน] แล้วพิจารณาเกี่ยวกับการบวกเวกเตอร์สองเวกเตอร์โดยใช้สี่เหลี่ยมด้านขนาน (นักศึกษาสามารถเปลี่ยนขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ $\vec{u}$ และ $\vec{v}$ โดยคลิกที่ปุ่ม [เริ่มต้น] เพื่อซ่อนเวกเตอร์แสดงการบวก แล้วปรับขนาดและทิศทางของเวกเตอร์โดยคลิกที่จุดเริ่มต้นหรือจุดสิ้นสุดของเวกเตอร์แล้วลากไปยังตำแหน่งที่ต้องการ)	-	-	-
คำสั่งข้อที่ 6. ให้นักศึกษาสรุปวิธีการหาผลบวกของเวกเตอร์ $\vec{u} + \vec{v}$ โดยใช้สี่เหลี่ยมด้านขนาน	- นักศึกษาปฏิบัติตามคำชี้แจงในหน้าที่ 3 ได้ แต่ไม่สามารถสรุปวิธีการหาผลบวกของ $\vec{u} + \vec{v}$ โดยใช้สี่เหลี่ยมได้	- นักศึกษาปฏิบัติตามคำชี้แจงในหน้าที่ 3 ได้ และสามารถสรุปวิธีการหาผลบวกของ $\vec{u} + \vec{v}$ โดยใช้สี่เหลี่ยมได้	



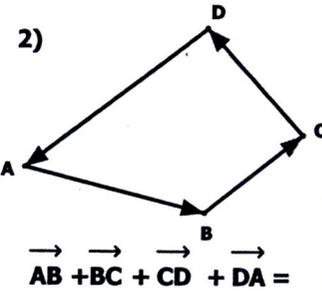
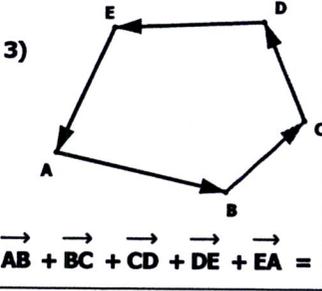
ตารางที่ 5 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 2.1 การบวกและการลบเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
	-นักเรียนปฏิบัติตามคำชี้แจงในหน้าที่ 4 ได้ แต่ไม่สามารถสรุปวิธีการหาผลบวกเวกเตอร์มากกว่าสองเวกเตอร์ได้		
คำสั่งข้อที่ 7. เปิดหน้าที่ 4 ให้นักศึกษาศึกษาการบวกเวกเตอร์มากกว่าสองเวกเตอร์ แล้วสรุปวิธีแสดงการบวกของเวกเตอร์ที่มากกว่า 2 เวกเตอร์		-นักเรียนปฏิบัติตามคำชี้แจงในหน้าที่ 4 ได้ และสามารถสรุปวิธีการหาผลบวกเวกเตอร์มากกว่าสองเวกเตอร์ได้ เช่น เขียนเวกเตอร์ทั้งสองให้มีจุดเริ่มต้นที่จุดเดียวกันแล้วสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานเวกเตอร์ผลบวก คือ เวกเตอร์ที่อยู่ในแนวเส้นทแยงมุมของสี่เหลี่ยมด้านขนาน โดยมีจุดเริ่มต้นอยู่ที่จุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ที่กำหนด	

ตารางที่ 5 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 2.1 การบวกและการลบเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
คำสั่งข้อที่ 8. เปิดหน้าที่ 5 ให้นักศึกษาหาผลบวกของเวกเตอร์ที่กำหนดให้	-	-	-
คำสั่งข้อที่ 9. ให้นักศึกษากำหนดเวกเตอร์ขึ้นมาแล้วแสดงการบวกของเวกเตอร์ทั้งหมด	-นักศึกษาสามารถหาคำตอบของเวกเตอร์ได้	-เมื่อกำหนดเวกเตอร์ 3 เวกเตอร์เช่น $\vec{AB}$ , $\vec{BC}$ และ $\vec{CD}$ การบวกโดยการนำเอาจุดต้นต่อใส่จุดปลายต่อกันจะได้ผลบวกเวกเตอร์ $\vec{AD} + \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} = \vec{0}$	
คำสั่งข้อที่ 10. ให้นักศึกษาเปิดหน้าที่ 6 แล้วหาผลบวกของเวกเตอร์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้  1)  $\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CA} =$		-นักศึกษาสามารถหาผลบวกของเวกเตอร์ที่กำหนดให้ได้เช่น 1. $\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CA} = \vec{0}$ 2. $\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} + \vec{DA} = \vec{0}$ 3. $\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} + \vec{DE} + \vec{EA} = \vec{0}$	

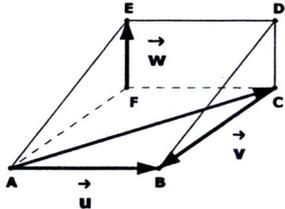
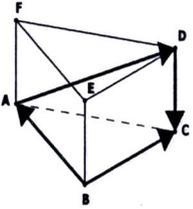
ตารางที่ 5 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 2.1 การบวกและการลบเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
<p>2)</p>  <p>3)</p> 			
<p>คำสั่งข้อที่ 11. ผลบวกของเวกเตอร์ในข้อที่ 10 เรียกว่า”เวกเตอร์ศูนย์” เช่น <math>\vec{AA}, \vec{BB}, \dots</math> หรือเขียนแทนด้วย <math>\vec{0}</math> จงให้ความหมายของเวกเตอร์ศูนย์</p>	<p>-เวกเตอร์ศูนย์ คือเวกเตอร์ที่เกิดจากเวกเตอร์หลายๆเวกเตอร์บวกกันมีลักษณะวนรอบ</p>	<p>-เวกเตอร์ศูนย์คือเวกเตอร์ที่มีจุดต้นและจุดสิ้นสุดอยู่จุดเดียวกันหรือเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่า <math>\vec{0}</math></p>	

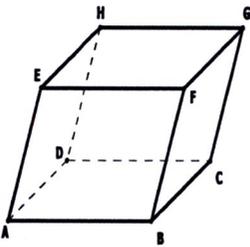
ตารางที่ 5 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 2.1 การบวกและการลบเวกเตอร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
คำสั่งข้อที่ 12. เปิดหน้าที่ 7 ให้นักศึกษาทำการศึกษานิยามของการลบเวกเตอร์ โดยคลิกปุ่ม [บทนิยาม] ปุ่ม $[\bar{u} + (-\bar{v})]$ และปุ่ม $[\bar{u} - \bar{v}]$ นักศึกษาสามารถปรับเปลี่ยนขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ โดยคลิกปุ่ม [เริ่มต้น] แล้วคลิกที่จุดเริ่มต้นหรือจุดสิ้นสุดของเวกเตอร์แล้วลากไปในตำแหน่งที่ต้องการ			
คำสั่งข้อที่ 13. ให้นักศึกษาสรุปข้อสังเกตเกี่ยวกับการลบเวกเตอร์	-การลบเวกเตอร์เป็นการบวกเวกเตอร์ตัวตั้งกับนิเสธของเวกเตอร์ตัวลบ เช่น $\bar{u} - \bar{v} = \bar{u} + (-\bar{v})$	- การลบเวกเตอร์ทำได้โดยการเขียนเวกเตอร์ตัวตั้งและตัวลบให้มีจุดเริ่มต้นที่จุดเดียวกัน เวกเตอร์ที่เป็นผลลบ คือเวกเตอร์ที่เชื่อมจุดปลายของเวกเตอร์ทั้งสองและมีทิศทางชี้ไปทางเวกเตอร์ตัวตั้ง	

ตารางที่ 6 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรม  
การเรียนรู้ ที่ 2.2 การบวกและการลบเวกเตอร์

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
คำสั่งข้อที่ 1 เปิดเพิ่ม “บวกและลบเวกเตอร์” กิจกรรมที่ 2.gsp”	-	-	-
คำสั่งข้อที่ 2 จากรูป จงหา $\overline{AC}$ , $\overline{AD}$ และ $\overline{BE}$ ใน รูปของ $\vec{u}$ , $\vec{v}$ และ $\vec{w}$		<p>-เขียนคำตอบของ เวกเตอร์คือ</p> $\vec{AC} = \vec{AB} + \vec{BC}$ $= \vec{u} + (-\vec{v})$ $\vec{AD} = \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD}$ $= \vec{u} - \vec{v} + \vec{w}$ $\vec{BE} = \vec{BF} + \vec{FE}$ $= \vec{BA} + \vec{AF}$ $= -\vec{u} - \vec{v}$ <p>ดังนั้น <math>\vec{BE} = -\vec{u} - \vec{v}</math> + <math>\vec{w}</math></p>	
คำสั่งข้อที่ 3. กำหนด ABCDEF เป็นทรง สามเหลี่ยม จงเขียน $\overline{AD}$ , $\overline{FD}$ , $\overline{BD}$ และ $\overline{FC}$ ในรูปของ $\vec{u}$ , $\vec{v}$ และ $\vec{w}$		<p>-นักศึกษาเขียนคำตอบ ของเวกเตอร์</p> $\vec{AD} = \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} =$ $-\vec{u} + \vec{v} - \vec{w}$ $\vec{FD} = \vec{FE} + \vec{ED} = -\vec{u} + \vec{v}$ $\vec{BD} = \vec{BC} + \vec{CD} = \vec{v} - \vec{w}$ $\vec{FC} = \vec{FD} + \vec{DC} =$ $\vec{v} - \vec{u} + \vec{w}$	

ตารางที่ 6 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรม  
การเรียนรู้ ที่ 2.2 การบวกและการลบเวกเตอร์ (ต่อ)

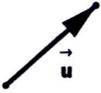
กิจกรรม	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
<p>คำสั่งข้อที่ 4 จากทรงสี่เหลี่ยมด้านขนาน จากทรงสี่เหลี่ยมด้านขนาน</p> <p>→ → 1. <math>AC - AH</math></p> <p>→ → → 2. <math>(AB + BD) - AF</math></p> <p>→ → → 3. <math>(BC - BA) - AG</math></p> <p>→ → → 4. <math>(DE - DC) + FG</math></p> 		<p>-นักศึกษาเขียนคำตอบของเวกเตอร์</p> <p>1. <math>\vec{AC} - \vec{AH} = \vec{AB} + \vec{BC} - (\vec{AD} + \vec{DH})</math></p> <p><math>= \vec{DC} + \vec{DH} = \vec{HC}</math></p> <p>ดังนั้น <math>\vec{AC} - \vec{AH} = \vec{HC}</math></p> <p>2. <math>(\vec{AB} + \vec{BD}) - \vec{AF}</math></p> <p><math>= \vec{AD} - \vec{AF} = \vec{FD}</math></p> <p>3. <math>(\vec{BC} - \vec{BA}) - \vec{AG}</math></p> <p><math>= \vec{AC} - \vec{AG} = \vec{GC}</math></p> <p>4. <math>(\vec{DE} - \vec{DC}) + \vec{FG}</math></p> <p>จาก</p> <p><math>\vec{DE} - \vec{DC} = \vec{DE} + \vec{CD}</math></p> <p><math>= \vec{CE}</math></p> <p>เราได้</p> <p><math>(\vec{DE} - \vec{DC}) + \vec{FG}</math></p> <p><math>= \vec{CE} + \vec{FG}</math></p> <p>แต่ว่า <math>\vec{FG} = \vec{EH}</math></p> <p><math>(\vec{DE} - \vec{DC}) + \vec{FG}</math></p> <p><math>= \vec{CE} + \vec{EH} = \vec{CH}</math></p> <p>แสดงว่า</p> <p><math>(\vec{DE} - \vec{DC}) + \vec{FG} = \vec{CH}</math></p>	

### กิจกรรมที่ 3.1

กำหนด  $\vec{u}$  เป็นเวกเตอร์ใด ๆ ในระนาบ และ  $m$  เป็นจำนวนจริงใด ๆ

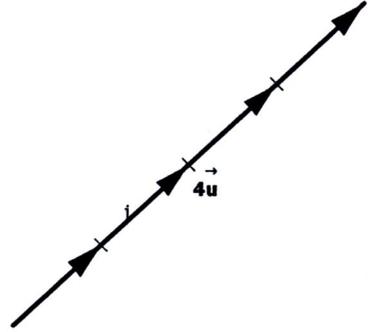
$$\text{ถ้า } a = 4$$

พิจารณาเวกเตอร์  $4\vec{u}$



เวกเตอร์  $m\vec{u}$

เริ่มต้น



แบ่งส่วนของเส้นตรง  $AB$  ออกเป็น 8 ส่วนเท่า ๆ กัน จุด  $C$  แบ่ง  $AB$  ออกเป็นอัตราส่วน 5:3

ส่วนแบ่งของ  $AB = 8$

ส่วนแบ่งของ  $AC = 5$



$$\vec{AC} = ?\vec{AB} \quad \text{และ} \quad \vec{CB} = ?\vec{AB}$$

$$\text{จากรูปจะได้ } \frac{|\vec{AC}|}{|\vec{AB}|} = \frac{5}{8}$$

$$|\vec{AC}| = \frac{5}{8}|\vec{AB}|$$

$$\text{ดังนั้น } \vec{AC} = \frac{5}{8}\vec{AB}$$

ภาพที่ 5 แสดงหน้าจอกอมพิวเตอร์ กิจกรรมที่ 3.1 และหน้าที่ 2 และ 3

ตารางที่ 7 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 3.1 การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
<p>คำสั่งข้อที่ 1 เปิดไฟล์ “การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์.gsp” หน้าที่ 2 ให้นักศึกษาปรับเปลี่ยนค่า <math>a</math> โดยคลิกที่อักษร <math>a</math> แล้วใช้ปุ่ม <math>[+]</math> หรือ <math>[-]</math> ในการเพิ่มหรือลดค่าของ <math>a</math> ให้สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างเวกเตอร์ <math>\vec{u}</math> กับ <math>a\vec{u}</math> และเขียนข้อสรุปเกี่ยวกับเวกเตอร์ <math>a\vec{u}</math> นักศึกษาสามารถปรับเปลี่ยนขนาดและทิศทางของเวกเตอร์ <math>\vec{u}</math> โดยคลิกปุ่ม [เริ่มต้น] แล้วคลิกจุดเริ่มต้นหรือจุดสิ้นสุดของเวกเตอร์แล้วลากไปยังตำแหน่งที่ต้องการ</p> <p>1) <math>5\vec{u}</math> หมายถึง</p>	<p>- นักศึกษาปรับค่า <math>a</math> ให้เท่ากับ 5 และให้ความหมายของ <math>5\vec{u}</math> คือเวกเตอร์ที่เกิดจาก</p>	<p>- นักศึกษากดปุ่ม <math>[+]</math> หรือปุ่ม <math>[-]</math> ทำซ้ำไปซ้ำมาหลายครั้งปรับเปลี่ยนค่า <math>a</math> และเขียนความหมายของเวกเตอร์ <math>5\vec{u}</math> หมายถึง</p>	

ตารางที่ 7 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 3.1 การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
2) กำหนดให้ $a$ เป็นจำนวนจริงใด ๆ จงให้ข้อสรุปเกี่ยวกับเวกเตอร์ $a\vec{u}$	<p>การเขียนเวกเตอร์ <math>\vec{u}</math> ต่อกัน 5 เวกเตอร์</p> <p>-นักศึกษาไม่สามารถให้ข้อสรุปเป็นกรณีทั่วไปได้ แต่ยกยกตัวอย่าง เช่น <math>5\vec{u}</math> เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดเป็น 5 เท่าของเวกเตอร์ <math>\vec{u}</math> และมีทิศทางเดียวกัน หรือ <math>-2\vec{u}</math> เป็นเวกเตอร์ที่มีขนาดเป็น 2 เท่าของ <math>\vec{u}</math> แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกับ <math>\vec{u}</math></p>	<p>เวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับ 5 เท่าของขนาดของเวกเตอร์ <math>\vec{u}</math> และมีทิศทางเดียวกันกับ <math>\vec{u}</math></p> <p>-นักศึกษาเขียนข้อสรุปเกี่ยวกับเวกเตอร์ <math>a\vec{u}</math> คือเวกเตอร์ที่มีขนาดเท่ากับ <math> a </math> เท่าของขนาดของเวกเตอร์ <math>\vec{u}</math> โดยที่</p> <p>-ถ้าค่า <math>a &gt; 0</math> แล้ว <math>a\vec{u}</math> มีทิศทางเดียวกันกับ <math>\vec{u}</math></p> <p>-ถ้า <math>a &lt; 0</math> แล้ว <math>a\vec{u}</math> มีทิศทางตรงกันข้ามกับ <math>\vec{u}</math></p> <p>-ถ้า <math>a = 0</math> แล้ว <math>a\vec{u} = \vec{0}</math></p>	

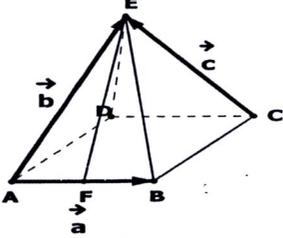
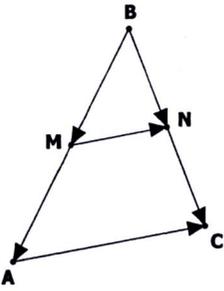
ตารางที่ 7 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 3.1 การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
คำสั่งที่ 2 เปิดหน้าที่ 3 ถ้าจุด C แบ่งส่วนของเส้นตรง AB ออกเป็นส่วนที่เท่ากันตามจำนวนที่ต้องการ โดยการคลิกที่ ส่วนแบ่งของ AB และ ส่วนแบ่งของ AC แล้วใช้ปุ่ม [+] หรือ [-] เพื่อเพิ่มหรือลดค่า แล้วเติมตารางที่กำหนดให้ ให้สมบูรณ์	- นักศึกษาคlickที่ ปุ่ม ส่วนแบ่งของ AB และ ส่วนแบ่งของ AC แล้วใช้ ปุ่ม [+] หรือ [-] เพื่อเพิ่มหรือลดค่า และสามารถเติมข้อความลงใน ตารางที่กำหนดให้ ได้		
คำสั่งที่ 3 เปิดหน้าที่ 4 ถ้า จุด C แบ่งส่วนของเส้นตรง AB ออกเป็นส่วนที่เท่ากัน ตามจำนวนที่ต้องการ โดยการคลิกที่ ส่วนแบ่งของ AB และ ส่วนแบ่งของ AC แล้ว ใช้ปุ่ม [+] หรือ [-] เพื่อเพิ่มหรือลดค่า แล้วเติมตารางที่กำหนดให้ ให้สมบูรณ์	- นักศึกษาคlickที่ ปุ่ม ส่วนแบ่งของ AB และ ส่วนแบ่งของ AC แล้วใช้ ปุ่ม [+] หรือ [-] เพื่อเพิ่มหรือลดค่า และเติมข้อความลงในตารางที่ กำหนดให้ ได้		

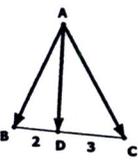
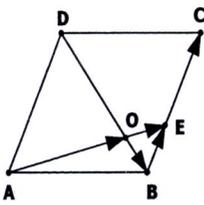
ตารางที่ 8 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรม  
การเรียนรู้ ที่ 3.2 การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์

กิจกรรม	การแสดงผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
คำสั่งข้อที่ 1 เปิดไฟล์ “การคูณ เวกเตอร์ด้วยสเกลาร์.gsp” หน้า ที่ 1 ให้นักศึกษาทำการศึกษาสมบัติ ของการคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์	-	-	-
คำสั่งข้อที่ 2 เปิดหน้าที่ 2 ให้ นักศึกษาทำการศึกษาทฤษฎีบท เกี่ยวกับการคูณเวกเตอร์ด้วย สเกลาร์	-	-	-
คำสั่งข้อที่ 3 กำหนดให้ $\vec{u}$ ขนาน กับ $\vec{v}$ และมีทิศทางตรงข้ามกัน ถ้า $7\vec{u} + (2x - 4)\vec{v} = \frac{500}{7}\vec{u} + \frac{2}{3}\vec{v}$ แล้วค่าของ $x$ มีค่าเท่าใด			- นักศึกษาสามารถใช้ ความรู้เกี่ยวกับ เวกเตอร์หาค่าของ $x$ ได้
คำสั่งข้อที่ 4 ถ้า $\vec{u}$ และ $\vec{v}$ ไม่ ขนานกัน กำหนดให้ $\vec{w} = (a + 4b)\vec{u} + (2a + b + 1)\vec{v}$ และ $\vec{s} = (b - 2a + 2)\vec{u} + (2a - 3b - 1)\vec{v}$ แล้ว $3\vec{w} = 2\vec{s}$ แล้ว $a$ และ $b$ มีค่า			- นักศึกษาสามารถใช้ ความรู้เกี่ยวกับ เวกเตอร์หาค่าของ $a$ และ $b$ ได้

ตารางที่ 8 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ 3.2 การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
<p>คำสั่งข้อที่ 5 จากรูป ABCDEF เป็นพีระมิดตรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ถ้ากำหนด <math>\overline{AB} = \vec{a}, \overline{AE} = \vec{b}</math> และ <math>\overline{CE} = \vec{c}</math> แล้วจงเขียนเวกเตอร์ต่อไปนี้ให้อยู่ในรูปของ <math>\vec{a}, \vec{b}</math> และ <math>\vec{c}</math></p>  <p>1) <math>\overline{BC}</math>                      2) <math>\overline{EF}</math></p>			-นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์แก้ปัญหาโจทย์ที่กำหนดให้ได้
<p>คำสั่งข้อที่ 6 จงแสดงว่าส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมต่อบุคคลกึ่งกลางของด้านสองด้านของรูปสามเหลี่ยมใด ๆ ย่อมยาวเป็นครึ่งหนึ่งของด้านที่สามและขนานกับด้านที่สาม</p> 			-นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์แก้ปัญหาโจทย์ที่กำหนดให้ได้

ตารางที่ 8 ตารางแสดงลักษณะความเข้าใจจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนตามกิจกรรม  
การเรียนรู้ ที่ 3.2 การคูณเวกเตอร์ด้วยสเกลาร์ (ต่อ)

กิจกรรม	การแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน		
	Action Conceptual Understanding	Process Conceptual Understanding	Structural Conceptual Understanding
<p>คำสั่งข้อที่ 7 จากรูปสามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยมใด ๆ จุด D แบ่ง BC ตามอัตราส่วน <math> \overline{BD}  :  \overline{DC}  = 2 : 3</math> และถ้า <math>\overline{AB} = \vec{u}</math> และ <math>\overline{AC} = \vec{v}</math> จงเขียน <math>\overline{AD}</math> ในรูปของ <math>\vec{u}</math> และ <math>\vec{v}</math></p> <p>จากรูปสามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยมใด ๆ จุด D แบ่ง BC ตามอัตราส่วน <math> \overline{BD}  :  \overline{DC}  = 2 : 3</math> และถ้า <math>\overline{AB} = \vec{u}</math> และ <math>\overline{AC} = \vec{v}</math> จงเขียน <math>\overline{AD}</math> ในรูปของ <math>\vec{u}</math> และ <math>\vec{v}</math></p> 			- นักศึกษาสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์แก้ปัญหาโจทย์ที่กำหนดให้ได้
<p>คำสั่งข้อที่ 8 ให้ ABCD เป็นสี่เหลี่ยมด้านขนานดังรูป และให้ <math>\overline{BE} = \frac{1}{3}\overline{BC}</math>, <math>\overline{AO} = a\overline{AE}</math> และ <math>\overline{OB} = b\overline{DB}</math> แล้ว a และ b มีค่าเท่าใด</p> 			- นักศึกษาสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์แก้ปัญหาโจทย์ที่กำหนดให้ได้

