

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R.
ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
เมษายน 2557

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R.
ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

เมษายน 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R.
ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
เมษายน 2557

วนิดา แยมยีนสุข. (2557). ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร. สายัณห์ โสระโร.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ (1) ศึกษาความสามารถในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล และ (2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โดยการสุ่มแบบเกาะกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และคัดเลือกนักเรียนที่สอบวัดความรู้พื้นฐานผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป จำนวน 30 คน ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาสอนทั้งหมด 10 คาบเรียน เมื่อสิ้นสุดการสอนแล้วผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

ผลการวิจัยพบว่า (1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สามารถผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 สรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (2) ความสามารถในการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดและความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางตามกันโดยสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างมากที่สุด ที่ระดับนัยสำคัญ .01

INSTRUCTIONAL ACTIVITY PACKAGE ON GEOMETRIC CONSTRUCTION
BY USING C.a.R. SOFTWARE TO ENHANCE REASONING ABILITY
FOR MATHAYOMSUKSA III STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Master of Education Degree in Mathematics
at Srinakarinwirot University
April 2014

Wanida Yamyunsuk. (2014). *Instructional Activity Package on Geometric Construction by Using C.a.R. Software to Enhance Reasoning Ability for Mathayomsuksa III Students*. Master Thesis, M.Ed. (Mathematics). Bangkok: Graduate School, Srinakarinwirot University. Advisor Committee: Dr.Sayun Sotaro.

The purposes of the study were (1) to study the ability of Mathayomsuksa III students to learn through a Mathematics Instructional Package created by the researcher and (2) to study a correlation between geometrical construction ability and reasoning ability.

The study was conducted during the first semester of the 2013 academic year with Mathayomsuksa III Students at Chulabhorn Science High School Pathumthani. The experimental group consisting of 30 students and that was chosen by using cluster sampling technique. Furthermore the students had to pass to 60% of basic geometrical knowledge test. The researcher taught them a total of 10 periods. At the end of the instruction, an achievement test was given to evaluate their performance on geometric construction.

Results of the study were as follows:

1. More than 60% of the experimental groups passed the instruction at .05 level of significant. This means that Mathayomsuksa III students are able to learn on geometric construction by the instructional activity package on geometric construction by using C.a.R. software to enhance reasoning ability as designed by the researcher.
2. Geometric construction and reasoning abilities had a positive linearly correlated at almost perfect at .01 level of significant.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R.
ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ของ
วนิดา แยมยีนสุข

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2557

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร.สายัณห์ ไสระโร)

.....ประธาน
(อาจารย์ ดร.เสริมศรี ไทยแท้)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.กาญจนา สุจินะพงษ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สายัณห์ ไสระโร)

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย
จาก
ศูนย์ความเป็นเลิศด้านคณิตศาสตร์
ปีการศึกษา 2554 – 2555

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.สายัณห์ โสระโร ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ซึ่งท่าน ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ตลอดจนตรวจ แก้ไขปริญญานิพนธ์เล่มนี้อย่างละเอียดมาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.เสริมศรี ไทยแท้ ที่กรุณาเป็นประธานคณะกรรมการสอบปากเปล่า และอาจารย์ ดร.กาญจนา สุจินะพงษ์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่า รวมทั้งให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย ส่งผลให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ธัญชัย ภูอุดม อาจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสะและ และอาจารย์บุญพล จันทรฝอย ที่ช่วยกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย อีกทั้งให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย ส่งผลให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์และเจ้าหน้าที่ คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน และขอขอบคุณ พี่ๆ และเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สาขา คณิตศาสตร์ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก และเป็นกำลังใจด้วยดี ตลอดระยะเวลาการทำปริญญานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครูโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย จังหวัดปทุมธานี ที่ได้ให้ความสะดวกต่างๆ ในระหว่างดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ที่ได้ให้ความร่วมมือในการวิจัยด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครูโรงเรียนวิสุทธิกษัตริ์ ที่ได้ให้ความสะดวกต่างๆ สำหรับการนำร่องเพื่อพัฒนาเครื่องมือ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวิสุทธิกษัตริ์ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการวิจัยด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ศูนย์ความเป็นเลิศด้านคณิตศาสตร์ ที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษาและทุนการทำวิจัยในครั้งนี้ ตลอดปีการศึกษา 2554 – 2555

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อวิรัช และคุณแม่เชียงม่วย แยมยีนสุข ตลอดจนบุคคลในครอบครัว รวมทั้งญาติมิตรทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจและกำลังใจทรัพย์สินสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดามารดา และครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมเลี้ยงดู ให้ความรู้และความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัย

วนิดา แยมยีนสุข

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	4
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	4
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	4
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	4
ตัวแปรที่ศึกษา	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
สมมติฐานของการวิจัย	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเรขาคณิตและการสร้าง	10
เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนเรขาคณิต	10
เอกสารเกี่ยวกับการสร้าง	11
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต	13
โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต	13
งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมเรขาคณิตสอนคณิตศาสตร์	15
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน	19
ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน	19
ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน	20
องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน	22
ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน	24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน	26
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผล	29
ความหมายของการให้เหตุผล	29
ความสำคัญของการให้เหตุผล	30
ประเภทของการให้เหตุผล	31

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	32
แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผล	34
3 วิธีดำเนินการวิจัย	37
กำหนดประชากร และเลือกกลุ่มตัวอย่าง	37
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	37
การเก็บรวบรวมข้อมูล	45
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	46
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	47
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	54
ความมุ่งหมาย สมมติฐานและวิธีดำเนินการวิจัย	54
ความมุ่งหมายของการวิจัย	54
สมมติฐานของการวิจัย	54
วิธีดำเนินการวิจัย	54
สรุปผลการวิจัย	56
อภิปรายผล	57
ข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัย	61
ข้อเสนอแนะ	62
ข้อเสนอแนะทั่วไป	62
ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย	62
บรรณานุกรม	63
ภาคผนวก	70
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ข้อมูล	71
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	88

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก (ต่อ)	108
ภาคผนวก ค แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล	108
ภาคผนวก ง ตัวอย่างเฉลยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล	140
ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไข ที่กำหนด	177
ภาคผนวก ฉ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไข ที่กำหนด	184
ภาคผนวก ช รายนามผู้เชี่ยวชาญ	194
ประวัติย่อผู้วิจัย	196

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เกณฑ์การตรวจให้คะแนน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ส่วนที่สร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด	6
2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ส่วนที่เขียนอธิบายขั้นตอนการสร้าง	6
3 เกณฑ์การตรวจให้คะแนน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ส่วนที่แสดงความสามารถด้านการให้เหตุผล	7
4 คำร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน จากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	48
5 คำร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	49
6 คำร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถ ในการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	50
7 คำร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้คะแนนความสามารถในการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้าง การให้เหตุผล ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม	51
8 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1.....	51
9 ภาวะการแจกแจงปกติของคะแนน	52
10 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.....	53
11 คะแนนจากการทำใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	72
12 คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้าง ตามเงื่อนไขที่กำหนด ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	74
13 คะแนนความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	76
14 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน	78
15 แสดงค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน สำหรับนักเรียนที่เป็นกลุ่มนำร่อง	80
16 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด	82

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
17 แสดงค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดสำหรับนักเรียนที่เป็นกลุ่มนำร่อง	83
18 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้ระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	84
19 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	84
20 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล	84
21 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนที่ได้จากใบกิจกรรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	85
22 แสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์ข้อมูลจากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS	87

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 บทบาทของครูที่ส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผล	33
2 สารบัญหลัก	40
3 สารบัญย่อย	40
4 ตัวอย่างกิจกรรม	41
5 ตัวอย่างการทำกิจกรรม	58
6 ตัวอย่างแนวคิดที่หลากหลาย	58
7 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	60



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้การคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ได้กำหนดให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันตลอดจนการให้เหตุผล รวมทั้งการมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งได้กำหนดสาระหลักที่จำเป็นในการเรียนคณิตศาสตร์ต่อนักเรียนทุกคน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 10, 56-57) ดังนี้

สาระที่ 1: จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2: การวัด สาระที่ 3: เรขาคณิต สาระที่ 4: พีชคณิต สาระที่ 5: การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6: ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จากสาระข้างต้น พบว่าเนื้อหาทางเรขาคณิตนับว่าเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถนำไปช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่ง่ายและหาคำตอบได้เร็วขึ้น อีกทั้งยังพัฒนาให้นักเรียนมีเหตุผล ทำงานอย่างเป็นระบบ ขั้นตอน และพัฒนาความสามารถด้านการค้นพบ (โกลไพศาล. 2540: 2) อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อวิทยาการในด้านต่างๆ ซึ่งจะเห็นได้จากสิ่งต่างๆ ที่มนุษย์คิดค้นและสร้างขึ้นมาส่วนใหญ่ล้วนแต่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิต เช่น งานด้านก่อสร้าง ระบบบอกตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS) การออกแบบทางวิศวกรรม งานด้านศิลปกรรม เป็นต้น

การสร้างทางเรขาคณิตเป็นเนื้อหาหนึ่งที่นับว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญของเรขาคณิตต่อการนำไปใช้ในวิทยาการด้านต่างๆ และนอกจากนี้ยังเป็นเนื้อหาที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกและพัฒนากระบวนการคิดตามแนวทางของปัญหาที่กำหนด ที่มีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหา ซึ่งการสร้างทางเรขาคณิตเป็นการสร้างรูปเรขาคณิตตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยใช้เพียงสันตรงและวงเวียน ซึ่งโกลไพศาล. (2554: 65) ได้กล่าวว่า การสร้างทางเรขาคณิตเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดและเส้นบนระนาบ จึงทำให้รูปที่ได้จากการสร้างเป็นเพียงตัวแทนของเงื่อนไขทางเรขาคณิตเท่านั้นแม้จะเป็นการสร้างที่ระมัดระวังและรอบคอบเพียงใดก็ตาม ดังนั้นเพื่อความสมเหตุสมผลจึงต้องมีการหาเหตุผลมาอ้างในการพิสูจน์เพื่อยืนยันว่าสิ่งที่สร้างไปนั้นถูกต้อง ซึ่งจะเป็นการเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการให้เหตุผลของนักเรียน และ รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (2554: 16-22) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีงานวิจัยจำนวนมากยืนยันว่าการสอนให้นักเรียนเรียนอย่างเข้าใจและมีเหตุผล เป็นสิ่งที่ดีกว่าการสอนแบบให้จดจำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีมีความสำคัญและเข้ามามีบทบาทต่อการเรียนการสอนมากขึ้น ซึ่งเห็นได้จากสมรรถนะหนึ่งในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่กล่าวถึงความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 7) นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้นั้น จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มาก ซึ่งนักเรียนจะให้ความสนใจต่อการเรียน เนื่องจากไม่น่าเบื่อเหมือนการฟังครูสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว และครูสามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ในการสำรวจเพื่อให้เหตุผลที่จะนำไปสู่การพิสูจน์ได้อีกด้วย (อุปบล กลองกระโทก. 2554: 5) และด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ได้มีการพัฒนาโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มากขึ้น โดยเฉพาะทางด้านเรขาคณิต ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถวัดหาขนาดส่วนของเส้นตรง ส่วนโค้ง และมุมได้อย่างรวดเร็วถูกต้อง รวมทั้งสามารถสร้างรูปเรขาคณิตได้และบางโปรแกรมก็มีการตอบสนองให้นักเรียนทราบเมื่อสร้างถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติบนหน้าจอแล้วพลิก หมุน หรือเลือนรูปในมุมมองต่างๆ นำไปสู่การค้นพบสมบัติต่างๆ ทางเรขาคณิต ทำให้นักเรียนสามารถยืนยันเหตุผลของตนเองได้ และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดจินตนาการในการให้เหตุผล และการเพิ่มพูนความรู้ ซึ่งการเรียนรู้เรขาคณิตในลักษณะดังกล่าวจะทำให้ให้นักเรียนมองสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างมีความหมายมากขึ้น (วรรณวิภา สุทธเกียรติ. 2542: 3-4)

ดังนั้นจากการศึกษาโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตผู้วิจัยได้สนใจในโปรแกรม C.a.R. (Compass and Ruler) ซึ่งเป็นโปรแกรมหนึ่งที่พัฒนาขึ้น โดย ดร.เรอเน่ กรอธมันน์ (Dr. René Grothmann) ชาวเยอรมัน เพื่อใช้สอนคณิตศาสตร์ ซึ่งโปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่อนุญาตให้ใช้และเผยแพร่ได้โดยไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ และมีสมบัติเบื้องต้นของซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่พอเพียง ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เน้นการสร้างรูปเรขาคณิตในลักษณะเดียวกันกับการใช้สันตรงและวงเวียน ซึ่งจะมีความน่าสนใจ สะดวก รวดเร็ว และลองผิดลองถูกได้ เนื่องจากโปรแกรมนี้จะตอบสนองเมื่อนักเรียนสร้างได้ถูกต้องไม่ว่าจะสร้างด้วยวิธีใดก็ตามและไม่จำกัดวิธีการสร้าง อีกทั้งยังสามารถย้อนดูขั้นตอนการสร้างได้เป็นขั้นๆ ทำให้นักเรียนสามารถย้อนกลับไปหาเหตุผลประกอบเพื่อยืนยันว่าสิ่งที่ได้สร้างไปนั้นถูกต้องจริง นอกจากนี้ครูสามารถกำหนดให้นักเรียนทำกิจกรรมได้จากแฟ้มงานแบบ Hypertext Markup Language (HTML) โดยไม่ต้องเปิดผ่านโปรแกรม ซึ่งแฟ้มงานแบบ HTML สามารถจำกัดเครื่องมือการสร้างให้แก่ให้นักเรียนได้และยังคงสมบัติต่างๆ ของโปรแกรมไว้ และโปรแกรม C.a.R. ยังสามารถสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวทำให้นักเรียนได้เห็นความเคลื่อนไหวและการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดีขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำโปรแกรม C.a.R. มาใช้สอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล โดยสร้างเป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งสังเวียนแผนสุพัทธ์ (2552: 5-6) ได้กล่าวไว้ว่าชุดกิจกรรมการเรียนการสอนช่วยอำนวยความสะดวกต่อการเรียนการสอน และเป็นเครื่องมือที่จะช่วยดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปอย่างราบรื่น และ

สะดวกต่อการเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครู และทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่คาดหวัง ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนักเรียนในระดับนี้มีอายุในช่วง 13-15 ปี ซึ่งจะมีรูปแบบของการให้เหตุผลที่เป็นระบบและเริ่มรู้จักอธิบาย เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลและใช้ความคิดมากกว่านักเรียนที่อยู่ในชั้นต่ำกว่า (บุญมา จาริก. 2524: 52-53) นอกจากนี้การให้เหตุผลเพื่อยืนยันการสร้างนั้นต้องอาศัยความรู้ทางเรขาคณิตที่ค่อนข้างมากซึ่งเป็นเนื้อหาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาจนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกที่จะทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาความสามารถในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดตามแนวทางของปัญหาที่กำหนด และการเห็นคุณค่าของวิชาเรขาคณิต รวมทั้งเป็นแนวทางในการสร้างหรือพัฒนาบทเรียนโดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ที่เสริมสร้างการให้เหตุผลในแขนงอื่นๆ ของวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ชื่อว่า C.a.R. ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีการจำลองมาจากเส้นตรงและวงเวียน และจะมีปฏิสัมพันธ์ต่อนักเรียนเมื่อสามารถสร้างได้ถูกต้อง ไม่ว่าจะสร้างด้วยวิธีการใดก็ตาม ซึ่งทำให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดตามแนวทางของปัญหาที่กำหนด และในงานวิจัยนี้ได้มีการส่งเสริมการให้เหตุผลเพื่อยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ทำให้นักเรียนรู้จักนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในกระบวนการพัฒนาการคิดและการให้เหตุผล ตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดไว้ และนักเรียนได้เห็นคุณค่าของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งงานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางหนึ่งที่ครูและบุคลากรทางการศึกษาจะนำไปใช้เพื่อพัฒนาสื่อ

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โดยเลือกนักเรียน 1 ห้องเรียน จากนักเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน จำนวน 30 คน โดยการสุ่มแบบเกาะกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ซึ่งใช้เวลา นอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ โดยใช้เวลาเรียน จำนวน 10 คาบ เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ วัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียน จำนวน 1 คาบ และเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 2 คาบ รวมเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 13 คาบ คาบละ 50 นาที

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหา เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ที่ผู้วิจัยได้เรียบเรียงขึ้น ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

- | | |
|--------------------------------|-------|
| 1. การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด | 8 คาบ |
| 2. การนำไปใช้ | 2 คาบ |

ข้อจำกัดในการวิจัย

1. นักเรียนควรมีความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม C.a.R. และสามารถใช้อย่างคล่องแคล่ว
2. นักเรียนจะต้องสอบวัดความรู้พื้นฐาน ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ตัวแปรตาม คือ

2.1 ความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล

2.2 ความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล

2.3 ความสามารถในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด หมายถึง การสร้างรูปเรขาคณิตตามเงื่อนไขที่กำหนดมาให้ โดยใช้เครื่องมือพื้นฐานในโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต ชื่อว่า C.a.R. (Compass and Ruler or Construct and Rule)

2. โปรแกรม C.a.R. หมายถึง โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต ชื่อ C.a.R. (Compass and Ruler) สามารถสร้างรูปเรขาคณิตในลักษณะเดียวกับการใช้สันตรงและวงเวียน โดยมีเครื่องมือที่เป็นพื้นฐานในการสร้าง โดยนักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้และสามารถย้อนดูขั้นตอนการสร้างทีละขั้นเพื่อหาเหตุผลยืนยันสิ่งที่ได้สร้างไป และเป็นโปรแกรมที่อนุญาตให้ใช้และเผยแพร่ได้โดยไม่เสียค่าลิขสิทธิ์

3. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล หมายถึง ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูและนักเรียนใช้ร่วมกัน โดยครูจะคอยตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และสามารถให้เหตุผลแสดงแนวคิดเพื่อยืนยันการสร้างได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย

3.1 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน และคู่มือการใช้โปรแกรม C.a.R.

3.2 บทเรียนสำหรับใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย ใบกิจกรรม และกิจกรรมภาคปฏิบัติบนคอมพิวเตอร์ที่สร้างจากโปรแกรม C.a.R. ซึ่งมีลักษณะเป็นแฟ้มคำสั่ง

3.3 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด มีทั้งหมด 5 แผน ประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ และบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. ความสามารถในการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด หมายถึง ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด วัดด้วยคะแนนที่ได้จากส่วนที่นักเรียนสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีด ดังนี้

4.1 ขั้นการสร้าง ใช้เกณฑ์ดังนี้

ตาราง 1 เกณฑ์การตรวจให้คะแนน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด
ส่วนที่สร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	นักเรียนสร้างรูปตามเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
2	นักเรียนสร้างรูปตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน เห็นแนวทางรูปที่ถูกต้อง
1	นักเรียนสร้างรูปตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องเพียงส่วนใดส่วนหนึ่ง
0	นักเรียนไม่สร้างรูปตามเงื่อนไขที่กำหนด หรือสร้างไม่ถูกต้อง

4.2 ขั้นการเขียนอธิบายขั้นตอนการสร้าง ใช้เกณฑ์ดังนี้

ตาราง 2 เกณฑ์การตรวจให้คะแนน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด
ส่วนที่เขียนอธิบายขั้นตอนการสร้าง

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการสร้างได้เข้าใจ ชัดเจน เป็นลำดับขั้น
1	นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการสร้างได้พอเข้าใจ ชัดเจนบ้าง ไม่ค่อยเป็นลำดับขั้น
0	นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการสร้างไม่เข้าใจ หรือไม่มีการเขียนเลย

5. ความสามารถในการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการให้เหตุผลเพื่อยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดอย่างสมเหตุสมผล วัดด้วยคะแนนที่ได้จากส่วนที่นักเรียนแสดงเหตุผลเพื่อยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีด ดังนี้

ตาราง 3 เกณฑ์การตรวจให้คะแนน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด
ส่วนที่แสดงความสามารถในการให้เหตุผล

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
5	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างชัดเจน โดยแสดงวิธีการยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างสมเหตุสมผล และมีการอ้างอิงที่ถูกต้อง
4	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างชัดเจน โดยแสดงวิธีการยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างสมเหตุสมผล แต่มีการอ้างอิงที่ไม่ถูกต้องบางส่วน
3	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ โดยแสดงสาระสำคัญได้ แต่ไม่ครบถ้วน อ้างอิงได้ถูกต้องบางส่วน มีข้อบกพร่องบางประการ หรือเหตุผลที่ใช้ไม่รัดกุมเพียงพอ
2	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้บ้าง มีการแสดงเหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน แต่ไม่สมเหตุสมผล
1	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้บ้าง มีการแสดงเหตุผลที่บกพร่อง ไม่ชัดเจน อ้างอิงไม่ถูก ไม่สมเหตุสมผล
0	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าไม่สามารถยืนยันข้อสรุปได้โดยไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

6. ความสามารถในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล
หมายถึง ความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความสามารถด้านการให้เหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วัดด้วยใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล โดยคะแนน จากใบกิจกรรมคิดเป็นร้อยละ 40 ของคะแนนเต็ม และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคำถามแบบอัตนัย โดยคำถามแต่ละข้อประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่แสดงความสามารถ ด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และส่วนที่แสดงความสามารถด้านการให้เหตุผล โดย ความสามารถในการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ประเมินผลได้จาก

6.1 ส่วนที่แสดงความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ซึ่งแบ่งเป็น

6.1.1 คะแนนจากใบกิจกรรม ร้อยละ 20 ของคะแนนเต็ม

6.1.2 คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ร้อยละ 30 ของคะแนนเต็ม

6.2 ส่วนที่แสดงความสามารถด้านการให้เหตุผล ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ซึ่งแบ่งเป็น

6.2.1 คะแนนจากใบกิจกรรม ร้อยละ 20 ของคะแนนเต็ม

6.2.2 คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ร้อยละ 30 ของคะแนนเต็ม

7. เกณฑ์ หมายถึง ค่าร้อยละ 60 ของคะแนนรวม กล่าวคือ ถ้านักเรียนได้คะแนนรวมจากการทำใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ถือว่าผู้นั้นผ่านเกณฑ์

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สามารถผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด
2. ความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์กัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเรขาคณิตและการสร้าง
 - 1.1 เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนเรขาคณิต
 - 1.2 เอกสารเกี่ยวกับการสร้าง
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต
 - 2.1 โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต
 - 2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมเรขาคณิตสอนคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 3.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 3.2 ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 3.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 3.4 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 3.5 งานวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผล
 - 4.1 ความหมายของการให้เหตุผล
 - 4.2 ความสำคัญของการให้เหตุผล
 - 4.3 ประเภทของการให้เหตุผล
 - 4.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล
 - 4.5 งานวิจัยเกี่ยวกับการให้เหตุผล

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนเรขาคณิตและการสร้าง

1.1 เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนเรขาคณิต

โกลด์ ไฟศาล (2540: 20-22) กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนเรขาคณิตว่าครูมีบทบาทสำคัญในการเลือกวิธีการสอนและการจัดลำดับชั้นนำเสนอเนื้อหาสาระที่สอดคล้องกับระดับของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นๆ อย่างถูกต้องและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเรขาคณิต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ครูจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนเรขาคณิต ซึ่งการเรียนการสอนเรขาคณิตควรดำเนินการดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน
2. ทบทวนความรู้ที่เป็นพื้นฐานของสิ่งที่จะเรียนต่อไป
3. การจัดกิจกรรมที่นักเรียนต้องศึกษาโดยการสังเกตและสำรวจ เพื่อให้เห็นแนวทางในการสรุปมโนทัศน์หรือแก้ปัญหาโจทย์
4. การสอนบทนิยาม ทฤษฎีบท และบทสร้าง ควรให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม เช่น ใช้วิธีการถามตอบ ใช้อุปกรณ์การสอนสำเร็จรูปและการเขียนรูปในแต่ละขั้นตอน จนได้ข้อสรุป
5. การสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นการศึกษาในลักษณะค้นพบด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนช่วยกันสรุปกฎเกณฑ์และสิ่งที่ผู้เรียนเห็นว่าสำคัญ

วรรณวิภา สุทธเกียรติ (2542: 26-27) กล่าวว่า การเรียนการสอนเรขาคณิตควรดำเนินการดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนให้ชัดเจน
2. ทบทวนความรู้ที่เป็นพื้นฐานเดิมของสิ่งที่จะเรียนต่อไป
3. การสอนบทนิยาม ทฤษฎีบท และบทสร้าง ควรให้นักเรียนมีส่วนร่วม เช่น กำหนดกิจกรรมโดยใช้สื่อที่นักเรียนได้ปฏิบัติจนได้ข้อสรุปที่ต้องการ
4. จัดกิจกรรมที่เหมาะสมให้กับนักเรียน เพื่อให้เห็นแนวทางในการสรุปมโนทัศน์หรือแก้ปัญหาโจทย์ รวมทั้งสนับสนุนให้นักเรียนมีกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ อภิปรายร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุปด้วย
5. การสอนมีการแสดงให้ดู และเน้นการศึกษาด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนเกิดการค้นพบ โดยแนะแนวทาง แล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปกฎเกณฑ์และสิ่งที่เห็นว่าสำคัญ ซึ่งมีใบงานประกอบการเรียน

6. พัฒนาจินตนาการทางเรขาคณิตและเพิ่มพูนความรู้ โดยการยกปัญหาที่ท้าทายปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือปัญหาที่แปลกใหม่ ให้นักเรียนค้นหาวิธีแก้ปัญหา

สุทธินันท์ บุญพัฒนาภรณ์ (2549: 13) และสุภัทรา เกิดมงคล. (2550: 16) ได้กล่าวไว้ในทำนองเดียวกันว่าในการจัดการเรียนการสอนเรขาคณิตนั้น ครูต้องกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อน และใช้กิจกรรมที่ท้าทายและเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเริ่มจากง่ายไป

ยากตามลำดับ เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น และมีความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรม โดยครูคอยให้คำแนะนำ

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะเน้นจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองโดยครูคอยให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือตามความเหมาะสม และจะไม่ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ง่ายหรือยากจนเกินไปเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่าการกิจกรรมที่ทำความท้าทายและสามารถทำได้ นอกจากนี้ก่อนทำกิจกรรมครูจะมีการทบทวนความรู้พื้นฐาน

1.2 เอกสารเกี่ยวกับการสร้าง

การสร้างเป็นการเขียนรูปเรขาคณิตโดยใช้เส้นตรงและวงเวียน ซึ่งเป็นวิธีการดั้งเดิม ตั้งแต่ยุคกรีกโบราณ ยุคนี้เป็นคนแรกที่รวบรวมไว้อย่างเป็นระบบในหนังสือเอลเลเมนต์ (Elements) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2552ข: 113) สันตรในที่นี่หมายถึงเครื่องมือที่มีลักษณะเหมือนไม้บรรทัดแต่ไม่มีมาตราวัดความยาวกำกับอยู่ ในกรณีที่ต้องใช้ไม้บรรทัดแทนเส้นตรงจะใช้เพื่อลากเส้นเท่านั้น และรูปที่ได้จากการสร้างจะต้องมีร่องรอยการสร้างให้เห็นอย่างชัดเจน การสร้างรูปเรขาคณิตโดยใช้เครื่องมืออย่างจำกัดเพียงเส้นตรงและวงเวียนนั้นเปรียบเสมือนการเล่นเกมที่ท้าทายภายใต้กติกาที่กำหนดให้ เราถือว่าการสร้างดังกล่าวเป็นมรดกทางปัญญาอันเป็นวิธีการดั้งเดิมที่มนุษย์ใช้มาตั้งแต่สมัยโบราณและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในปัจจุบัน (สสวท. 2552ค: 122)

โกมล ไพศาล. (2554: 64-65) กล่าวถึงการสร้างว่าเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดและเส้นบนระนาบซึ่งเป็นคำนิยาม จึงทำให้รูปที่ได้จากการสร้างเป็นเพียงตัวแทนของเงื่อนไขทางเรขาคณิตเท่านั้นแม้เป็นการสร้างที่ระมัดระวังก็ตาม ดังนั้นเพื่อความสมเหตุสมผลของการสร้างจึงต้องมีการพิสูจน์ให้เห็นจริงตามหลักตรรกศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีทางเรขาคณิตมาอ้างอิง ซึ่งการสร้างในเรขาคณิตที่สมบูรณ์จะมีขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ (analysis) ขั้นนี้จะต้องตั้งสมมติฐานก่อนว่าปัญหานี้สามารถสร้างได้ แล้ววิเคราะห์หารูปที่สมบูรณ์ตามเงื่อนไขเพื่อค้นหาการเชื่อมโยงระหว่างส่วนที่ยังไม่ทราบในรูปกับข้อเท็จจริงที่กำหนดให้จนกระทั่งค้นพบความสัมพันธ์ที่ใช้สำหรับการสร้างรูปเรขาคณิตที่ต้องการ
2. การสร้าง (construction) ในขั้นนี้เป็นการนำความรู้ที่ได้จากการวิเคราะห์ ไปเป็นข้อมูลสำหรับการสร้างรูปเรขาคณิต
3. การพิสูจน์ (proof) ในขั้นนี้เป็นการแสดงว่ารูปเรขาคณิตที่สร้างขึ้นนั้นถูกต้องและเป็นรูปที่ต้องการ
4. การอภิปราย (discussion) เป็นการอภิปรายขยายความรู้ถึงวิธีสร้างที่ได้ทำมาวิธีการสร้างอื่นๆ ที่เป็นไปได้ อย่างไรบ้าง

ดังนั้น จากขั้นตอนการสร้างข้างต้นจะเห็นได้ว่าการสร้างเป็นเนื้อหาหนึ่งที่มีความเป็นเหตุผลอยู่ในตัว เนื่องจากสิ่งที่สร้างได้ไม่ได้หมายความว่าถูกต้องเสมอไป ทั้งนี้ต้องมีการแสดงเหตุผล โดยใช้ข้อเท็จจริง ทฤษฎีบท กฎ หรือบทนิยาม มาอ้างเพื่อยืนยันว่าสิ่งที่สร้างนั้นถูกต้อง

เนื้อหาเกี่ยวกับการสร้างตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้บรรจุไว้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งในระดับนี้เน้นที่ขั้นการวิเคราะห์และการสร้าง และในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะเน้นการให้เหตุผล

1. คณิตศาสตร์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่มที่ 1 (สวท. 2552ค: 122-152) ประกอบด้วย

1.1 การสร้างพื้นฐาน ได้แก่ การสร้างส่วนของเส้นตรงให้ยาวเท่ากับความยาวของส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ การสร้างมุมให้มีขนาดเท่ากับขนาดของมุมที่กำหนดให้ การแบ่งครึ่งมุมที่กำหนดให้ การสร้างเส้นตั้งฉากจากจุดภายนอกมายังเส้นตรงที่กำหนดให้ และการสร้างเส้นตั้งฉากที่จุดจุดหนึ่งบนเส้นตรงที่กำหนดให้

1.2 การสร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่าย ได้แก่ การสร้างมุมที่มีขนาดต่างๆ (มุมที่มีขนาด 90° , 45° , 60°) และการสร้างเส้นขนาน

2. คณิตศาสตร์สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่มที่ 1 (สวท. 2552ข: 113-137) ประกอบด้วย

2.1 การแบ่งส่วนของเส้นตรงให้เป็นส่วนๆ ที่ยาวเท่ากัน ประกอบด้วยการแบ่งส่วนของเส้นตรงโดยการแบ่งครึ่ง และการแบ่งส่วนของเส้นตรงโดยการสร้างมุมแย้ง

2.2 การสร้างมุมขนาดต่างๆ (มุมที่สร้างซับซ้อนขึ้น)

2.3 การสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

3. คณิตศาสตร์สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เล่มที่ 2 (สวท. 2551: 27-50) ประกอบด้วย

3.1 การสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด

3.2 การสร้างเกี่ยวกับวงกลม

นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่าการสร้างยังมีวิธีการที่หลากหลายซึ่งแตกต่างจากในหนังสือเรียน และมีการสร้างอย่างอื่นอีก เช่น

1. การแบ่งส่วนของเส้นตรงให้เป็นส่วนๆ ที่ยาวเท่ากัน โดยใช้วิธีอื่น
2. การแบ่งส่วนของเส้นตรงให้เป็นอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้
3. การสร้างส่วนของเส้นตรงให้มีความยาวตามเงื่อนไขที่กำหนด ได้แก่
 - ส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเท่ากับจำนวนตรรกยะ
 - ส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเท่ากับรากที่สองของจำนวนที่สร้างได้
 - ส่วนของเส้นตรงมีความยาวเท่ากับผลบวกของจำนวนที่สร้างได้
 - ส่วนของเส้นตรงมีความยาวเท่ากับผลต่างของจำนวนที่สร้างได้
 - ส่วนของเส้นตรงมีความยาวเท่ากับผลคูณของจำนวนที่สร้างได้

- ส่วนของเส้นตรงมีความยาวเท่ากับผลหารของจำนวนที่สร้างได้

4. การสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมให้มีพื้นที่เท่ากันตามเงื่อนไขที่กำหนด

5. การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่สามารถสร้างได้ไม่เกินสิบเจ็ดเหลี่ยม ได้แก่ รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า รูปสี่เหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า รูปห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า รูปแปดเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า รูปสิบเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า รูปสิบสองเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า รูปสิบห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า รูปสิบหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า และรูปสิบเจ็ดเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการวิจัยเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยในการเรียนการสอนนั้นผู้วิจัยจะเน้นที่การสร้างไม่จำกัดวิธีการและการแสดงเหตุผลยืนยันการสร้าง โดยครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนให้เกิดแนวคิดในการทำกิจกรรม และให้ความช่วยเหลือตามสมควร นอกจากนี้จะเน้นการสอนที่มีระดับง่ายไปยากตามลำดับ เนื่องจากการสอนจากกิจกรรมที่ง่ายเพื่อให้นักเรียนทำได้สำเร็จนั้น จะทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจ สนใจ กระตือรือร้น และมีความคิดว่าพวกเขาก็สามารถทำได้ เพื่อเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนตั้งใจเรียนต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต

2.1 โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต

โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตเป็นโปรแกรมทางเรขาคณิตที่เน้นการสร้างรูปเรขาคณิตในลักษณะเดียวกับการใช้สันตรงและวงเวียน ซึ่งให้การตอบสนองกับผู้ใช้และสามารถสร้างรูป เคลื่อนย้ายรูปได้ นอกจากนี้การเคลื่อนย้ายจุดหรือเส้นก็ทำได้ง่ายและยังคงรักษาสมบัติที่ร่วมกันของรูปนั้นไว้เสมอ ทำให้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตเหมาะสำหรับการเรียนรู้เรขาคณิต โดยทดลองสร้างและสำรวจสมบัติหรือค้นหาความจริงในเชิงเรขาคณิตจากรูปหลายๆ ลักษณะ (สุทธิพันธ์ บุญพัฒนาภรณ์. 2549: 18) นอกจากนี้ อุบล กลองกระโทก (2554: 3) ยังกล่าวว่า โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการสร้างภาพเคลื่อนไหว คำนวนได้ง่าย เขียนกราฟของฟังก์ชันต่างๆ ได้ นักเรียนสามารถมองภาพเป็นรูปธรรมได้ง่ายขึ้น อีกทั้งการที่นักเรียนได้สำรวจจะทำให้เกิดการเรียนรู้ ค้นพบ นำไปสู่การสรุป และการให้เหตุผล นอกจากนี้การลองผิดลองถูกจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายและรวดเร็ว โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นควรเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ในปัจจุบันนี้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตมีสมบัติพื้นฐานในการสร้างและการเคลื่อนย้ายจุด เส้นตรง วงกลม มุม พร้อมทั้งเครื่องมืออำนวยความสะดวกเบื้องต้น ซึ่งจำแนกตามลักษณะการเผยแพร่ได้ 2 ลักษณะ (Interactive Geometry Software. 2013: Online) ดังนี้

1. โปรแกรมแบบ Commercial คือโปรแกรมที่ใช้ในเชิงธุรกิจ เช่น

1.1 Cabri (<http://www.chartwell.york.ac.uk/cabri.html>)

1.2 Cinderella (<http://www.cinderella.de/tiki-index.php>)

1.3 The Geometer's Sketchpad (GSP)

(<http://www.keypress.com/sketchpad/>)

1.4 GEUP (<http://www.geup.net/en/index.html>)

1.5 Cabri 3D (<http://www.chartwellyorke.com/cabri3d.html>)

1.6 Geometry Expressions (<http://www.geometryexpressions.com>)

1.7 MathKit (<http://mathkit.sourceforge.net>)

1.8 Yenka 3D Shapes (http://crocodile-clips.com/en/Yenka_3D_Shapes)

1.9 EucliDraw (<http://euclidrew.com>)

1.10 Tabula (<http://www.macupdate.com/app/mac/32745/tabula>)

1.11 Euklid DynaGeo (<http://www.dynageo.de/>)

1.12 GEUP 3D (<http://www.geup.net/en/geup3d/index.htm>)

2. โปรแกรมแบบ General Public License (GPL) คือ โปรแกรมที่ใช้และเผยแพร่โดยไม่เสียค่าลิขสิทธิ์ เช่น

2.1 C.a.R. (<http://www.z-u-l.de/>)

2.2 CaRMetal (http://db-maths.nuxit.net/CaRMetal/index_en.html)

2.3 DrGeo (<http://www.drgeo.eu/>)

2.4 Eukleides (<http://www.eukleides.org/>)

2.5 GeoGebra (<http://www.geogebra.at/>)

2.6 GeoNext (<http://geonext.uni-bayreuth.de/>)

2.7 GeoProof (<http://home.gna.org/geoproof/>)

2.8 GeoView (<http://www-sop.inria.fr/lemme/geoview/geoview.html>)

2.9 KSEG (<http://www.mit.edu/~ibaran/kseg.html>)

2.10 OpenEuclide (<http://coulon.publi.free.fr/openeuclide>)

2.11 Geometria (<http://geocentral.net/geometria/>)

2.12 GeomSpace (<http://sourceforge.net/projects/geospace/>)

2.13 XCas (<http://www-fourier.ujf-grenoble.fr/~parisse/giac.html>)

2.14 WinGeom (<http://math.exeter.edu/rparris/winggeom.html>)

2.15 GCLC (<http://poincare.matf.bg.ac.rs/~janicic/gclc/>)

2.16 Geometry Explorer (<http://geometry-explorer.software.informer.com/>)

2.17 iGeom (<http://www.matematica.br/igeom/instala.html>)

2.18 JSXGraph (<http://jsxgraph.uni-bayreuth.de/wp/download>)

2.19 Archimedes Geo3D (<http://raumgeometrie.de/drupal/en>)

2.20 Geometry Expert (<http://www.cs.wichita.edu/~ye/download.html>)

2.21 Gambol (<http://gambol.sourceforge.net/index.html>)

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยสนใจเลือกใช้โปรแกรม C.a.R. (Compass and Ruler) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดย ดร.เรอเน่ กรอธมันน์ (Dr. René Grothmann) ชาวเยอรมัน โดยมีวัตถุประสงค์สำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาจนถึงระดับสูง รวมทั้งผู้ใหญ่ การใช้โปรแกรมสามารถใช้ได้ด้วยการคลิกเมาส์และลากเมาส์ หรือใช้คำสั่งโดยตรง โปรแกรม C.a.R. (Compass and Ruler) เป็นโปรแกรมที่อนุญาตให้ใช้และเผยแพร่ได้โดยไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ และมีสมบัติเบื้องต้นของซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่เพียงพอ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เน้นการสร้างรูปเรขาคณิตในลักษณะเดียวกันกับการใช้สันตรงและวงเวียน ครูสามารถกำหนดคำตอบของการสร้างนั้นๆ ได้เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมจะสามารถตอบสนองกับโปรแกรม C.a.R. ได้ทันทีที่นักเรียนสร้างรูปตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง โดยไม่จำกัดวิธีการสร้าง โปรแกรม C.a.R. จะมีการตอบสนองว่า “Well Done” นักเรียนสามารถสร้างได้โดยใช้ความรู้พื้นฐานที่เคยเรียนมา และสามารถย้อนดูขั้นตอนการสร้างได้ที่ละขั้น โดยครูสามารถให้นักเรียนทำกิจกรรมได้จากแฟ้มงานแบบ HTML เนื่องจากในโปรแกรม C.a.R. สามารถแปลงแฟ้มงานจากแฟ้มงานของ C.a.R. ให้เป็นแฟ้มงานแบบ HTML ได้โดยยังคงคุณสมบัติต่างๆ ของโปรแกรมเสมือนอยู่ในแฟ้มงานของ C.a.R. และสามารถเลือกเครื่องมือในโปรแกรม C.a.R. เฉพาะที่จำเป็นมาใช้งานในแฟ้มแบบ HTML ได้ นอกจากนี้โปรแกรม C.a.R. ยังสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวได้ ซึ่งสามารถสร้างภาพหรือข้อความที่เคลื่อนไหวได้ ซึ่งการเห็นความเคลื่อนไหว จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นการเปลี่ยนแปลงเป็นแนวทางการเรียนรู้และจะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดีขึ้น

2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมเรขาคณิตสอนคณิตศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

วรรณวิภา สุทรเกียรติ (2542: 81-91) ได้พัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต (โปรแกรม GSP) เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ บทเรียนประกอบด้วยเนื้อหาเรขาคณิตที่เป็นพื้นฐานในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนการสอนมีลักษณะส่งเสริมให้นักเรียนคิด จินตนาการ เพิ่มพูนความรู้ทางเรขาคณิตด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยการสำรวจ ตั้งข้อความคาดการณ์ และสืบเสาะหาเหตุผลตามความเหมาะสมเพื่อตรวจสอบข้อความคาดการณ์ที่ตั้งไว้ โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนอาสาสมัครจำนวน 42 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ปีการศึกษา 2542 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนเรขาคณิตมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์การตัดสิน 70/70 และบทเรียนเรขาคณิตที่พัฒนาขึ้นสามารถทำให้นักเรียนเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดได้ และให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปว่าเนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้การพัฒนาโปรแกรมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นควรมีการนำโปรแกรมทางเรขาคณิตชนิดอื่นมาเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้

สุรินทร์ บุญพัฒนาภรณ์ (2549: 47-51) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต โดยใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนด้วยกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนศึกษานารี เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 57 คน ที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม จากประชากรทั้งหมด 12 ห้องเรียน จำนวน 680 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างสามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการเรียนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งได้มีการเสนอแนะว่าในการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตครูจะต้องดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อให้คำแนะนำและตอบคำถามเมื่อนักเรียนเกิดปัญหาสงสัย และนอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูควรมีผู้ช่วยในการสอน เพื่อจะได้ให้คำแนะนำนักเรียนอย่างรวดเร็วและทั่วถึง

สุภัทรา เกิดมงคล (2550: 41-44) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องสมบัติของวงกลม โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของวงกลม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและกลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนวมิยวชิรธรรมสาริต เขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 50 คน รวม 2 ห้องเรียน จำนวน 100 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องสมบัติของวงกลม ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการเรียนเรื่องสมบัติของวงกลมโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอยู่ในระดับปานกลาง

วรวรรณ กฤตยากรนุพงศ์ (2551: 52-57) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการ โดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดอนมะเกลือ อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 31 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างสามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการเรียนเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตอยู่ในระดับมาก

ปณณพ จันทรฝอย (2551: 74-80) ได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง พังก์ชันตรีโกณมิติ โดยใช้โปรแกรม C.a.R. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนมัธยมสาริต

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 53 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างสามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการเรียนเรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ โดยใช้โปรแกรม C.a.R. อยู่ในระดับมาก และได้มีข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปว่าควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการนำโปรแกรม C.a.R. ไปใช้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเชิงเรขาคณิตหรือพีชคณิตในเรื่องอื่นๆ เช่น เส้นขนาน พื้นฐานทางเรขาคณิต เวกเตอร์ และการสร้างกราฟของฟังก์ชันต่างๆ เป็นต้น

เกตุกนก หนูดี (2553: 73-78) ได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นักเรียนกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านนาสาร อำเภอนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเกะกลุ่มจำนวน 41 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างสามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อเนื้อหา กำหนดการเชิงเส้น และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler ในระดับมาก

อนุวัฒน์ เดชไธสง (2553: 60-66) ได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเวกเตอร์ โดยใช้โปรแกรม C.a.R. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนิคมมิตรวิทยาการ อำเภอสัตตื จังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเกะกลุ่ม จำนวน 30 คน ใช้เวลาสอน 12 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างสามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการเรียนเรื่องเวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม C.a.R. อยู่ในระดับมาก และได้ให้ข้อเสนอแนะว่าในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมครูควรเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน คอยสังเกตและให้คำแนะนำแก่นักเรียนตามความเหมาะสม โดยใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามและทำใบกิจกรรมได้ นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม C.a.R. ครูควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจวิธีการเรียนก่อนเริ่มต้นเรียนจะทำให้นักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยความตั้งใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากกว่ามอบสื่อการเรียนให้นักเรียนไปศึกษาเอง และต้องดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อให้คำแนะนำและตอบคำถามเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา

งานวิจัยต่างประเทศ

เลสเตอร์ (Lester. 1996: 2343-A) ได้ศึกษาผลการเรียนในการเรียนวิชาเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ณ รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต ชื่อ The Geometer's Sketchpad (GSP) โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต และกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติโดยใช้ไม้บรรทัด ดินสอ ไม้โปรแทรกเตอร์ และวงเวียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลการเรียนในการตั้งข้อความคาดการณ์ทางเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โยเซฟ (Yousif. 1997: 1631-A) ได้ศึกษาผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเซาท์อีสเทิร์น ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต ชื่อ The Geometer's Sketchpad (GSP) โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการสำรวจด้วยโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต และกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติโดยใช้กิจกรรมการสำรวจที่ใช้กระดาษกับดินสอ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาเรขาคณิตสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บาฮาร์วานด์ (Baharvand. 2002: 552-A) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนวิชาเรขาคณิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต ชื่อ The Geometer's Sketchpad (GSP) กับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติใช้กระดาษ ดินสอ โดยมีครูเป็นผู้บรรยาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตมีคะแนนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองยังมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเรขาคณิต ซึ่งจะเห็นว่าโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

แฮน (Han. 2007: Online) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนเรื่องรูปสี่เหลี่ยม ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต ชื่อ The Geometer's Sketchpad (GSP) และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ และศึกษาว่าโปรแกรม GSP ช่วยพัฒนาความเข้าใจเรื่องรูปสี่เหลี่ยมและความสามารถในการให้เหตุผล ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตมีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม และจากการสัมภาษณ์นักเรียนรายบุคคล 12 คน พบว่าโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตมีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจและทำให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลมากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต พบว่า โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมองเห็นสิ่งที่ป็นรูปธรรมจากสิ่งที่ป็นนามธรรม ซึ่งช่วยเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี และโดยเฉพาะการเรียนวิชาเรขาคณิตนั้น โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตจะมีเครื่องมือพื้นฐานที่เพียงพอในการให้นักเรียนได้สำรวจและสร้างรูปเรขาคณิตแทนการใช้สันตรง

วงเวียน ดินสอ และกระดาษ ซึ่งครูสามารถจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทั้งนี้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตยังช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลได้อีกด้วย นอกจากนี้นักเรียนยังมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอน โดยใช้โปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตมาใช้ประกอบการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อเสริมสร้างการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

3.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนมีชื่อเรียกที่ต่างกัน เช่น ชุดการสอน ชุดการเรียนการสอน ชุดการเรียนรู้รูป ชุดการสอนรายบุคคล ชุดการเรียนด้วยตนเอง ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอใช้คำว่า “ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน” แทนชื่อเรียกต่าง ๆ ที่ได้กล่าวข้างต้น โดยมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 185) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กัน และมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน โดยสื่อการเรียนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อเร้าความสนใจ ในขณะที่สื่ออีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา หรือสื่ออีกอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อทำให้เกิดการเสาะแสวงหาซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและป้องกันการเข้าใจผิด สื่อการเรียนเหล่านี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าสื่อประสมที่เรานำมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526: 196) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง ระบบการนำสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วย มาช่วยในการเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนให้บรรลุจุดหมาย

สุมานัน รุ่งเรืองธรรม (2526: 112) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อการเรียนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กันและมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน หรือการนำระบบสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยวิชา มาช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542: 27) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบและจัดอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย เนื้อหาและวัสดุอุปกรณ์ โดยกิจกรรมต่างๆ ดังกล่าว ได้รับการรวบรวมไว้เป็นระเบียบในกล่องเพื่อเตรียมไว้ให้นักเรียนได้ศึกษาจากประสบการณ์ทั้งหมด

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545: 91) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนจัดว่าเป็นสื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่งซึ่งเป็นชุดของสื่อประสม (การใช้สื่อการสอนตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปร่วมกัน

เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ตามที่ต้องการ สื่อที่นำมาใช้ร่วมกันนี้จะช่วยเสริมประสบการณ์ซึ่งกันและกันตามลำดับขั้นที่จัดเอาไว้) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ตามหัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้นักเรียนได้รับ

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2551: 14) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เป็นนวัตกรรมที่ครูใช้ประกอบการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนศึกษาและใช้สื่อต่างๆ ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียนซึ่งประกอบด้วย คำแนะนำให้นักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ อย่างมีขั้นตอนที่เป็นระบบชัดเจน จนกระทั่งนักเรียนสามารถบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยนักเรียนเป็นผู้ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ

จากการศึกษาความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนข้างต้น สรุปได้ว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน หมายถึง สื่อการเรียนรู้การสอนชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วยสื่อหลายอย่างมาสัมพันธ์กัน ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้การสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งให้นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองโดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำ เพื่อให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2545: 94–95) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนประกอบคำบรรยาย เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนสำหรับผู้สอนซึ่งจะใช้สอนนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่หรือการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้นักเรียนส่วนใหญ่ได้รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน มุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบนี้จะช่วยให้ผู้สอนลดการพูดให้น้อยลงและใช้สื่อการเรียนรู้การสอนที่มีความพร้อมอยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ในการเสนอเนื้อหาที่มากขึ้น สื่อที่ใช้อาจได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ สไลด์ ฟิล์มสกริป ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียง หรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ ข้อสำคัญคือสื่อที่จะนำมาใช้นี้ต้องให้นักเรียนได้เห็นอย่างชัดเจนทุกคน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนชนิดนี้บางคนอาจเรียกว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนสำหรับครู

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนสำหรับให้นักเรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการเรียนรู้การสอนที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนและให้นักเรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนชนิดนี้มักจะใช้ในการเรียนรู้การสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบรายบุคคลหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามเอกัตภาพ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนสำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ นักเรียน

จะต้องศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ ส่วนมากมักจะมุ่งให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติม นักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนชนิดนี้อาจจะจัดในลักษณะของหน่วยการสอนย่อยก็ได้

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2551: 16–17) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครู เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูใช้ประกอบการเรียนการสอน ประกอบด้วยคู่มือครู สื่อการเรียนการสอนที่หลากหลาย มีการจัดกิจกรรมและสื่อการเรียนการสอนประกอบการบรรยายของครู ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนี้มีเนื้อหาสาระวิชาเพียงหน่วยเดียวและใช้กับนักเรียนทั้งชั้นแบ่งเป็นหัวข้อที่จะบรรยาย มีการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนตามลำดับขั้น

2. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้ร่วมกัน โดยปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนต่างๆ ที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนการสอน หรืออาจเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนในศูนย์การเรียนรู้ กล่าวคือในแต่ละศูนย์การเรียนรู้จะมีชุดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละหัวข้อย่อยของหน่วยการเรียนรู้ที่นักเรียนศึกษา นักเรียนแต่ละกลุ่มจะหมุนเวียนศึกษาความรู้และทำกิจกรรมของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนจนครบทุกศูนย์การเรียนรู้

3. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนศึกษาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งสามารถศึกษาได้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน และเมื่อศึกษาจนครบตามขั้นตอนแล้วนักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ด้วยตนเอง

4. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบผสม เป็นชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย บางขั้นตอนครูอาจใช้วิธีการบรรยายประกอบการใช้สื่อ บางขั้นตอนครูอาจให้นักเรียนศึกษาความรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล และบางขั้นตอนอาจให้นักเรียนศึกษาความรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบผสมที่ครูและนักเรียนใช้ร่วมกัน ประกอบการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนภายใต้การดูแลของครู โดยครูจะคอยตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และสามารถเขียนแสดงเหตุผลเพื่อยืนยันสิ่งที่ตนเองสร้างได้

3.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2541: 95-96) กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนไว้ 4 องค์ประกอบดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ซึ่งเป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนสามารถศึกษาและปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจประกอบด้วย แผนการสอน สิ่งที่ต้องเตรียมก่อนสอนบทบาทของนักเรียน การจัดชั้นเรียน

2. บัตรงาน เป็นบัตรที่มีคำสั่งว่าจะให้นักเรียนปฏิบัติอะไร โดยระบุกิจกรรมตามลำดับขั้นของการเรียน

3. แบบทดสอบวัดผลความก้าวหน้าของนักเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับตรวจสอบว่าหลังจากเรียนชุดการเรียนรู้การสอนจบแล้ว นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่

4. สื่อการเรียนรู้การสอนต่างๆ เป็นสื่อสำหรับนักเรียนได้ศึกษาซึ่งมีหลายชนิดประกอบกัน อาจเป็นสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ เช่น บทความ เนื้อหาเฉพาะเรื่อง จุลสาร บทเรียน โปรแกรม หรือประเภทสื่อทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภูมิต่างๆ เทปบันทึกเสียง फिल्मสตริป สไลด์ ของจริง

บุญเกื้อ ควรวาเวช (2545: 95-96) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญภายในชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน สามารถจำแนกออกเป็น 4 ส่วน คือ

1. คู่มือครู เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับครูหรือนักเรียนตามแต่วิธีของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยภายในคู่มือครูจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเอาไว้อย่างละเอียด โดยอาจจะเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้

2. บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ จะเป็นส่วนที่บอกให้นักเรียนดำเนินการเรียนหรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่าง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยบัตรคำสั่งจะมีอยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งจะประกอบด้วย

2.1 คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา

2.2 คำสั่งให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม

2.3 การสรุปบทเรียน

3. เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่างๆ อาจจะประกอบด้วย บทเรียนโปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง फिल्मสตริป แผนภาพโปร่งใส วัสดุกราฟฟิก หุ่นจำลอง ของตัวอย่าง รูปภาพ เป็นต้น นักเรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่างๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ตามบัตรคำที่กำหนดไว้ให้

4. แบบประเมินผล นักเรียนจะทำการประเมินผลความรู้ด้วยตนเองก่อนและหลังเรียน แบบประเมินผลที่อยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนอาจจะเป็นแบบฝึกหัดให้เติมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูก จับคู่ ดูผลจากการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรม เป็นต้น

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2551: 18–19) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน มีดังนี้

1. คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นคำชี้แจงที่ให้นักเรียนทราบจุดประสงค์ของการเรียน ศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนและส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น ประกอบด้วยบัตรคำสั่ง บัตรปฏิบัติการ บัตรเนื้อหา บัตรฝึกหัดและบัตรเฉลย บัตรปฏิบัติการและบัตรเฉลย บัตรทดสอบ และบัตรเฉลยบัตรทดสอบ
2. บัตรคำสั่ง เป็นคำชี้แจงรายละเอียดของการศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นว่าต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างไร
3. บัตรกิจกรรมหรือบัตรปฏิบัติการ บางชุดการเรียนการสอนอาจออกแบบให้มีบัตรกิจกรรมหรือบัตรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นบัตรที่บอกให้นักเรียนทำกิจกรรมต่างๆ
4. บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่บอกเนื้อหาที่ให้นักเรียนศึกษา สิ่งที่ควรมีในบัตรเนื้อหา คือ หัวเรื่อง สูตร นิยาม และคำอธิบาย
5. บัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงาน เป็นแบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำหลังจากได้ทำกิจกรรมและศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจแล้ว (ในกรณีวิชาคณิตศาสตร์อาจมีหัวเรื่อง สูตร นิยาม กฎที่ต้องการใช้ในโจทย์ฝึกหัด)
6. บัตรเฉลยบัตรแบบฝึกหัด เมื่อนักเรียนได้ทำบัตรแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว นักเรียนจะมีความรู้ในหัวข้อที่เรียนนั้นๆ ต่อจากนั้นจึงให้นักเรียนทำบัตรทดสอบ
7. บัตรเฉลยบัตรทดสอบ เป็นบัตรที่มีคำตอบของบัตรทดสอบที่นักเรียนได้ทำไปแล้วเป็นการตรวจสอบหรือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในการศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น

จากการศึกษาองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ประกอบด้วย
 - 1.1 คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 1.2 คู่มือการใช้โปรแกรม C.a.R.
2. บทเรียนสำหรับใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย
 - 2.1 ใบกิจกรรม
 - 2.2 กิจกรรมภาคปฏิบัติบนคอมพิวเตอร์ที่สร้างจากโปรแกรม C.a.R. ซึ่งมีลักษณะเป็นแฟ้มคำสั่ง
3. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด มีทั้งหมด 6 แผน ประกอบด้วย
 - 3.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 - 3.2 สารการเรียนรู้

3.3 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

3.4 กิจกรรมการเรียนรู้

3.5 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

3.6 บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.4 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526: 154-156) และวิชัย วงษ์ใหญ่ (2525: 189-192) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้อย่างสอดคล้องกันซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาสาระของวิชาทั้งหมดอย่างละเอียดรวมถึงประสบการณ์ เพื่อกำหนดหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งในแต่ละหน่วยจะมีหัวข้อย่อย ดังนั้นการศึกษาเนื้อหาอย่างละเอียดจะทำให้ไม่เกิดการซ้ำซ้อนในหน่วยอื่นที่จะสร้างความสับสนให้กับนักเรียน และควรคำนึงถึงการเรียงลำดับขั้นตอนของเนื้อหาด้วย

2. พิจารณาดัดสินว่าจะทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใดโดยคำนึงว่านักเรียนคือใคร จะทำอะไรกับนักเรียน จะให้นักเรียนทำกิจกรรมอย่างไร และจะทำได้ดีอย่างไร ซึ่งถือว่าสิ่งเหล่านี้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดการเรียนรู้

3. กำหนดหน่วยการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาเรียน โดยควรคำนึงว่าเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มีความสนุก น่าเรียน น่าสนใจ หาสื่อการเรียนการสอนได้ง่าย ควรศึกษาให้ละเอียดอีกครั้งหนึ่งว่า หน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยมีหลักการหรือความคิดรวบยอดอะไรและมีหัวข้อย่อยอะไรบ้าง และในแต่ละหัวข้อย่อยยังมีความคิดรวบยอดหรือหลักการอะไรอีกบ้างที่จะต้องศึกษา ซึ่งจะต้องพยายามดึงเอาแก่นของหลักการเรียนรู้ออกมา

4. กำหนดความคิดรวบยอดซึ่งจะต้องสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้และหัวข้อ โดยสรุปแนวคิด สาระ และหลักเกณฑ์ที่สำคัญไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาที่จะนำมาสอนให้สอดคล้องกัน

5. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับหัวข้อที่ครูสามารถวัดได้ ซึ่งถ้าครูกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ชัดเจนมากเท่าใดจะทำให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จมากเท่านั้น

6. นำจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อมาทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน แล้วจัดลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมถูกต้องและสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้แต่ละข้อ

7. เรียงลำดับกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนที่สร้างนั้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

8. เลือกและผลิตสื่อการสอนให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ ควรจัดสื่อการสอนต่างๆ ไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ เพื่อนำไปหาประสิทธิภาพต่อไป

9. ประเมินผลหลังจากการเรียนการสอนว่านักเรียนได้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การประเมินผลจะใช้วิธีใดก็ได้ แต่จะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

10. การทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพ ควรนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเล็กๆ ดูก่อน เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องและแก้ไขปรับปรุง แล้วจึงนำไปทดลองใช้กับนักเรียนทั้งชั้นหรือกลุ่มใหญ่

นอกจากนี้ สุนทร สันธพานนท์ (2551: 19-20) ยังได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. เลือกหัวข้อ กำหนดขอบเขต และประเด็นสำคัญของเนื้อหา ซึ่งอาจเลือกหัวข้อและประเด็นสำคัญได้จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน ในระดับที่จะสอนว่าหัวข้อใดเหมาะสมที่ควรนำไปสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนสามารถศึกษาความรู้ด้วยตนเอง

2. กำหนดเนื้อหาที่จะจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของนักเรียน

3. เขียนจุดประสงค์ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีลักษณะเป็นจุดประสงค์เฉพาะหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ครูและนักเรียนทราบจุดประสงค์ว่าเมื่อศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนการสอนจบแล้ว นักเรียนจะต้องมีความสามารถอย่างไร

4. สร้างแบบทดสอบ การสร้างแบบทดสอบมี 3 แบบ คือ แบบทดสอบวัดพื้นฐานความรู้เดิม แบบทดสอบย่อย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

6. วางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยครูเตรียมออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีหลักการสำคัญ คือ

6.1 นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการทำกิจกรรมด้วยตนเอง ครูเป็นผู้เพียงคอยชี้แนะและควบคุมการเรียนการสอน

6.2 เลือกกิจกรรมหลากหลายที่เหมาะสมกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

6.3 ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการคิดอย่างหลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

7. การรวบรวมและจัดทำสื่อการเรียนการสอน ซึ่งสื่อการเรียนการสอนมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน สื่อการเรียนการสอนบางชนิดอาจมีผู้จัดทำไว้แล้ว ครูอาจนำมาปรับปรุงดัดแปลงใหม่ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์ที่สอน ในกรณีไม่มีสื่อตรงตามจุดประสงค์ที่จะสอน ครูต้องสร้างสื่อการสอนใหม่ซึ่งต้องใช้เวลามาก

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ซึ่งประกอบด้วย
 - 2.1 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
 - 2.2 บทเรียนสำหรับใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
 - 2.3 แผนการจัดการเรียนรู้
3. นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรและผู้เชี่ยวชาญในการสอนคณิตศาสตร์ตรวจแก้ไขปรับปรุง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและชี้แนะข้อบกพร่อง รวมทั้งข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข
4. นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มนาร่อง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน แล้วนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.5 งานวิจัยเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน งานวิจัยในประเทศ

เอนก จันทรจรรณ (2545: 50-54) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับใช้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้การสอนที่สร้างขึ้นและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังใช้ชุดการเรียนรู้การสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสุเหร่าแสนแสบ เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเกาะกลุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 33 คน เนื้อหาในชุดการเรียนรู้การสอนเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่เคยพบในหนังสือเรียนและจะต้องใช้ความรู้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยในการหาคำตอบ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังใช้ชุดการเรียนรู้การสอนสูงกว่าก่อนใช้ชุดการเรียนรู้การสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะว่าในชุดการเรียนรู้การสอนจะเป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความคิด บทบาทของครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำ และคอยดูแลระหว่างนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา นอกจากนี้ควรมึงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือเพื่อพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ

คำโง่น เขียนทิลม (2547: 39-47) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนเรื่องสมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่งสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ของคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเกาะกลุ่มมา 1 ห้องเรียนจำนวน 45 คน ซึ่งมีการจัดนักศึกษาแบบละความสามารถ มีทั้งนักศึกษาที่มีความสามารถในการเรียนระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อนอยู่ในห้องเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างสอบผ่านเกณฑ์การเรียนรู้เรื่องสมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่งมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในระดับมากขึ้นไป ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ซึ่งได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนควรจัดให้มีหลายรูปแบบเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ ไม่เบื่อหน่ายซึ่งจะส่งผลให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้วย

ขวัญ เพี้ยซ้าย (2547: 64-71) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด เรื่องการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ ระดับปริญญาตรีปีที่ 2 เพื่อศึกษาความสามารถในการเรียนเรื่องการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติของนิสิตกลุ่มตัวอย่าง หลังจากเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ ระดับปริญญาตรีปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา คณ 241 (หลักและวิธีการของคณิตศาสตร์) ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 29 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า นิสิตกลุ่มตัวอย่างสอบผ่านเกณฑ์คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนิสิตทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 ดังนั้นนิสิตกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถในการเรียนชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีเจตคติต่อชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก และได้ให้ข้อเสนอแนะในการเรียนการสอนว่าในการสอนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้เรียนสำคัญที่สุดควรให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติกิจกรรมมากที่สุด ส่งเสริมให้รู้จักการร่วมมือและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน พร้อมทั้งให้มีการออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ กระตุ้นให้เกิดการคิด ให้คำแนะนำเมื่อผู้เรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัย และควรตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล รวมทั้งสภาพความพร้อมทั้งทางร่างกาย จิตใจ อารมณ์ และสติปัญญาของผู้เรียนด้วย

เมธาวี พิมวัน (2549: 82-93) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้และความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนศรีสุขวิทยา อำเภอโนนสูง จังหวัดนครราชสีมา ได้มาจากการอาสาสมัคร จำนวน 16 คน แบ่งเป็นกลุ่มแบบละความสามารถ กลุ่มละ 4 คน โดยพิจารณาจากระดับผลการเรียนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างนี้ไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และ ทรงกลมมาก่อน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

พิจิตร อุตตะโปน (2550: 73-90) ได้สร้างชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้และความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสิรินธร อำเภอมะนัง จังหวัดสุรินทร์ ที่ได้จากการอาสาสมัครจำนวน 16 คน แบ่งเป็นกลุ่มละความสามารถ กลุ่มละ 4 คน โดยพิจารณาจากระดับผลการเรียนเฉลี่ยสะสมวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างนี้ไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นมาก่อน ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็มเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

วาสนา วงษาไชย (2555: 91-105) ได้สร้างชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่ส่งเสริมทักษะการคิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในทักษะการคิดและเจตคติของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังการเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 โดยการสุ่มแบบเกาะกลุ่ม ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบความสามารถของนักเรียนที่มีระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน อยู่ในห้องเดียวกัน จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 36 คน จากทั้งหมด 16 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลการเรียนรู้ด้านความสามารถในการคิดผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีเจตคติต่อชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

งานวิจัยต่างประเทศ

บูล (Bull. 1993: 2497-A) ได้สำรวจผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การสอนแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน โดยผู้วิจัยได้แบ่งครูและนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Magic Math รวมทั้งมีการสังเกตการเรียนการสอน และกลุ่มควบคุมที่ใช้การเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งกลุ่มทดลองประกอบด้วยครูจำนวน 5 คน นักเรียนจำนวน 274 คน และกลุ่มควบคุมประกอบด้วยครูจำนวน 4 คน นักเรียนจำนวน 237 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเรียนมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

เฮิร์บสท์ (Herbst. 2004: 2948-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความผิดปกติทางอารมณ์และพฤติกรรม และศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีความผิดปกติทางอารมณ์และพฤติกรรมที่มีต่อการเรียนแบบมีส่วนร่วม รวมทั้งศึกษาเจตคติของครูที่มีต่อวิธีการแก้สมการของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความผิดปกติทางอารมณ์และพฤติกรรมที่ใช้ได้ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนปกติ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนแบบมีส่วนร่วม รวมทั้งครูมีเจตคติที่ดีต่อวิธีการแก้สมการของนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนการสอน พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีผลเรียนที่ดีขึ้น ช่วยสร้างความสนใจและทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น รวมทั้งยังทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่อง การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระโดยครูเป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนในการเรียนการสอน นอกจากนี้เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผล

4.1 ความหมายของการให้เหตุผล

การให้เหตุผลเป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ควรให้ความสำคัญในการพัฒนานักเรียนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของการให้เหตุผลไว้หลายท่านดังนี้

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 37) กล่าวว่า การให้เหตุผล เป็นการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิดและการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้น ๆ

เวชฤทธิ์ อังกะภักขจร (2551: 19) กล่าวว่า การให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์. (2554: 16) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

สสวท. (2555: 79) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผล เป็นความสามารถที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์และใช้เหตุผลในการหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่กำหนด โดยเหตุผลที่ใช้อาจแสดงถึงแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการข้อความคาดการณ์ หรือข้อสันนิษฐานของข้อสรุปที่ได้ในสถานการณ์นั้นๆ

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผล ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปว่า การให้เหตุผล หมายถึง การแสดงแนวคิดโดยอ้างอิงจากความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง เพื่อยืนยันข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

4.2 ความสำคัญของการให้เหตุผล

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 56) ได้กำหนดการให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์เป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และกำหนดมาตรฐานของการให้เหตุผลและการพิสูจน์สำหรับนักเรียนตั้งแต่ระดับอนุบาลถึงเกรด 12 เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ตระหนักในคุณค่าของการให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์
2. สร้างและตรวจสอบข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้
3. พัฒนาและประเมินการให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ได้
4. เลือกและใช้วิธีการของการให้เหตุผลและวิธีการพิสูจน์ที่หลากหลายได้ตามความเหมาะสม

เหมาะสม

สำหรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดถึงการให้เหตุผลว่าเป็นเป้าหมายที่สำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งจัดเป็นมาตรฐานหนึ่งของสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักเรียนควรได้รับการเรียนรู้ ผึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้น จะทำให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ทั้งนี้การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำมาติดตัวไปใช้เพื่อการพัฒนาในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ การทำงาน ตลอดจนการดำเนินชีวิต (รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์. 2554: 15-16)

ดังนั้น จากความสำคัญของการให้เหตุผล สามารถสรุปได้ว่าการให้เหตุผลช่วยพัฒนาคนและเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากในการดำเนินชีวิตเพราะว่าสิ่งรอบตัวมนุษย์เราล้วนแต่เกี่ยวข้องกับ การให้เหตุผล ถ้านักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีเหตุผล พวกเขาก็จะสามารถนำไปปรับใช้ได้ ดังนั้นในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะเสริมสร้างการให้เหตุผลแก่นักเรียนด้วย

4.3 ประเภทของการให้เหตุผล

สสวท. (2555: 79) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลที่ใช้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ มีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลจากการสังเกตส่วนย่อย ๆ แล้วหารูปแบบ หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไป เพื่อนำไปใช้ในวงกว้างมากขึ้น

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลจากการใช้ข้อเท็จจริง หลักการ กฎ บทนิยาม หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคอง (2553: 50-53) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีหลายลักษณะ ได้แก่ การให้เหตุผลเชิงตรรก (Logical reasoning) การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional reasoning) การให้เหตุผลเชิงตัวเลข (Numerical reasoning) และการให้เหตุผลเชิงปริภูมิ (Spatial reasoning) ซึ่งการให้เหตุผลเชิงตรรกมี 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อมูลที่เป็นจริงจากข้อมูลย่อย ๆ ไปสู่ข้อสรุปหรือความจริงทั่วไป หรือเป็นการมองเห็นตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง แล้วใช้เหตุผลสรุปความสัมพันธ์ในรูปแบบทั่วไปของตัวอย่างเหล่านั้น

2 การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากกฎเกณฑ์ หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไปไปสู่ข้อเท็จจริงย่อยการให้เหตุผลแบบนี้จึงเป็นการใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎหรือหลักเกณฑ์ทั่วไปที่ยอมรับกันว่าเป็นจริงโดยมีการพิสูจน์มาแล้ว เป็นหลักในการหาข้อสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎหรือเกณฑ์นั้น

รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (2554: 16-22) กล่าวว่ารูปแบบของการให้เหตุผลสามารถจำแนกอย่างกว้างๆ ได้เป็น 3 รูปแบบดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ เป็นการให้เหตุผลที่มาจากการใช้ความรู้ที่มีมาแต่กำเนิดหรือสามัญสำนึก โดยทั่วไปมนุษย์มักจะใช้ความรู้ที่มีมาแต่กำเนิดหรือสามัญสำนึก ซึ่งมนุษย์แต่ละคนอาจจะมีอยู่เล็กน้อยแตกต่างกันมาช่วยแก้ปัญหา การให้เหตุผลแบบสหัชญาณจึงเป็นการให้เหตุผลที่ยังไม่มีรูปแบบที่แน่นอน มักเกิดขึ้นมาทันทีทันใดในเวลาหนึ่ง บางคนเกิดขึ้นบ่อย บางคนนาน ๆ เกิดขึ้นครั้งหนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้ที่มีสะสมอยู่ในแต่ละบุคคล

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือทดลองหลาย ๆ ครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแบบรูปที่จะนำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งเชื่อว่าน่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง มีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริงและยังไม่พบข้อขัดแย้ง เรียกข้อสรุปนี้ว่า “ข้อความคาดการณ์ (conjecture)”

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่ยกเอาสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์อ้างจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ การให้เหตุผลแบบนิรนัย

ดังนั้น จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลข้างต้น ในงานวิจัยนี้เป็นการให้เหตุผลแบบนิรนัย เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งจะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นข้อเท็จจริง กฎ บทนิยาม หรือสิ่งที่ยอมรับว่าเป็นจริง มาใช้เพื่อแสดงเหตุผลเพื่อยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียนอย่างสมเหตุสมผล

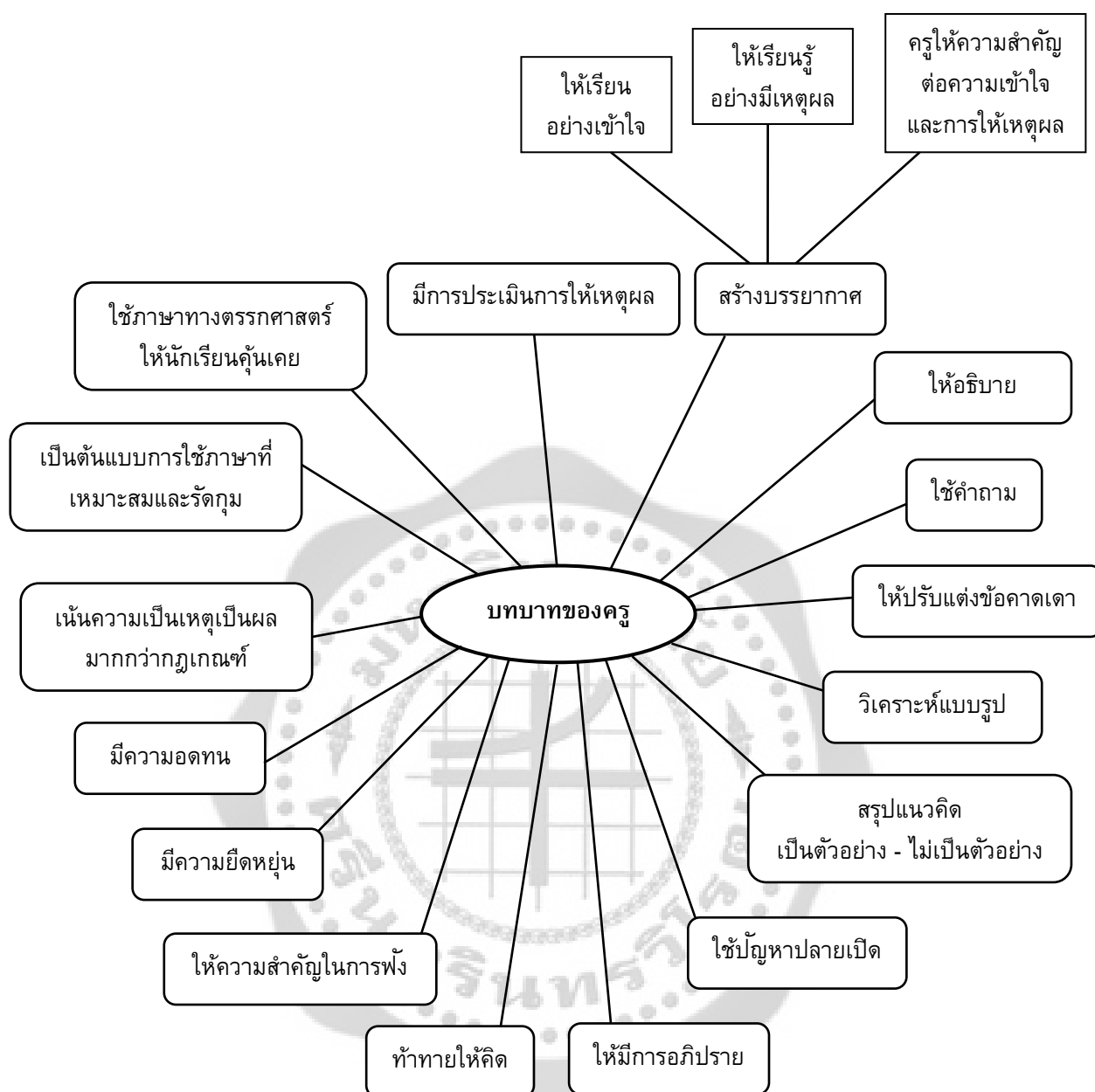
4.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล

อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ (2548: 27) ได้กล่าวว่า การสอนเพื่อพัฒนาการให้เหตุผล ปัจจุบันได้มีการปรับเปลี่ยนจากที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง นักเรียนจะได้รับความรู้โดยการบอก การสอน การอธิบายของครู โดยนักเรียนแทบจะไม่มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน มาเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนจะได้รับความรู้เองหลังจากการค้นคว้า แสวงหาคำตอบของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้น ช่วยเหลือ และสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ คอยอำนวยความสะดวก จัดหาแหล่งการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สิริพร ทิพย์คง (2545: 99) กล่าวว่า ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลนั้น ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ นักเรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติ คำถามที่ใช้ควรกระตุ้นนักเรียนด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” ซึ่งการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งที่สำคัญ มีแนวทางดังนี้

1. ครูควรให้นักเรียนได้เห็นโจทย์หรือปัญหาที่สนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของนักเรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้
2. ครูควรให้นักเรียนมีโอกาสมืออิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้ และให้เหตุผลของตนเอง
3. ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุป โดยครูช่วยสรุปและชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจว่า เหตุผลของนักเรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ มีข้อบกพร่องที่ใดอย่างไร

สสวท. (2547: 15-18) กล่าวว่า การพัฒนาด้านการให้เหตุผลจะบรรลุผลมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับครูและการจัดการของครูเป็นสำคัญ รวมทั้งการจัดบรรยากาศ กิจกรรม พฤติกรรม การเรียนการสอนและการประเมินผล ซึ่งบทบาทของครูที่จะส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลแสดงได้ด้วยแผนภาพดังนี้



ภาพประกอบ 1 บทบาทของครูที่ส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผล

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. หน้า 15.

จากการศึกษา แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล สรุปได้ว่า ครูควรจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน โดยได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระโดยครูใช้คำถามกระตุ้นบ่อยๆ ให้

ผู้เรียนเกิดความสนใจ นอกจากนี้ควรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเข้าใจและมี
เหตุผล ไม่เกิดความอึดอัด ความกลัว หรือความกดดันใดๆ

4.5 งานวิจัยเกี่ยวกับการให้เหตุผล

งานวิจัยในประเทศ

ธนภัทร เตชาภิรมณ์ (2546: 35-38) ได้สร้างบทเรียนเรื่องการให้เหตุผล สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนเรื่อง
การให้เหตุผลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนกลุ่ม
ตัวอย่างก่อนและหลังการทดลอง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
3 โรงเรียนสิงห์บุรี อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 1 ห้องเรียน
50 คน โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถ
เพียงพอในการเรียนรู้เรื่องการให้เหตุผล ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมี
ความสามารถในการให้เหตุผลหลังเรียนสูงกว่าความสามารถในการให้เหตุผลก่อนเรียน ที่ระดับ
นัยสำคัญ .01 และได้ให้ข้อเสนอแนะว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถเพียงพอใน
การเรียนรู้เรื่องการให้เหตุผล

อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ (2548: 57-64) ได้สร้างชุดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดเชิง
คณิตศาสตร์ด้านกระบวนการการให้เหตุผลระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาความสามารถ
ทางการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ด้านกระบวนการการให้เหตุผล ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วย
ชุดการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนวัดสุทธิวราราม จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ซึ่งได้จากการ
อาสาสมัครจำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่
ร้อยละ 50 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่
ระดับนัยสำคัญ .01 และได้ให้ข้อเสนอแนะว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรเปิดโอกาส
ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและร่วมกันอภิปรายในห้องเรียน เพื่อฝึกให้นักเรียนกล้าคิด
กล้าพูด กล้าแสดงออกมากขึ้น และเกิดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองยิ่งขึ้น และเมื่อ
นักเรียนอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ ครูควรอธิบายให้นักเรียนทราบด้วยว่าทำไม และ
ควรแก้ไขอย่างไรจึงจะถูกต้องหรือสมบูรณ์ โดยอาจให้เพื่อนในชั้นเรียนช่วยกันพิจารณา

ปิยวรรณ ตีระกิตติธนา (2548: 39-45) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้การ
สื่อสารแนวความคิดเพื่อเพิ่มความสามารถในการให้เหตุผลเรื่องความเท่ากันทุกประการของรูป
สามเหลี่ยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่างในการเรียนด้วยกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนศรัทธาสมุทร อำเภอเมือง
จังหวัดสมุทรสงคราม โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 45 คน จาก

นักเรียนจำนวน 9 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนจัดนักเรียนแบบคละความสามารถทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังใช้กิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสูงกว่าก่อนการใช้กิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่สอบผ่านเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และได้ให้ข้อเสนอแนะในการเรียนการสอนว่าครูควรมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรม กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ได้แสดงเหตุผลและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง

เปียทิพย์ เขาไข่แก้ว (2551: 54-60) ได้สร้างชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นที่เน้นการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังจากเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และศึกษาเจตคติที่มีต่อเนื้อหาทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน จากนักเรียนทั้งหมด 8 ห้องเรียน จำนวน 306 คน โดยโรงเรียน จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียนที่มีผลการเรียนระดับ เก่ง ปานกลาง และอ่อนอยู่ในห้องเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ขึ้นไป ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และมีเจตคติต่อเนื้อหาทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก และได้ให้ข้อเสนอแนะในการเรียนการสอนว่าในขณะที่ทำไปกิจกรรม ครูควรเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน คอยสังเกตและให้คำแนะนำแก่นักเรียนตามความเหมาะสม โดยใช้คำถามนำ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความสามารถในการให้เหตุผล การใช้คำถาม ควรใช้เท่าที่จำเป็น และเป็นคำถามปลายเปิด เช่น ทำไม เพราะเหตุใด อย่างไร เป็นต้น นอกจากนี้ควรมีการสร้างชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลสำหรับเนื้อหาอื่นๆ หรือในระดับชั้นอื่นๆ

ระพีพัฒน์ แก้วอ่ำ (2553: 44-50) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อศึกษาความสามารถทางการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งศึกษาพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียน 40 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม จากนักเรียนทั้งหมด 6 ห้องเรียน จำนวน 280 คน ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ ผลการวิจัยพบว่า ด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 99 กล่าวได้ว่านักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์ มีมากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 99 กล่าวได้ว่าความสามารถด้าน

ความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางตามกันในระดับค่อนข้างมากที่สุด และด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 99 กล่าวได้ว่านักเรียนที่มีพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และให้ข้อเสนอแนะว่าควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็นกันเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น แสดงเหตุผลแลกเปลี่ยนแนวความคิดซึ่งกันและกันอย่างเต็มที่ จะทำให้ได้ข้อสรุปที่สมบูรณ์ และช่วยส่งเสริมให้กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น และในการส่งเสริมให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างแสดงความคิดเห็นร่วมกัน และอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปต้องใช้เวลามาก ดังนั้นครูควรวางแผนการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเวลาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

งานวิจัยต่างประเทศ

ลอเดียน (Laudien. 1999: 3384-A) ได้ศึกษาการให้เหตุผลจากตำราเรียน โดยนำตำราเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ขายตามร้านหนังสือ และชุดตำราเรียนทดลองของนักเรียนเกรด 7 และ นักเรียนเกรด 8 มาวิเคราะห์ว่ามีเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนใช้การให้เหตุผลมากน้อยเพียงใด และตำราเรียนทั้งสองแบบนี้มีการให้เหตุผลและการพิสูจน์อย่างไร ผลการวิจัยพบว่า ตำราเรียนที่ขายตามร้านหนังสือและชุดตำราเรียนทดลองมีความแตกต่างกัน และตำราทั้งสองควรเพิ่มการให้เหตุผลแบบนิรนัยตามลำดับเกรด

เพอโรน (Perrine. 2001: Online) ได้ศึกษาผลการแก้ปัญหาพื้นฐานของการสอนคณิตศาสตร์ ในการให้เหตุผลเกี่ยวกับเศษส่วนของครู โดยการพัฒนาการให้เหตุผลในเรื่องสัดส่วนมีความสำคัญต่อวิชาคณิตศาสตร์ ครูจะต้องมีวิธีการสอนที่น่าสนใจเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้เข้าใจบทเรียนมากขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ซึ่งการเรียน 1 ภาคเรียน จะต้องเก็บคะแนนซึ่งคะแนนที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อการเรียนในปีต่อไป มีผู้เข้าร่วมเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 187 คน มีวิทยากรจำนวน 6 คน หนึ่งในนั้นเป็นครูประจำชั้นซึ่งสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ในชั้นเรียนได้ ใน 187 คนนี้ เมื่อถึงภาคเรียนที่ 2 มีนักเรียน 108 คน ประสบปัญหาในการสอบปลายภาค และในต้นภาคเรียนที่ 3 ผลรวมแสดงออกมาให้เห็นว่าการแก้ปัญหามีเหตุผลมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการแก้ปัญหามีเหตุผลจึงเป็นปัจจัยหลักในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ครูจะต้องมีวิธีการสอนที่แตกต่างจากการสอนแบบเดิมที่นักเรียนไม่เคยเจอมาก่อน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผล พบว่ามีหลายบุคคลที่ให้ความสำคัญและทำการวิจัยที่เป็นการส่งเสริมการให้เหตุผลแก่นักเรียน ในเนื้อหาต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยสร้างเป็นกิจกรรมการเรียนการสอน หรือชุดกิจกรรมการเรียนการสอน และนักเรียนมีความสามารถด้านการให้เหตุผลที่ดีขึ้น โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้แก่ นักเรียน ส่งเสริมนักเรียนได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง มีการแสดงความคิดเห็น แสดงเหตุผลเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน โดยครูคอยให้คำแนะนำและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดตามเป้าหมาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการวิจัยที่เป็นการเสริมสร้างการให้เหตุผลแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากร และการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โดยเลือกนักเรียน 1 ห้องเรียน จากนักเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน จำนวน 30 คน โดยการสุ่มแบบเกาะกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย

1.1 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่องสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน และคู่มือการใช้โปรแกรม C.a.R.

1.2 บทเรียนสำหรับใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ประกอบด้วย ใบกิจกรรม และกิจกรรมภาคปฏิบัติบนคอมพิวเตอร์ที่สร้างจากโปรแกรม C.a.R. ซึ่งมีลักษณะเป็นแฟ้มคำสั่ง

1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด มีทั้งหมด 5 แผน แต่ละแผนมีจำนวนคาบอย่างละ 2 คาบ

2. แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานในการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งใช้วัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนการเรียน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อคัดเลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ โดยคำถามแต่ละข้อประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่แสดงความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และส่วนที่แสดงความสามารถด้านการให้เหตุผล ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. เตรียมงานด้านวิชาการ

ผู้วิจัยได้ศึกษาหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1.1 ศึกษาเนื้อหาเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด จากหนังสือและเอกสารประกอบด้วย

1.1.1 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2553: 169-234)

1.1.2 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2553: 169-234)

1.1.3 หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2553: 169-234)

1.1.4 หนังสือเรขาคณิตของโครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิสอวน. (ยุพิน พิพิธกุล; และอุษณีย์ ลีรัตน์. 2547: 138-165)

1.1.5 ประมวลสาระชุดวิชาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 5 (โกมล ไพศาล. 2554: 64-74)

1.1.6 เทคโนโลยีที่ได้จากวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (พิชากร แปลงประสพโชค. 2535: 17-69)

1.1.7 การออกแบบ เขียนแบบ (สมทรง เวียงอำพล. 2529: 116-137)

1.1.8 การเขียนแบบสถาปัตยกรรม (เฉลิม รัตนทัศนีย์. 2533: 29-45)

1.1.9 โลกเรขาคณิต (ดำรงค์ ทิพย์โยธา. 2555: 141-208)

1.1.10 Using Geometry (David W. Wells; Leroy C. Dalton; and Vincent F. Brunner. 1984: 35-37)

1.1.11 Geometry with geometry explorer (Michael Hvidsten. 2005: 147-179)

1.1.12 Geometry (Ray C. Jurgensen; Richard G. Brown; and John W. Jurgensen. 1985: 335-377)

1.1.13 Geometry: a contemporary approach (Thomas G. Lathrop and Lee A. Stevens. 1967: 234-244)

1.1.14 Geometry. (Kenneth J. Travers; LeRoy C. Dalton; and Katherine P. Layton. 1987: 431-458)

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผล

2. การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

2.1 กำหนดกรอบเนื้อหาเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด เป็นบทเรียนสำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยครูและนักเรียนใช้ร่วมกัน ซึ่งในบทเรียนแบ่งเนื้อหาออกเป็นดังนี้

2.1.1 การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด 8 คาบ

2.1.2 การนำไปใช้ 2 คาบ

2.2 จัดทำบทเรียนตามกรอบเนื้อหาในข้อ 2.1

2.3 จัดทำใบกิจกรรม ซึ่งในใบกิจกรรมแต่ละข้อประกอบด้วยกิจกรรม 2 ส่วน คือ ส่วนที่แสดงความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และส่วนที่แสดงความสามารถด้านการให้เหตุผล คะแนนจากใบกิจกรรมเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนรู้ และกำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนใบกิจกรรม ดังนี้

2.3.1 ส่วนที่แสดงความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ใช้แนวทางการตรวจให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 58) ประกอบด้วย

ขั้นการสร้าง ใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 1 หน้า 6

ขั้นการเขียนขั้นตอนการสร้าง ใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 2 หน้า 6

2.3.2 ส่วนที่แสดงความสามารถด้านการให้เหตุผล ใช้แนวทางการตรวจให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 58) ใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 3 หน้า 7

2.4 สร้างกิจกรรมภาคปฏิบัติบนคอมพิวเตอร์ที่สร้างจากโปรแกรม C.a.R. ซึ่งมีลักษณะเป็นแฟ้มคำสั่งโดยมีโครงสร้างของกิจกรรมภาคปฏิบัติบนคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของ HTML เพื่อให้เกิดความสะดวกในการเรียกใช้ในแต่ละกิจกรรม ซึ่งมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

2.4.1 สารบัญหลัก

2.4.2 สารบัญย่อย

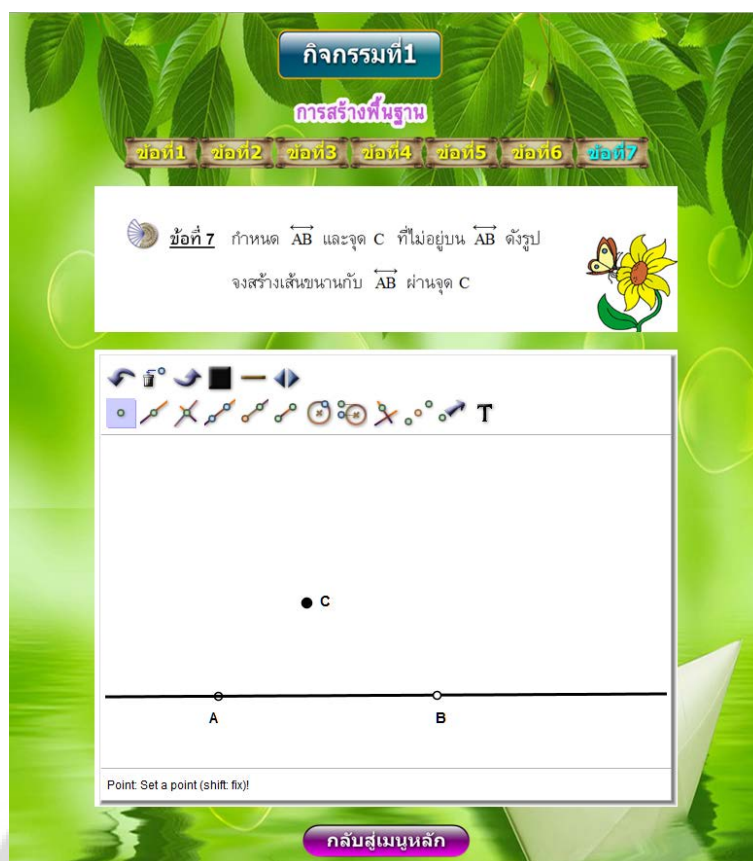
2.4.3 กิจกรรม (ดังภาพประกอบ)



ภาพประกอบ 2 สารบัญหลัก



ภาพประกอบ 3 สารบัญย่อย



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างกิจกรรม

2.5 จัดทำคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย

2.5.1 คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

2.5.2 คู่มือการใช้โปรแกรม C.a.R.

2.6 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด มีทั้งหมด 5 แผน แต่ละแผนมีจำนวนคาบอย่างละ 2 คาบ ประกอบด้วย

2.6.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.6.2 สารการเรียนรู้

2.6.3 สื่อการเรียนรู้ ประกอบด้วย ใบกิจกรรม และกิจกรรมภาคปฏิบัติบนคอมพิวเตอร์ที่สร้างจากโปรแกรม C.a.R. ซึ่งมีลักษณะเป็นแฟ้มคำสั่ง

2.6.4 กิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

- 1) ครูแนะนำการใช้โปรแกรม C.a.R. และชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
- 2) นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้โปรแกรม C.a.R.
- 3) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุป

2.6.5 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

- 1) ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประเมินจากการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และการเขียนขั้นตอนการสร้างของนักเรียนในการปฏิบัติกิจกรรมจากแฟ้มคำสั่งและใบกิจกรรม
- 2) ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประเมินจากการแสดงแนวคิด เพื่อให้เหตุผลยืนยันการสร้างอย่างสมเหตุสมผลจากใบกิจกรรม การตอบคำถาม และการแสดงความคิดเห็นของนักเรียน
- 3) ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประเมินเกี่ยวกับความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น และความรับผิดชอบในการทำงาน โดยใช้แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 140-141)

2.7 กำหนดการประเมินผลของนักเรียน โดยแบ่งการประเมินผลของนักเรียนเป็นดังนี้

2.7.1 การประเมินผลระหว่างเรียน ครูประเมินจากการทำกิจกรรมของนักเรียน มีน้ำหนักคะแนนคิดเป็นร้อยละ 40 ของคะแนนทั้งหมด

2.7.2 การประเมินผลหลังเรียน ครูประเมินจากการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีน้ำหนักของคะแนนคิดเป็นร้อยละ 60 ของคะแนนทั้งหมด

3. นำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและวิชาชีพและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบแก้ไขปรับปรุง เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษา ชี้นำข้อบกพร่อง และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

4. นำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและวิชาชีพไปทดลองใช้กับกลุ่มนักร้องซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวิสุทธิกษัตริย์ อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 10 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เวลาทดลองสอนนอกเวลาเรียนปกติซึ่งนักเรียนใช้คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1 คน

5. นำชุดกิจกรรมการเรียนการสอนจากข้อที่ 4 มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง และนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและวิชาชีพและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง

2. การสร้างแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อเป็นการคัดเลือกรักเรียนที่จะทำการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎี หลักการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางการเรียน และเทคนิคการวัดผลการเรียนรู้
2. วิเคราะห์เนื้อหาสาระสำคัญ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน
3. สร้างแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยแบบทดสอบมีคำถามแบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ
4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่ โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้
 - คะแนน +1 สำหรับแบบทดสอบที่สอดคล้องผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 - คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 - คะแนน -1 สำหรับแบบทดสอบที่ไม่สอดคล้องผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
5. นำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่า IOC แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป
6. นำแบบทดสอบจากข้อ 5 ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มนาร่อง ที่เป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกับที่ใช้ในการนาร่องชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R.
7. วิเคราะห์แบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 6 มาตรวจให้คะแนน ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ คือ ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน
8. นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบในข้อ 7 มาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) เลือกแบบทดสอบ 30 ข้อ ที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด
9. นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 8 มาคำนวณเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson 20) ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน เท่ากับ 0.83
10. นำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด เป็นแบบทดสอบที่ใช้หลังการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาทฤษฎี หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเทคนิคการวัดผลการเรียนรู้
2. วิเคราะห์เนื้อหาสาระสำคัญ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยแบบทดสอบมีคำถามแบบอัตนัย จำนวน 20 ข้อ โดยคำถามแต่ละข้อประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่แสดงความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และส่วนที่แสดงความสามารถด้านการให้เหตุผล
4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่ โดยใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้
 - คะแนน +1 สำหรับแบบทดสอบที่สอดคล้องผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 - คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 - คะแนน -1 สำหรับแบบทดสอบที่ไม่สอดคล้องผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่า IOC แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป
6. นำแบบทดสอบจากข้อ 5 ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มนาร่อง ที่เป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกับที่ใช้ในการนาร่องชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R.
7. วิเคราะห์แบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 6 มาตรวจให้คะแนน ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- 7.1 ส่วนที่แสดงความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ใช้แนวทางการตรวจให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 58) ประกอบด้วย
 - ขั้นการสร้าง ใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 1 หน้า 6
 - ขั้นการเขียนขั้นตอนการสร้าง ใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 2 หน้า 6
- 7.1 ส่วนที่แสดงความสามารถด้านการให้เหตุผล ใช้แนวทางการตรวจให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 58) ใช้เกณฑ์ดังตารางที่ 3 หน้า 7

8. นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบในข้อ 7 มาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) เลือกแบบทดสอบ 8 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

9. นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 8 มาคำนวณเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.95

10. นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบหลังการทดลอง (One-Group Posttest-Only Design) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วทำการทดสอบหลังการทดลอง แล้วพิจารณาผลการทดลอง

การดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการทดลองสอนจำนวน 10 คาบ เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียน จำนวน 1 คาบ และเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 2 คาบ รวมเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 13 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งรายละเอียดการดำเนินการทดลองมีดังนี้

1. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาเรียนนอกคาบเรียนปกติรวมทั้งสิ้น 10 คาบ

2. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนทั้ง 2 หน่วย ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ผู้วิจัยนำคะแนนทั้งหมดที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคะแนนจากใบกิจกรรมในชั้นเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 1 ที่ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สามารถผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ด้วยการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัดส่วนของประชากร โดยใช้สถิติทดสอบ Z (Z-Test for Population Proportion)

3. ทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 ที่ว่าความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์กัน โดยการใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงเดียว (Simple Correlation Analysis)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นโดยคำนวณจากสูตร KR – 20 สำหรับแบบทดสอบแบบปรนัย และสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) สำหรับแบบทดสอบอัตนัย
3. สถิติสำหรับการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ การทดสอบ Z (Z-test for Population Proportion) และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงเดียว (Simple Correlation Analysis)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมาย (1) ศึกษาความสามารถในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล (2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล

3. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความสามารถในการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล

4. ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้คะแนนความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม

5. การทดสอบว่าจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

6. การทดสอบว่าความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์กัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โดยเลือกนักเรียน 1 ห้องเรียน จากนักเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน จำนวน 30 คน โดยการสุ่มแบบเกาะกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยคัดเลือกจากนักเรียนที่สอบวัดความรู้พื้นฐานผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ซึ่งข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ ได้แก่ (1) คะแนนความสามารถในการเรียน ประกอบด้วย คะแนนที่ได้จากใบกิจกรรม และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด (2) คะแนนส่วนที่เป็นความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และคะแนนส่วนที่เป็นความสามารถด้านการให้เหตุผล ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
ด้านการสร้างตาม เงื่อนไขที่กำหนด	20	16.60	83.00	1.84
ด้านการให้เหตุผล	20	12.41	62.05	2.50
รวม	40	29.01	72.53	4.24

จากตาราง 4 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน เท่ากับ 29.01 คิดเป็นร้อยละ 72.53 ของคะแนนเต็ม โดยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ($\bar{x} = 16.60$ คิดเป็นร้อยละ 83.00 ของคะแนนเต็ม) มากกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนด้านการให้เหตุผล ($\bar{x} = 12.41$ คิดเป็นร้อยละ 62.05 ของคะแนนเต็ม) และมีการกระจายของคะแนนจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน เท่ากับ 4.24 โดยมีการกระจายของคะแนนด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.84) น้อยกว่าด้านการให้เหตุผล (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.50)

2. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ปรากฏผลดังตาราง 5

ตาราง 5 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
ด้านการสร้างตาม เงื่อนไขที่กำหนด	30	24.25	80.83	4.04
ด้านการให้เหตุผล	30	18.43	61.43	4.19
รวม	60	42.88	71.47	8.03

จากตาราง 5 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 42.88 คิดเป็นร้อยละ 71.47 ของคะแนนเต็ม โดยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ($\bar{x} = 24.25$ คิดเป็นร้อยละ 80.83 ของคะแนนเต็ม) มากกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนด้านการให้เหตุผล ($\bar{x} = 18.43$ คิดเป็นร้อยละ 61.43 ของคะแนนเต็ม) และมีการกระจายของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 8.03 โดยมีการกระจายของคะแนนด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.04) น้อยกว่าด้านการให้เหตุผล (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.19)

3. ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความสามารถในการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ปรากฏผลดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความสามารถในการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
ด้านการสร้างตาม เงื่อนไขที่กำหนด	50	40.85	81.70	4.68
ด้านการให้เหตุผล	50	30.83	61.66	5.80
รวม	100	71.68	71.68	10.24

จากตาราง 6 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล เท่ากับ 71.68 คิดเป็นร้อยละ 71.68 ของคะแนนเต็ม โดยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ($\bar{x} = 40.85$ คิดเป็นร้อยละ 81.71 ของคะแนนเต็ม) มากกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนด้านการให้เหตุผล ($\bar{x} = 30.83$ คิดเป็นร้อยละ 61.66 ของคะแนนเต็ม) และมีการกระจายของคะแนนความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล เท่ากับ 10.24 โดยมีการกระจายของคะแนนด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.68) น้อยกว่าด้านการให้เหตุผล (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.80)

4. ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้คะแนนความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม ปรากฏผลดังตาราง 7

ตาราง 7 ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้คะแนนความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม (คน)	ค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	30	24	80

จากตาราง 7 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม มีจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

5. การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

สมมติฐานข้อที่ 1 กล่าวว่าจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ปรากฏผลดังตาราง 8

ตาราง 8 ค่าสถิติทดสอบ Z สำหรับการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม	ค่าสถิติทดสอบ Z	ค่าวิกฤต
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	30	24	2.236*	1.645

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 24 คน หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล มีความสามารถในการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6. การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2

สมมติฐานข้อที่ 2 กล่าวว่าความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์กัน

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบภาวะการแจกแจงปกติของคะแนน ปรากฏผลดังตาราง 9

ตาราง 9 ตารางแสดงภาวะการแจกแจงปกติของคะแนน

Test of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
ด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด	.092	30	.200	.973	30	.630
ด้านการให้เหตุผล	.119	30	.200	.962	30	.350

จากตาราง 9 พบว่า

1. ภาวะการแจกแจงปกติของคะแนนด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : คะแนนความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดมีการแจกแจงปกติ

H_1 : คะแนนความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดไม่มีการแจกแจงปกติ

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า Sig. (Significance) ของสถิติทดสอบน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด ในที่นี้กำหนดระดับนัยสำคัญ = .01 เนื่องจากกำหนดระดับความเชื่อมั่นไว้ 99% และได้ค่า Sig. (Significance) ของ Kolmogorov-Smirnov = .20 ในขณะที่ Significance ของ Shapiro-Wilk = .63 ซึ่งมากกว่า .01 จึงสรุปได้ว่า ความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดมีการแจกแจงปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .01

2. ภาวะการแจกแจงปกติของคะแนนด้านการให้เหตุผล

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : คะแนนความสามารถด้านการให้เหตุผลมีการแจกแจงปกติ

H_1 : คะแนนความสามารถด้านการให้เหตุผลไม่มีการแจกแจงปกติ

เขตปฏิเสธ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า Sig. (Significance) ของสถิติทดสอบน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด ในที่นี้กำหนดระดับนัยสำคัญ = .01 เนื่องจากกำหนดระดับความเชื่อมั่นไว้ 99% และได้ค่า Sig. (Significance) ของ Kolmogorov-Smirnov = .20 ในขณะที่ Significance ของ Shapiro-Wilk = .35 ซึ่งมากกว่า .01 จึงสรุปได้ว่า ความสามารถด้านการให้เหตุผลมีการแจกแจงปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .01

ขั้นที่ 2 ทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดและความสามารถด้านการให้เหตุผล ปรากฏผลดังตาราง 10

ตาราง 10 ค่าสถิติทดสอบ t สำหรับการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2

ความสัมพันธ์	จำนวน นักเรียน (คน)	ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ (r)	ค่าสถิติทดสอบ Z	ค่าวิกฤต
ความสามารถด้านการสร้างตาม เงื่อนไขที่กำหนดและ ความสามารถด้านการให้เหตุผล	30	0.916	13.19**	2.467

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การแปลความหมายระดับความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) โดยใช้เกณฑ์การประเมินของ ออร์พินห์ เจียร์พงษ์ (2555: 209) ดังนี้

- 0.81 – 1.00 : ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระดับค่อนข้างมากที่สุด
- 0.61 – 0.80 : ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระดับค่อนข้างมาก
- 0.41 – 0.60 : ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระดับปานกลาง
- 0.21 – 0.40 : ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระดับค่อนข้างน้อย
- 0.00 – 0.20 : ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระดับน้อยที่สุด

จากตาราง 10 พบว่า ความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดและความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางตามกันโดยสัมพันธ์ในระดับค่อนข้างมากที่สุด ($r = 0.92$)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย สมมติฐานของการวิจัย และวิธีดำเนินการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สามารถผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด
2. ความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์กัน

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โดยเลือกนักเรียน 1 ห้องเรียน จากนักเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน จำนวน 30 คน โดยการสุ่มแบบเกาะกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย

1.1 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่องสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน และคู่มือการใช้โปรแกรม C.a.R.

1.2 บทเรียนสำหรับใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ประกอบด้วย ใบกิจกรรม และกิจกรรมภาคปฏิบัติบนคอมพิวเตอร์ที่สร้างจากโปรแกรม C.a.R. ซึ่งมีลักษณะเป็น แฟ้มคำสั่ง

1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด มี 5 แผน แต่ละแผนมีจำนวนคาบอย่างละ 2 คาบ

2. แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งใช้วัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนการเรียน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อคัดเลือกรักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ โดยคำถามแต่ละข้อประกอบด้วย 2 ส่วน คือส่วนที่แสดงความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และส่วนที่แสดงความสามารถด้านการให้เหตุผล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการทดลองสอนจำนวน 10 คาบ เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียน จำนวน 1 คาบ และเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 2 คาบ รวมเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 13 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งรายละเอียดการดำเนินการทดลองมีดังนี้

1. ผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่อง การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาเรียนนอกคาบเรียนปกติรวมทั้งสิ้น 10 คาบ

2. เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนทั้ง 2 หน่วย ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ผู้วิจัยนำคะแนนทั้งหมดที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
2. หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล
3. หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความสามารถในการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล
4. หาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้คะแนนความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม
5. ทดสอบว่าจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด
6. ทดสอบว่าความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์กัน

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้คะแนนจากการทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 29.01 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.53 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.24 คะแนน
2. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 42.88 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.47 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.03 คะแนน
3. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้คะแนนความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 71.68 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.68 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.24 คะแนน
4. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนรวมทั้งหมด มีจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

5. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. ความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดและความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางตามกันโดยสัมพันธ์ในระดับค่อนข้างมากที่สุด ($r = 0.92$)

อภิปรายผล

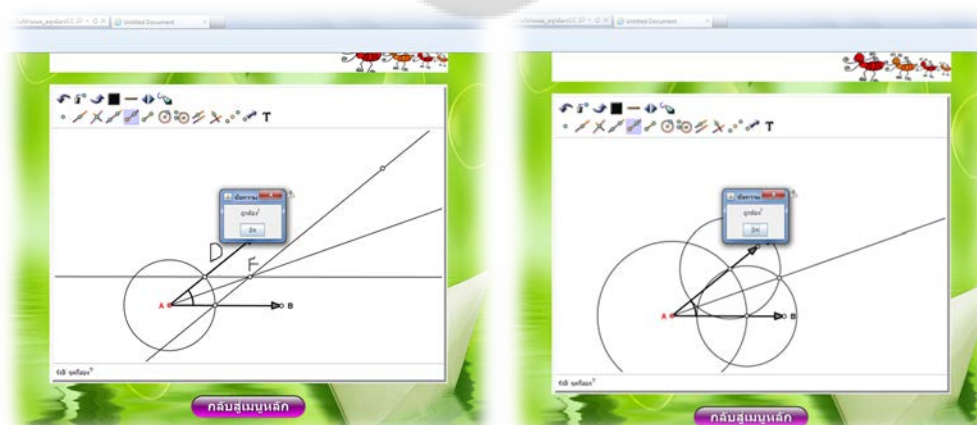
1. จากการศึกษาความสามารถในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากรเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล พบว่า นักเรียนสามารถผ่านเกณฑ์การเรียนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

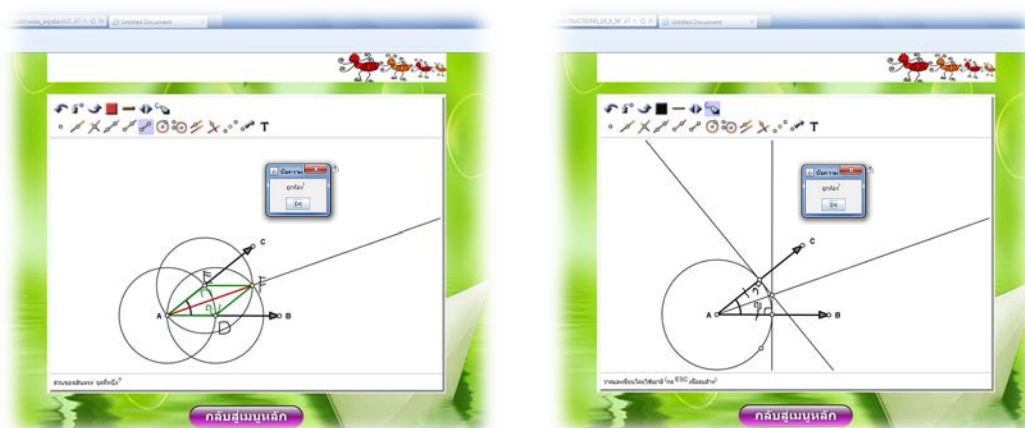
1.1 ผู้วิจัยใช้โปรแกรม C.a.R. ในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งโปรแกรม C.a.R. นั้นถือว่าเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่มีการนำไปใช้สอนคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี และนักเรียนให้ความสนใจ กระตือรือร้น และให้ความร่วมมือต่อการทำกิจกรรม และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังที่ ปุณยพล จันทรฝอย (2551: 74-80) และ อนุวัฒน์ เดชโชสง (2553: 60-66) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำโปรแกรม C.a.R. ไปใช้สอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม C.a.R. ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ รวมทั้งการนำโปรแกรม C.a.R. ไปใช้สอนเนื้อหาเกี่ยวกับเรขาคณิต เช่น การแปลงทางเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการ จะพบว่านักเรียนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ดังที่สุทธินันท์ บุญพัฒนาภรณ์ (2549: 47-51) และวรวรรณ กฤตยากรนุพงศ์ (2551: 52-57) ได้ทำการศึกษาไว้ แสดงให้เห็นว่าโปรแกรม C.a.R. เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้สอนคณิตศาสตร์ รวมทั้งเนื้อหาทางเรขาคณิต จึงทำให้นักเรียนสนใจและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี สอดคล้องกับอุบล กลองกระโทก (2554: 5) ที่ได้กล่าวว่า การนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นจะช่วยให้เด็กนักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มาก ซึ่งนักเรียนจะให้ความสนใจต่อการเรียน เนื่องจากไม่น่าเบื่อเหมือนการฟังครูสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้โปรแกรม C.a.R. ยังเป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อการใช้งาน เน้นการสร้างรูปเรขาคณิตในลักษณะเดียวกันกับการใช้สันตรงและวงเวียน โปรแกรมมีการตอบสนองต่อผู้ใช้ ทำให้นักเรียนได้ลองผิดลองถูกในการสร้าง ประกอบกับนักเรียนสามารถย้อนดูขั้นตอนการสร้างได้อย่างเป็นลำดับขั้น จึงทำให้นักเรียนสนใจที่จะทำกิจกรรมการสร้างตามเงื่อนไขกำหนด



ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างการทำกิจกรรม

1.2 ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งการเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง โดยครูคอยใช้คำถามกระตุ้นและให้คำแนะนำตามความเหมาะสม และให้ผู้เรียนอภิปรายกันเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด ซึ่งเมื่อนักเรียนมีการอภิปรายพบว่านักเรียนบางคนมีแนวคิดที่แตกต่างจากเพื่อน



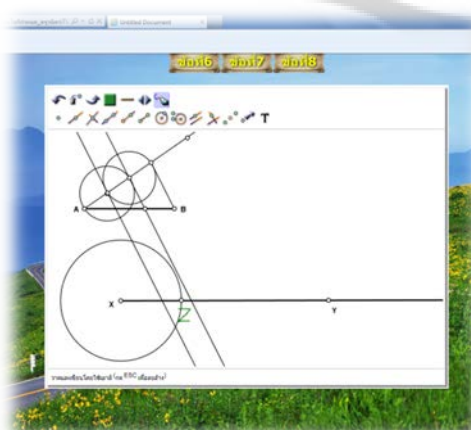
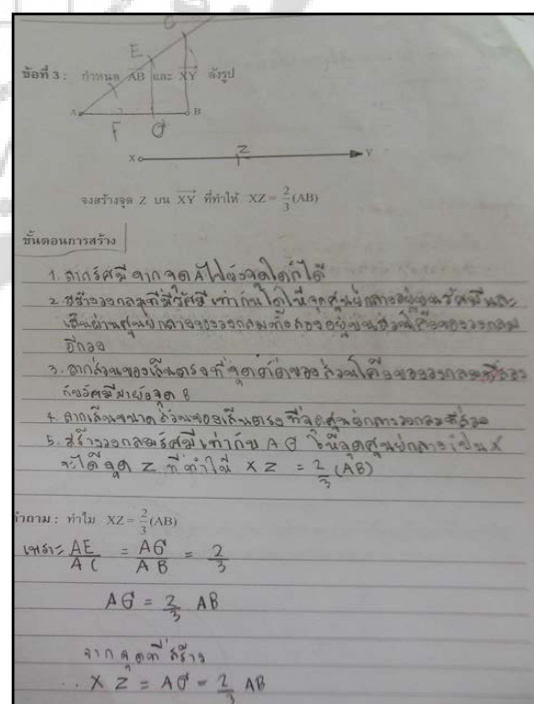
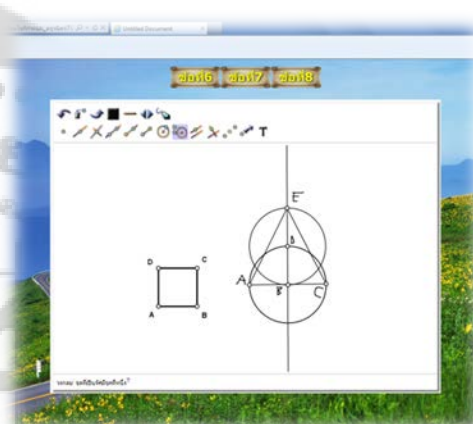
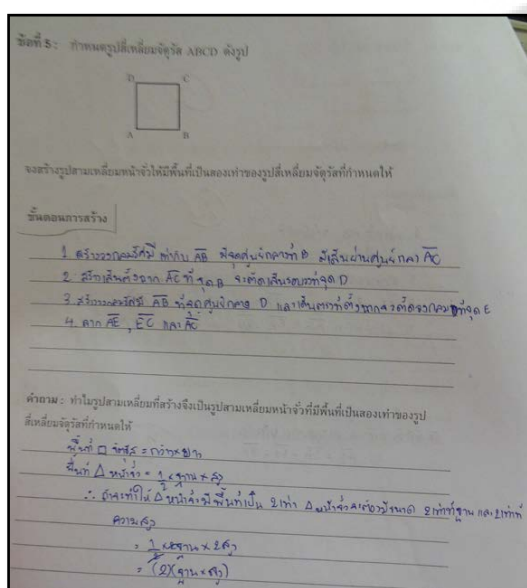


ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างแนวคิดที่หลากหลาย

ผู้วิจัยพบว่า การที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม โดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และมีการแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ โดยมีครูใช้คำถามกระตุ้นและให้คำชี้แนะ ทำให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ดีขึ้นในชั่วโมงถัดไป โดยเฉพาะการให้เหตุผลจะพบว่าถ้าผู้เรียนสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดไม่ได้ก็จะไม่สามารถให้เหตุผลได้ แต่เมื่อผู้เรียนสามารถสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ ก็จะสามารถอธิบายถึงแนวคิดที่เป็นเหตุผลยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ดีขึ้นเมื่อมีการทำกิจกรรมหลายๆกิจกรรมผ่านไป ซึ่งสอดคล้องกับอิทธิเทพ นวาระสุจิตร์ (2548: 27) ที่กล่าวว่าการเรียนการสอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางสามารถพัฒนาการให้เหตุผลได้ เนื่องจากการเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง รวมทั้งสิริพร ทิพย์คง (2545: 99) ได้กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลว่า ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและให้เหตุผล สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยวรรณ ตีระกิตติธนา (2548: 39-45) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผล โดยมีการเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดของตนเอง และครูเป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้คำชี้แนะ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลที่ดีขึ้นกว่าเดิม

2. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดและความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผลมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางตามกันโดยสัมพันธ์ในระดับค่อนข้างมากที่สุด ($r = 0.92$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโปรแกรม C.a.R. เป็นโปรแกรมที่มีการตอบสนองเมื่อนักเรียนสร้างได้ถูกต้องไม่ว่าจะสร้างด้วยวิธีการใดก็ตามและไม่จำกัดวิธีการสร้าง อีกทั้งยังสามารถย้อนดูขั้นตอนการสร้างเป็นขั้นๆ ทำให้นักเรียนสามารถย้อนกลับไปดูลำดับขั้นแนวคิดเพื่อยืนยันว่าสิ่งที่ได้สร้างไปนั้นถูกต้อง ซึ่งเมื่อนักเรียนสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดแล้วผู้วิจัยให้นักเรียนได้อธิบายแสดงแนวคิดของตนเองในแต่ละข้อ จึงทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับการแสดงแนวคิด และนอกจากนี้ผู้วิจัยเน้นให้

นักเรียนเขียนลงไปกิจกรรมที่มีลักษณะเป็นคำถามแบบอัตนัย เขียนอธิบายทั้งการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และเหตุผลประกอบ ทำให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการในการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และกระบวนการให้เหตุผลควบคู่กันไป จึงเป็นผลทำให้ความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดและความสามารถในการให้เหตุผลมีความสัมพันธ์ในทิศทางตามกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของระพีพัฒน์ แก้วอ่ำ (2553: 44-50) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผล โดยใช้แนวทางให้นักเรียนมีการอธิบายทั้งด้านความรู้ และการให้เหตุผล และให้เขียนลงไปกิจกรรมที่มีข้อคำถามแบบอัตนัย ทั้งด้านความรู้และด้านการให้เหตุผล จึงเป็นการให้นักเรียนฝึกการให้เหตุผลและความรู้ทางคณิตศาสตร์ควบคู่กันไป ซึ่งพบว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลมีความสัมพันธ์กัน



ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัย

1. นักเรียนให้ความสนใจในการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด จากโปรแกรม C.a.R. มากกว่าการเขียนลงใบกิจกรรม ผู้วิจัยจึงเน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของเขียนบรรยายขั้นตอนการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดและเหตุผลประกอบการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดลงในใบกิจกรรม และย้าให้นักเรียนเขียนบรรยายลงในใบกิจกรรม โดยแบ่งเวลาในการสร้างจากโปรแกรม C.a.R. เวลาในการอภิปราย และเวลาในการเขียนลงใบกิจกรรม ซึ่งนักเรียนให้ความสนใจมากขึ้น
2. นักเรียนบางส่วนไม่สามารถสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้แม้ว่าจะพยายามสร้างก็ตาม แต่ก็ยังสร้างไม่ได้ และมีนักเรียนอีกบางส่วนที่สร้างได้แต่ยังแสดงเหตุผลไม่ดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการสร้างและเห็นแนวทางในการแสดงเหตุผล ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดแนวคิดในการสร้างและการแสดงเหตุผลได้มากขึ้นกว่าเดิม นอกจากนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนที่สร้างได้และมีแนวคิดที่แตกต่างกันได้อธิบายแนวความคิดนั้นๆ เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนกันระหว่างนักเรียน ทำให้นักเรียนคนอื่นได้เห็นแนวทางที่หลากหลายในการสร้างและแสดงเหตุผล
3. มีนักเรียนที่ทำเสร็จก่อนเพื่อนคนอื่นและมักจะทำข้อถัดไปก่อนโดยไม่ทันได้ฟังหรือให้คำอธิบาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการจัดกิจกรรมโดยให้เพื่อนช่วยเพื่อน และมีการเรียกให้นักเรียนที่ทำเสร็จก่อนอภิปรายถึงแนวคิดของตนเอง ทำให้นักเรียนกลุ่มนั้นให้ความสนใจต่อการอภิปรายและการช่วยเพื่อนมากขึ้น
4. ในการเรียนการสอนคาบ 1-2 นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมที่นานและไม่ทันเวลา อาจเนื่องมาจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยและขาดความชำนาญในการใช้โปรแกรม C.a.R. แต่เมื่อนักเรียนคุ้นเคยและมีความชำนาญในการใช้โปรแกรมแล้วก็ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปตามเวลาที่กำหนด ซึ่งนักเรียนให้ความสนใจและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี
5. หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูมีการตรวจให้คะแนนใบกิจกรรมและส่งคืนนักเรียนทุกครั้งเพื่อให้นักเรียนนำไปปรับปรุงในการทำกิจกรรมในหน่วยต่อไปให้ดีขึ้น นอกจากนี้ครูยังได้เห็นข้อบกพร่องของนักเรียนและนำไปปรับเพื่อการเรียนการสอนในคาบถัดไป
6. ในการเขียนบรรยายขั้นตอนการสร้างนักเรียนสามารถเขียนได้เข้าใจแต่ในการเขียนบรรยายเหตุผลมีนักเรียนบางส่วนยังเขียนได้ไม่ชัดเจน ดังนั้นครูเน้นให้นักเรียนเขียนให้ละเอียดและชัดเจนโดยยกตัวอย่างการเขียนให้นักเรียนได้เข้าใจ พบว่านักเรียนเขียนได้ดีขึ้นกว่าเดิม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ครูควรศึกษาคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนไปกิจกรรม แผนการเรียนรู้ รวมทั้งการใช้โปรแกรม C.a.R. อย่างละเอียด เพื่อเป็นแนวทางในการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้

1.2 ครูควรจัดกิจกรรมโดยให้มีบรรยากาศที่เป็นกันเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการแสดงแนวคิดในการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดและการให้เหตุผลเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันได้อย่างเต็มที่ และครูควรใช้คำถามกระตุ้นรวมทั้งคำแนะนำ เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้งิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เสริมสร้างการให้เหตุผลมีประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้น

1.3 ครูควรมีการฝึกทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองก่อนที่จะนำไปสอน เพราะในแต่ละกิจกรรมมีวิธีการในการสร้างได้มากกว่า 1 วิธี และแต่ละวิธีก็อาจจะมีการแสดงผลได้มากกว่า 1 แบบ และเมื่อนักเรียนแสดงแนวคิดที่แตกต่างครูควรรับฟังและนำมาพิจารณา เพราะแนวคิดที่แตกต่างของนักเรียนจะเป็นสิ่งที่มีประโยชน์อย่างมากต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

2.1 ควรทำการศึกษาเพื่อวิจัยเกี่ยวกับการนำโปรแกรม C.a.R. ไปใช้สอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับเนื้อหาอื่นๆ ที่เสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.2 ควรมีการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เสริมสร้างการให้เหตุผลสำหรับเนื้อหาอื่นๆ หรือในระดับชั้นอื่นๆ

2.3 ควรมีการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างอื่นๆ หลากหลายกลุ่ม หรือกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็กลงเพื่อศึกษาพฤติกรรมเชิงลึก



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- เกตุกนก หนูดี. (2553). ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่องกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม C.a.R. และโปรแกรม Euler สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- โกมล ไพศาล. (2540). การพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนรายบุคคลด้านเรขาคณิตสำหรับครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- (2554). ประมวลสาระชุดวิชา การจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 5 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ขวัญ เพี้ยชัย. (2547). การศึกษาความสามารถในการเรียนเรื่องการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอนที่ผู้เรียนสำคัญที่สุดของนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์ ระดับปริญญาตรี. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- คำโง่น เขียนทิลม. (2547). การสร้างชุดการเรียนรู้การสอนเรื่องสมการเชิงอนุพันธ์อันดับหนึ่งสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เฉลิม รัตนทัศนีย์. (2533). การเขียนแบบสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวาล แพรัตกุล. (2520). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ: มปป.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2526). หลักการและทฤษฎีเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.
- ดำรงค์ ทิพย์โยธา. (2555). โลกเรขาคณิต. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนภัทร เตชาภิรมณ์. (2546). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเกื้อ คอระหาเวช. (2545). นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด SR Printing.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- บุญมา จาริก. (2524). เพียเจต์ (PIAGET) และคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ปิยวรรณ ตีระกิตติธนา. (2548). *กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ใช้การสื่อสารแนวคิดเพื่อเพิ่มความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประคอง กรรณสูตร. (2538). *สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุงแก้ไข). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2549). *สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 6. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.
- บุญยพล จันทรฝอย. (2551). *ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติโดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เปี้ยทิพย์ เขาไขแก้ว. (2551). *ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ที่เน้นการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิจิตร อุตตะโปน. (2550). *ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิชากร แปลงประสพโชค. (2535). *เทคโนโลยีที่ได้จากวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน.
- เมธาวี พิมพ์วัน. (2549). *ชุดการเรียนรู้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล; และอุษณีย์ ลีรัตน์. (2547). *เรขาคณิต*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิ สอวน.
- ระพีพัฒน์ แก้วอำ. (2553). *กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์. (2554). *ประมวลสาระชุดวิชาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Provision of Learning Experiences in Mathematics) หน่วยที่ 9 กิจกรรมส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณวิภา สุทธเกียรติ. (2542). *การพัฒนาบทเรียนเรขาคณิตที่ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้*. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- วรวรรณ กฤตยากรนุกงศ์. (2551). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องความเท่ากันทุกประการโดยใช้การแปลงทางเรขาคณิตและซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนาพร ระเบียบทุกข์. (2542). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: แอล ที เพรส.
- วาสนา วงษาไชย. (2555). ชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่ยส่งเสริมทักษะการคิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). พัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เวชฤทธิ์ อังกะนะภัทรขจร. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลกับ สิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). เรขาคณิต. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สาขาคณิตศาสตร์ประถมศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2547). การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เอส พี เอน การพิมพ์.
- (2552ก). คู่มือคู่มือสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- (2552ข). หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- (2552ค). หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- (2552ง). หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมทรง เวียงอำพล. (2529). การออกแบบ เขียนแบบ. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

- สังเวียน แผนสุพัต. (2552). ชุดการเรียนรู้การสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นที่ใช้การแก้ปัญหาด้วยวิธีการหรือวิธีซิมเพล็กซ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2551). นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคโนโลยีรุ่งเรือง.
- สุรินทร์ บุญพัฒน์. (2549). กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตโดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุภัทรา เกิดมงคล. (2550). กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องสมบัติของวงกลม โดยใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุมานัน รุ่งเรืองธรรม. (2526). กลวิธีสอน. กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนุวัฒน์ เดชโชสง. (2553). ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องเวกเตอร์โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรพินท์ เจียรพงษ์. สถิติสำหรับการวิจัยทางการศึกษา. ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เอนก จันทระจัญญ. (2545). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการเรียนรู้การสอน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุบล กลองกระโทก. (2554). ประมวลสาระชุดวิชา การจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12 การสำรวจคณิตศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยี. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- อิทธิเทพ นวาระสุจิต. (2548). ชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการการให้เหตุผล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- Baharvand, Mohsen. (2002, June). A Comparison of the Effectiveness of Computer Assisted Instruction Versus Traditional Approach to Teaching Geometry. *Dissertation Abstracts International*. 40(3): 522-A.
- Bull, Michael Porter. (1993, January). Exploring the Effects on Mathematics Achievement of Eighth-grade Students that are Taught Problem-solving through a Four-step Method that Addresses the Perceptual Strengths of Each Student. *Dissertation Abstract International*. 54(7): 2497-A.
- David W. Wells; Leroy C. Dalton; & Vincent F. Brunner. (1984). *Using geometry*. River Forest, Ill. : Laidlaw Brothers.
- Han, Hyesook. (2007). *Middle school students' quadrilateral learning: A comparison Study*. Southwest Minnesota State University. Retrieved August, 25, 2009, from <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1390281121&sid=7&Fmt=2&clientId=61839&RQT=309&VName=PQD>.
- Herbst, Maria Hanahoe. (2004, February). Facilitating Access to the General Education Mathematics Curriculum for Students with Emotional/Behavioral Disorders. *Dissertation Abstracts International*. DAI-A 65(8): 2948-A.
- Interactive Geometry Software. (2013). Retrieved January 6, 2013, from http://en.wikipedia.org/wiki/Interactive_geometry_software.
- Kenneth J. Travers; LeRoy C. Dalton; & Katherine P. Layton. (1987). *Geometry*. River Forest, Ill. : Laidlaw Brothers.
- Laudien, Renate Christine. (1999, March). Mathematical reasoning in middle school curriculum materials. *Dissertation Abstracts International*. 59(09): 3384-A.
- Lester, Margaret Lynn. (1996, December). The Effects of the Geometer's Sketchpad Software on Achievement of Geometric Knowledge of High School Geometry Students. *Dissertation Abstracts International*. 57(6): 2343-A.
- Michael Hvidsten. (2005). *Geometry with geometry explorer*. Boston : McGraw-Hill.
- National Council of Teachers of Mathematics.(2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Perrine, Vicki. (2001). *Effect of a Problem-Solving-Based Mathematics Course on the Proportional Reasoning of Preservice Teachers*. Retrieved August 11, 2005, from <http://search.proquest.com/docview/276207993/fulltextPDF/13CFBEC3FD85669E55A/4?accountid=44800>.
- Ray C. Jurgensen; Richard G. Brown; & John W. Jurgensen. (1985). *Geometry*. Boston : Houghton Mifflin.

Thomas G. Lathrop & Lee A. Stevens. (1967). *Geometry*. Belmont : Wadsworth.

Yousif, Adil Eltayeb. (1997, November). The Effects of The Geometer's Sketchpad on The Attitude Toward Geometry of High School Students. *Dissertation Abstracts International*. 58(5): 1631-A.







ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ข้อมูล

1.1 คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากใบกิจกรรม 40 คะแนน แบ่งเป็นคะแนนด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด 20 คะแนน และคะแนนด้านการให้เหตุผล 20 คะแนน

ตาราง 11 คะแนนจากการทำใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คนที่	คะแนนใบกิจกรรม		
	ด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด คะแนนเต็ม (30 คะแนน)	ด้านการให้เหตุผล คะแนนเต็ม (30 คะแนน)	คะแนนรวม (60 คะแนน)
1	12.5	7.63	20.13
2	16.63	13.38	30.01
3	12.25	7.38	19.63
4	14.38	8.5	22.88
5	16	9.75	25.75
6	17	12.75	29.75
7	17.13	13.75	30.88
8	16.38	12.25	28.63
9	18	14.38	32.38
10	16.63	12.13	28.76
11	18.13	14.63	32.76
12	18.88	15.5	34.38
13	15	12.13	27.13
14	17.88	14.5	32.38
15	15.88	13	28.88
16	19.13	15.75	34.88
17	18.88	15.38	34.26
18	14.5	9.63	24.13
19	17.25	12.88	30.13
20	17.63	12.63	30.26
21	18.63	14.13	32.76
22	18.63	13.75	32.38
23	16.63	11.75	28.38

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	คะแนนใบกิจกรรม		
	ด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด คะแนนเต็ม (20 คะแนน)	ด้านการให้เหตุผล คะแนนเต็ม (20 คะแนน)	คะแนนรวม (40 คะแนน)
24	18.13	15	33.13
25	18.38	15.88	34.26
26	15.25	12.5	27.75
27	14.88	7.63	22.51
28	15.25	9.63	24.88
29	17.5	13	30.5
30	14.75	11	25.75

1.2 คะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด 60 คะแนน แบ่งเป็นคะแนนด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด 30 คะแนน และคะแนนด้านการให้เหตุผล 30 คะแนน

ตาราง 12 คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		
	ด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด คะแนนเต็ม (30 คะแนน)	ด้านการให้เหตุผล คะแนนเต็ม (30 คะแนน)	คะแนนรวม (60 คะแนน)
1	24	13.5	37.5
2	28.5	22.5	51
3	21.75	13.5	35.25
4	19.5	12	31.5
5	22.5	16.5	39
6	29.25	22.5	51.75
7	21	15.75	36.75
8	15	11.25	26.25
9	21	17.25	38.25
10	25.5	21.75	47.25
11	29.25	21	47.25
12	19.5	14.25	50.25
13	28.5	23.25	33.75
14	25.5	20.25	51.75
15	30	22.5	45.75
16	25.5	20.25	52.5
17	21.75	15.75	45.75
18	26.25	21	37.5
19	21	15.75	47.25
20	24	17.25	36.75
21	24	17.25	41.25
22	30	23.25	53.25

ตาราง 12 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		
	ด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด คะแนนเต็ม (30 คะแนน)	ด้านการให้เหตุผล คะแนนเต็ม (30 คะแนน)	คะแนนรวม (60 คะแนน)
23	19.5	17.25	36.75
24	30	26.25	56.25
25	28.5	24.75	53.25
26	22.5	19.5	42
27	20.25	15.75	36
28	20.25	14.25	34.5
29	24	17.25	41.25
30	29.25	22.5	51.75

1.3 คะแนนความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คะแนน แบ่งเป็นคะแนนด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่
กำหนด 50 คะแนน และคะแนนด้านการให้เหตุผล 50 คะแนน

ตาราง 13 คะแนนความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คนที่	ความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด						
	ด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด			ด้านการให้เหตุผล			คะแนนรวม (100 คะแนน)
	คะแนนเต็ม (50 คะแนน)			คะแนนเต็ม (50 คะแนน)			
	ใบกิจกรรม (20 คะแนน)	แบบทดสอบ (30 คะแนน)	รวม	ใบกิจกรรม (20 คะแนน)	แบบทดสอบ (30 คะแนน)	รวม	
1	12.50	24.00	36.50	7.63	13.50	21.13	57.63
2	16.63	28.50	45.13	13.38	22.50	35.88	81.01
3	12.25	21.75	34.00	7.38	13.50	20.88	54.88
4	14.38	19.50	33.88	8.50	12.00	20.50	54.38
5	16.00	22.50	38.50	9.75	16.50	26.25	64.75
6	17.00	29.25	46.25	12.75	22.50	35.25	81.50
7	17.13	21.00	38.13	13.75	15.75	29.50	67.63
8	16.38	15.00	31.38	12.25	11.25	23.50	54.88
9	18.00	21.00	39.00	14.38	17.25	31.63	70.63
10	16.63	25.50	42.13	12.13	21.75	33.88	76.01
11	18.13	29.25	47.38	14.63	21.00	35.63	83.01
12	18.88	19.50	38.38	15.50	14.25	29.75	68.13
13	15.00	28.50	43.50	12.13	23.25	35.38	78.88
14	17.88	25.50	43.38	14.5	20.25	34.75	78.13
15	15.88	30.00	45.88	13.00	22.50	35.5	81.38
16	19.13	25.50	44.63	15.75	20.25	36.00	80.63
17	18.88	21.75	40.63	15.38	15.75	31.13	71.76
18	14.50	26.25	40.75	9.63	21.00	30.63	71.38
19	17.25	21.00	38.25	12.88	15.75	28.63	66.88
20	17.63	24.00	41.63	12.63	17.25	29.88	71.51

ตาราง 13 (ต่อ)

คนที่	ความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด						
	ด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด คะแนนเต็ม (50 คะแนน)			ด้านการให้เหตุผล คะแนนเต็ม (50 คะแนน)			คะแนนรวม (100 คะแนน)
	ใบกิจกรรม (20 คะแนน)	แบบทดสอบ (30 คะแนน)	รวม	ใบกิจกรรม (20 คะแนน)	แบบทดสอบ (30 คะแนน)	รวม	
21	18.63	24.00	42.63	14.13	17.25	31.38	74.01
22	18.63	30.00	48.63	13.75	23.25	37.00	85.63
23	16.63	19.50	36.13	11.75	17.25	29.00	65.13
24	18.13	30.00	48.13	15.00	26.25	41.25	89.38
25	18.38	28.50	46.88	15.88	24.75	40.63	87.51
26	15.25	22.50	37.75	12.50	19.50	32.00	69.75
27	14.88	20.25	35.13	7.63	15.75	23.38	58.51
28	15.25	20.25	35.50	9.63	14.25	23.88	59.38
29	17.50	24.00	41.50	13.00	17.25	30.25	71.75
30	14.75	29.25	44.00	11.00	22.50	33.50	77.50

ตาราง 14 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
30	0	+1	+1	0.67	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ คะแนน +1 สำหรับแบบทดสอบที่สอดคล้องผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 คะแนน -1 สำหรับแบบทดสอบที่ไม่สอดคล้องผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ตาราง 15 แสดงค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดความรู้พื้นฐาน สำหรับนักเรียนที่เป็นกลุ่มนำร่อง

ข้อที่	P	r
1	0.80	0.33
2	1.00	0.00
3	0.80	0.33
4	0.70	0.33
5	0.60	0.33
6	0.70	0.67
7	0.70	0.33
8	1.00	0.00
9	1.00	0.00
10	0.90	0.00
11	0.80	0.67
12	0.80	0.67
13	0.80	0.33
14	0.70	0.33
15	0.70	0.33
16	1.00	0.00
17	0.70	0.33
18	0.40	0.67
19	0.60	0.67
20	0.60	0.67
21	0.90	-0.33
22	0.60	0.67
23	0.80	0.33
24	0.70	0.67
25	1.00	0.00
26	0.80	0.33
27	0.70	0.33
28	0.80	0.67
29	0.80	0.00

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	P	R
30	0.70	0.67
31	0.60	0.33
32	0.70	0.33
33	0.80	0.33
34	0.80	0.00
35	1.00	0.00
36	0.80	0.33
37	0.80	0.33
38	0.70	0.67
39	0.80	0.33
40	0.60	0.33

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน เท่ากับ 0.83

ตาราง 16 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	0	+1	0.67	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ คะแนน +1 สำหรับแบบทดสอบที่สอดคล้องผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 คะแนน 0 สำหรับแบบทดสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 คะแนน -1 สำหรับแบบทดสอบที่ไม่สอดคล้องผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ตาราง 17 แสดงค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดสำหรับนักเรียนที่เป็นกลุ่มนำร่อง

ข้อที่	P	r
1	0.50	0.83
2	0.61	0.78
3	0.42	0.17
4	0.67	0.44
5	0.50	0.60
6	0.17	0.33
7	0.48	0.48
8	0.17	0.33
9	0.53	0.72
10	0.48	0.54
11	0.50	0.67
12	0.40	0.80
13	0.58	0.61
14	0.47	0.53
15	0.53	0.72
16	0.40	0.53
17	0.50	0.73
18	0.17	0.33
19	0.50	0.62
20	0.57	0.73

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่
กำหนด เท่ากับ 0.95

ตาราง 18 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้ระหว่างเรียนจาก
ใบกิจกรรมเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
ด้านการสร้างตาม เงื่อนไขที่กำหนด	20	16.60	83.00	1.84
ด้านการให้เหตุผล	20	12.41	62.05	2.50
รวม	40	29.01	72.53	4.24

ตาราง 19 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทำ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
ด้านการสร้างตาม เงื่อนไขที่กำหนด	30	24.25	80.83	4.04
ด้านการให้เหตุผล	30	18.43	61.43	4.19
รวม	60	42.88	71.47	8.03

ตาราง 20 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนความสามารถ
ในการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด
โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
ด้านการสร้างตาม เงื่อนไขที่กำหนด	50	40.85	81.70	4.68
ด้านการให้เหตุผล	50	30.83	61.66	5.80
รวม	100	71.68	71.68	10.24

ตาราง 21 ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนที่ได้จากใบกิจกรรม
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเรียนของนักเรียน
กลุ่มตัวอย่าง

ความสามารถในการเรียน ด้วยชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัย สร้างขึ้น	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คิดเป็นร้อยละของ คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)
ด้านการสร้างตาม เงื่อนไขที่กำหนด				
ใบกิจกรรม	20	16.60	83.00	1.84
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	30	24.25	80.83	4.04
รวม	50	40.85	81.70	4.68
ด้านการให้เหตุผล				
ใบกิจกรรม	20	12.41	62.05	2.50
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	30	18.43	61.43	4.19
รวม	50	30.83	61.66	5.80
รวมคะแนนทั้งสองด้าน	100	71.68	71.68	10.24

การทดสอบสมมติฐานที่ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สามารถผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งใช้การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วนประชากร 1 กลุ่ม โดยใช้สถิติทดสอบ Z (Z-Test for Population)

สมมติฐาน $H_0 : p \leq 0.6$

$H_1 : p > 0.6$

สถิติทดสอบ
$$Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}}$$

เมื่อ $\hat{p}$ คือ สัดส่วนของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ได้คะแนนความสามารถในการเรียน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม

p_0 คือ สัดส่วนของจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ต้องการทดสอบ

n คือ จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

เพราะว่า $\hat{p} = \frac{24}{30} = 0.8$, $p_0 = 0.6$ และ $n = 30$

ดังนั้น
$$Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}} = \frac{0.8 - 0.6}{\sqrt{\frac{0.6(1-0.6)}{30}}} = 2.236$$

เนื่องจาก $Z_{.05} = 1.645$

ดังนั้นจะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $Z > Z_{.05}$

จะได้ว่า $2.236 > 1.645$

เพราะฉะนั้น จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สามารถผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

การทดสอบสมมติฐานที่ว่าความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงเดียว (Simple Correlation Analysis)

สมมติฐาน $H_0 : \rho \leq 0$ (ไม่สัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงทางบวก)

$H_1 : \rho > 0$ (สัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงทางบวก)

สถิติทดสอบ
$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

เมื่อ ρ คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของประชากร

r คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวอย่าง

n คือ จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

จะได้ $n = 30$ และจากผลลัพธ์โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ในตารางข้างล่างนี้

จะได้ $r = 0.916$

ดังนั้น
$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} = (0.916) \sqrt{\frac{30-2}{1-(0.916)^2}} = 13.19$$

เนื่องจาก $t_{0.01; 28} = 2.467$

ดังนั้นจะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $t > t_{0.01; 28}$

จะได้ว่า $13.19 > 2.467$

เพราะฉะนั้น จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 สรุปได้ว่า ความสามารถในการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความสามารถด้านการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางตามกันโดยสัมพันธ์กันในระดับค่อนข้างมากที่สุด ($r = 0.916$)

ตาราง 22 แสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์ข้อมูลจากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.916	.840	.834	1.90647



ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด
โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



โดย

นางสาววนิดา แยมยืนสุข

หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลักการและเหตุผล

ความรู้เกี่ยวกับการสร้างทางเรขาคณิตเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อวิทยาการในด้านต่าง ๆ ซึ่งจะเห็นได้จากสิ่งต่าง ๆ ที่มนุษย์คิดค้นและสร้างขึ้นมามีส่วนใหญ่อ้วนแต่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิต เช่น งานด้านก่อสร้าง ระบบบอกตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System : GPS) การคำนวณทางดาราศาสตร์ การออกแบบทางวิศวกรรม งานด้านศิลปกรรม นอกจากนี้แล้วสิ่งหนึ่งที่สำคัญอย่างมากในการเรียนเรขาคณิตคือนักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด การวางแผน และการให้เหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่กล่าวว่านักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนากระบวนการคิดและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ รวมทั้งการเป็นผู้ที่มีเหตุผลและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดก็เป็นเนื้อหาหนึ่งที่มีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาและส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกและพัฒนากระบวนการคิดตามแนวทางของปัญหาที่กำหนด ทำให้นักเรียนมีการวางแผนเกี่ยวกับการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาและเพื่อยืนยันว่าสามารถสร้างได้ถูกต้องจึงต้องอาศัยการให้เหตุผลจากการสร้าง

ปัจจุบันเทคโนโลยีมีความสำคัญและเข้ามามีบทบาทต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มากขึ้น ซึ่งโปรแกรม C.a.R. (Compass and Ruler) เป็นโปรแกรมหนึ่งที่พัฒนาขึ้น โดย Prof Dr. René Grothmann ชาวเยอรมัน เพื่อใช้สอนคณิตศาสตร์ ซึ่งโปรแกรมนี้นี้เป็นโปรแกรมที่อนุญาตให้ใช้และเผยแพร่ได้โดยไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ และมีสมบัติเบื้องต้นของซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่พอเพียง ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เน้นการสร้างรูปเรขาคณิตในลักษณะเดียวกันกับการใช้สันตรงและวงเวียน ซึ่งจะมีความน่าสนใจ สะดวก แม่นยำ รวดเร็ว และลองผิดลองถูกได้ เนื่องจากโปรแกรมนี้นี้จะตอบสนองเมื่อนักเรียนสร้างได้ถูกต้องไม่ว่าจะสร้างด้วยวิธีใดก็ตามและไม่จำกัดวิธีการสร้าง อีกทั้งยังสามารถย้อนดูขั้นตอนการสร้างเป็นเป็นขั้น ๆ ทำให้นักเรียนสามารถย้อนกลับไปหาเหตุผลประกอบเพื่อยืนยันว่าสิ่งที่ได้สร้างไปนั้นถูกต้องจริง นอกจากนี้ครูสามารถกำหนดให้นักเรียนทำกิจกรรมได้จากแฟ้มงานแบบ HTML ซึ่งแฟ้มงานแบบ HTML สามารถจำกัดเครื่องมือการสร้างให้นักเรียนได้และยังคงสมบัติต่าง ๆ ของโปรแกรมไว้ และโปรแกรม C.a.R. ยังสามารถสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวทำให้นักเรียนได้เห็นความเคลื่อนไหวและการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดีขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำโปรแกรม C.a.R. มาใช้สอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ฝึกกระบวนการคิดตามแนวทางของปัญหาที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. และให้เหตุผลประกอบการสร้าง

เนื้อหา

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย 2 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด	เวลา 8 คาบ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การนำไปใช้	เวลา 2 คาบ

แนวทางการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ประกอบด้วย

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ประกอบด้วย
 - 1.1 คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน
 - 1.2 คู่มือการใช้โปรแกรม C.a.R.
2. แผนการจัดการเรียนรู้
3. สื่อการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย
 - 3.1 ใบกิจกรรม
 - 3.2 แฟ้มคำสั่ง/คอมพิวเตอร์
 - 3.3 โปรแกรม C.a.R.
4. แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน
5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น ในขั้นตอนแรกจำเป็นต้องให้นักเรียนทำแบบวัดความรู้พื้นฐานก่อนเพื่อคัดเลือนักเรียนที่จะมาเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนนี้ โดยนักเรียนต้องทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ซึ่งในการเรียนการสอนให้นักเรียนปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้และทำตามใบกิจกรรมให้สมบูรณ์ โดยในกิจกรรมแต่ละข้อให้นักเรียนสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยใช้แฟ้มคำสั่ง เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

โครงการสอน

แผนการจัดการ เรียนรู้	เรื่อง	จำนวนคาบ (คาบ)
1	การสร้างพื้นฐาน	2
2	การสร้างส่วนของเส้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด	2
3	การสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด	2
4	การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าตามเงื่อนไขที่กำหนด	2
5	การนำไปใช้	2

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

หน่วยการ เรียนรู้	เรื่อง	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
1	การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด	นักเรียนสามารถสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้
2	การนำไปใช้	นักเรียนสามารถนำความรู้ในเรื่องการสร้างไปใช้ในการแก้ปัญหาตามที่กำหนดให้ได้

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ส่วนที่แสดงความสามารถด้านการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ประกอบด้วย

1.1 ขั้นการสร้าง ใช้เกณฑ์ดังนี้

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	นักเรียนสร้างรูปตามเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
2	นักเรียนสร้างรูปตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องบางส่วน เห็นแนวทางรูปที่ถูกต้อง
1	นักเรียนสร้างรูปตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้องเพียงส่วนใดส่วนหนึ่ง
0	นักเรียนไม่สร้างรูปตามเงื่อนไขที่กำหนด หรือสร้างไม่ถูกต้อง

1.2 ขั้นการเขียนขั้นตอนการสร้าง ใช้เกณฑ์ดังนี้

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการสร้างได้เข้าใจ ชัดเจน เป็นลำดับขั้น
1	นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการสร้างได้พอเข้าใจ ชัดเจนบ้าง ไม่ค่อยเป็นลำดับขั้น
0	นักเรียนเขียนอธิบายขั้นตอนการสร้างไม่เข้าใจ หรือไม่มีการเขียนเลย

2. ส่วนที่แสดงความสามารถด้านการให้เหตุผล

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
5	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างชัดเจน โดยแสดงวิธีการยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างสมเหตุสมผล และมีการอ้างอิงที่ถูกต้อง
4	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างชัดเจน โดยแสดงวิธีการยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้อย่างสมเหตุสมผล แต่มีการอ้างอิงที่ไม่ถูกต้องบางส่วน
3	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ โดยแสดงสาระสำคัญได้ แต่ไม่ครบถ้วน อ้างอิงได้ถูกต้องบางส่วน มีข้อบกพร่องบางประการ หรือเหตุผลที่ใช้ไม่รัดกุมเพียงพอ
2	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้บ้าง มีการแสดงเหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน แต่ไม่สมเหตุสมผล
1	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดได้บ้าง มีการแสดงเหตุผลที่บกพร่อง ไม่ชัดเจน อ้างอิงไม่ถูก ไม่สมเหตุสมผล
0	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าไม่สามารถยืนยันข้อสรุปได้โดยไม่แสดงความคิดเห็นใด ๆ

การเก็บคะแนนและการประเมินความสามารถในการเรียน

การประเมินความสามารถในการเรียน	คะแนน (%)
ความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ประเมินจาก	
1. ความสามารถในการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด	
1.1 ใบกิจกรรม	20
1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30
2. ความสามารถในการให้เหตุผล	
2.1 ใบกิจกรรม	20
2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30
รวมคะแนนความสามารถในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด	100

เกณฑ์ หมายถึง ร้อยละ 60 ของคะแนนรวม

นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ หมายถึง นักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับครู

1. ก่อนดำเนินการกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครูควรศึกษาความรู้พื้นฐานในการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดอย่างละเอียด รวมทั้งการให้เหตุผลประกอบการสร้าง ซึ่งทั้งการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดและเหตุผลประกอบการสร้างอาจมีได้มากกว่าหนึ่งวิธี ครูควรศึกษาให้ครอบคลุมและแม่นยำในเนื้อหาก่อนดำเนินการกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองก่อน ซึ่งครูคอยให้คำแนะนำโดยการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดได้มากที่สุดและเกิดการค้นพบด้วยตนเอง รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอแนวคิดของตนเอง มีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและครู นอกจากนี้ถ้านักเรียนมีจำนวนมากควรมีผู้ที่สังเกตการณ์ร่วมเพื่อการเรียนการสอนที่ทั่วถึง

คู่มือการใช้โปรแกรม C.a.R.

บทนำ

ผู้วิจัยได้นำโปรแกรม C.a.R. (Compass and Ruler) มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งโปรแกรม C.a.R. เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดย ดร.เรอเน่ กรอธมันน์ (Dr. René Grothmann) ชาวเยอรมัน โดยใช้ได้กับนักเรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาจนถึงระดับสูง การใช้โปรแกรมสามารถใช้ได้ด้วยการคลิกเมาส์และลากเมาส์ หรือใช้คำสั่งโดยตรง

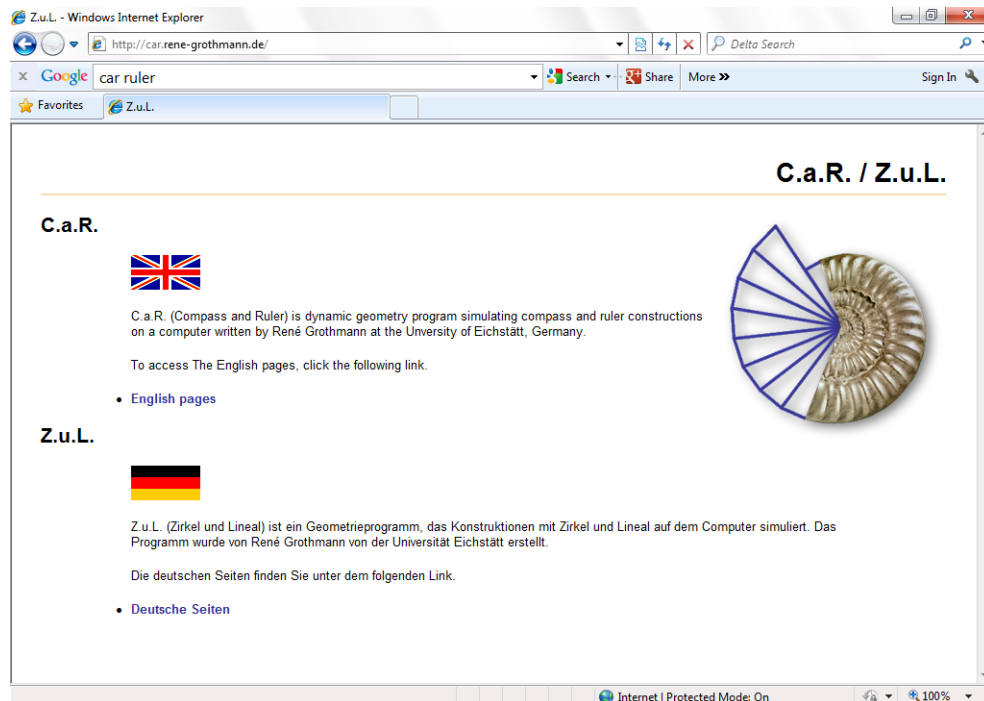
โปรแกรม C.a.R. (Compass and Ruler) เป็นโปรแกรมที่อนุญาตให้ใช้และเผยแพร่ได้โดยไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ และมีสมบัติเบื้องต้นของซอฟต์แวร์เรขาคณิตแบบพลวัตที่เพียงพอ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เน้นการสร้างรูปเรขาคณิตในลักษณะเดียวกันกับการใช้สันตรงและวงเวียน ครูสามารถกำหนดคำตอบของการสร้างนั้นๆ ได้ เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมจะสามารถตอบสนองกับโปรแกรม C.a.R. ได้ทันทีที่นักเรียนสร้างรูปตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง โดยไม่จำกัดวิธีการสร้าง โปรแกรม C.a.R. จะมีการตอบสนองว่า “Well Done” นักเรียนสามารถสร้างได้โดยใช้ความรู้พื้นฐานที่เคยเรียนมา และสามารถย้อนดูขั้นตอนการสร้างได้ที่ละชั้น โดยครูสามารถให้นักเรียนทำกิจกรรมได้จากแฟ้มงานแบบ HTML เนื่องจากในโปรแกรม C.a.R. สามารถแปลงแฟ้มงานจากแฟ้มงานของ C.a.R. ให้เป็นแฟ้มงานแบบ HTML ได้โดยยังคงคุณสมบัติต่างๆ ของโปรแกรมเสมือนอยู่ในแฟ้มงานของ C.a.R. และสามารถเลือกเครื่องมือในโปรแกรม C.a.R. เฉพาะที่จำเป็นมาใช้งานในแฟ้มแบบ HTML ได้ นอกจากนี้โปรแกรม C.a.R. ยังสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวได้ ซึ่งสามารถสร้างภาพหรือข้อความที่เคลื่อนไหวได้ ซึ่งการเห็นความเคลื่อนไหว จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นการเปลี่ยนแปลงเป็นแนวทางสู่การเรียนรู้และจะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ดีขึ้น

อุปกรณ์ที่จำเป็นในการใช้โปรแกรม C.a.R. ประกอบการเรียนการสอน มีดังนี้

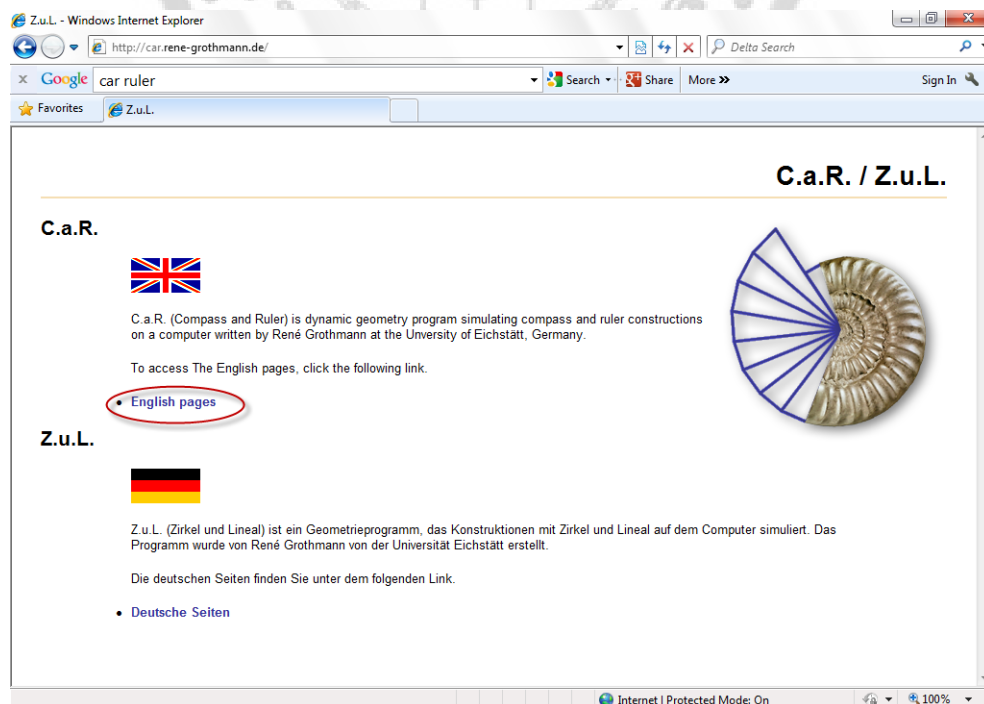
1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Window xp หรือรุ่นใหม่กว่า
2. ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) ขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB.
3. Flash Drive ที่มีไฟล์ตามที่ระบุในใบกิจกรรม
4. สนับสนุนโปรแกรม JAVA ตั้งแต่เวอร์ชัน 1.4 ขึ้นไป

การติดตั้งโปรแกรม C.a.R.

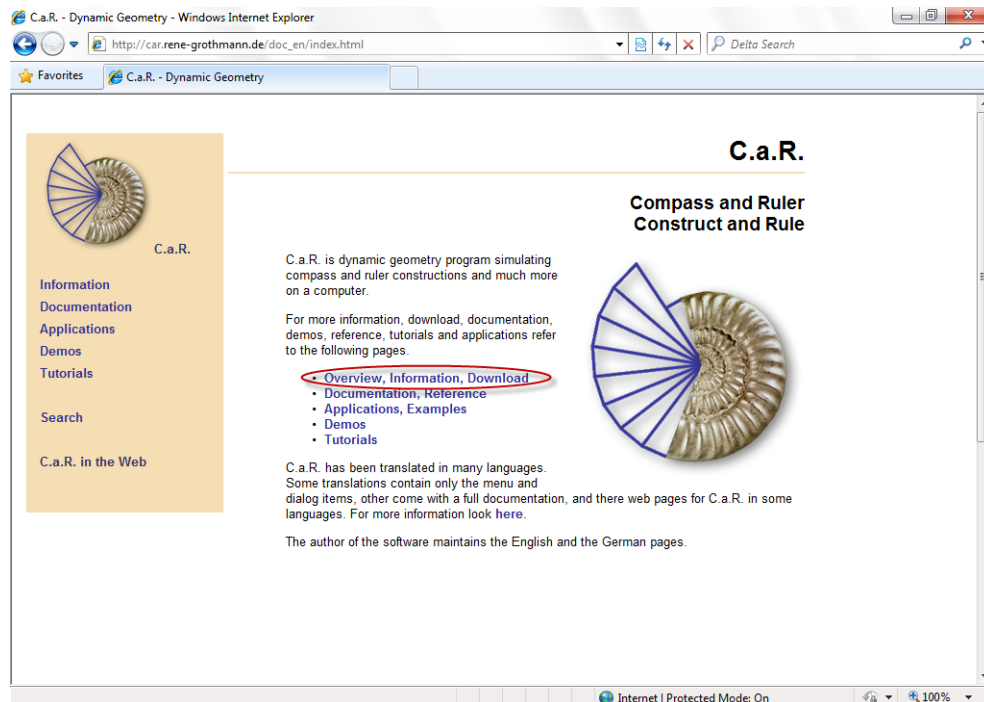
ขั้นที่ 1 เข้าเว็บไซต์ <http://car.rene-grothmann.de/> จะปรากฏภาพหน้าจอตั้งรูปข้างล่าง



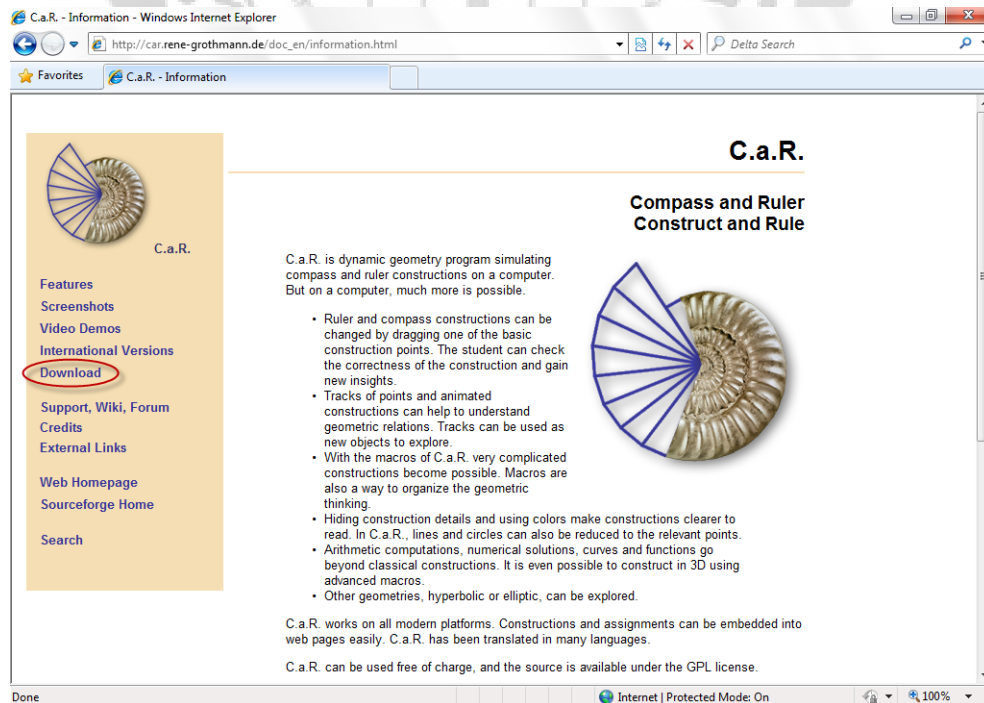
ขั้นที่ 2 คลิกเลือก English pages เพื่อเลือกภาษา



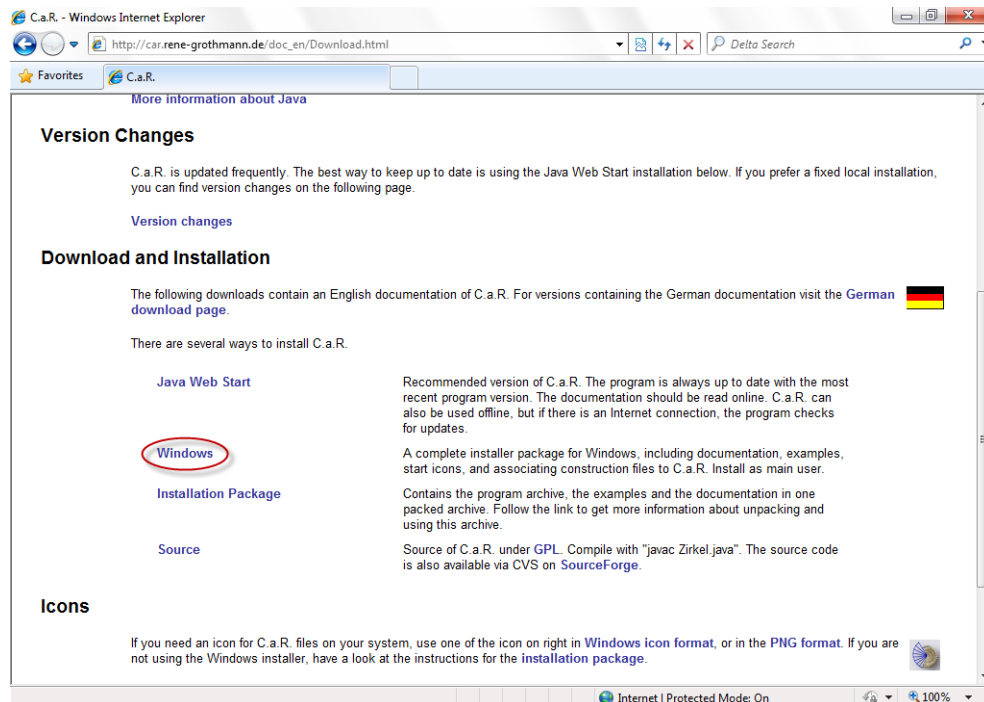
ขั้นที่ 3 คลิกเลือก Overview, Information, Download



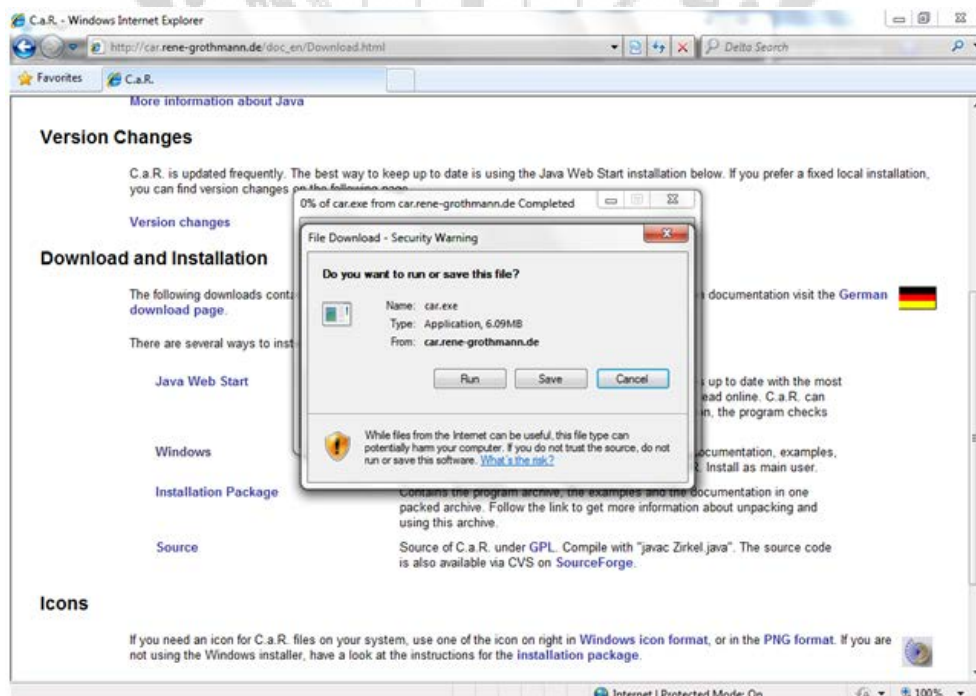
ขั้นที่ 4 คลิกเลือก Download



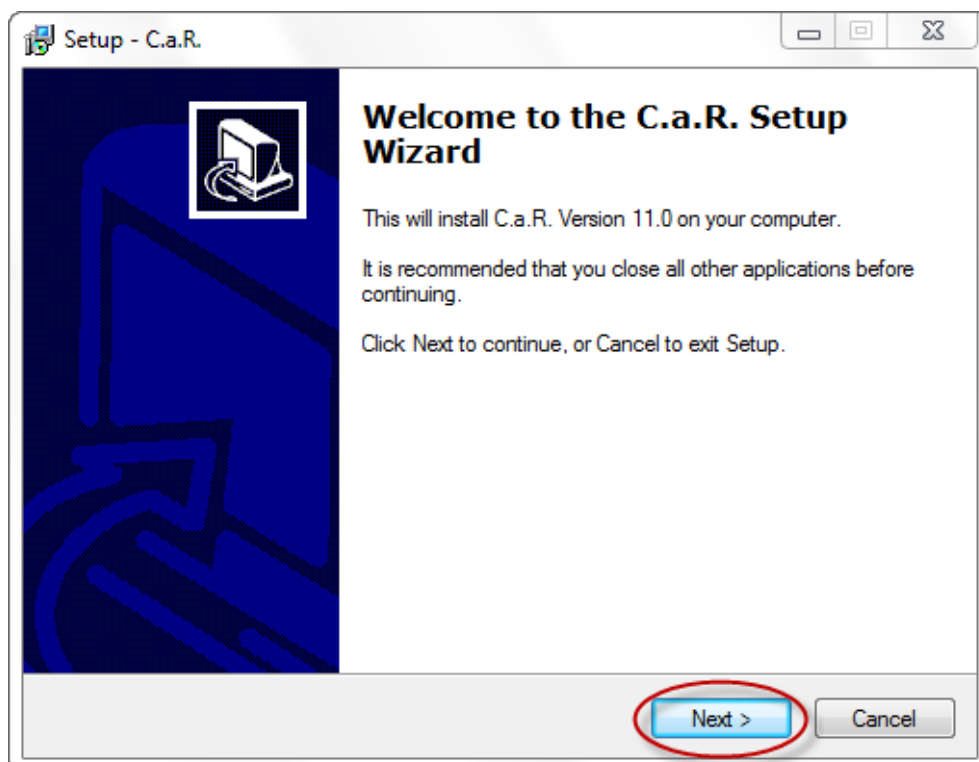
ขั้นที่ 5 คลิกเลือก Windows เพื่อทำการดาวน์โหลด



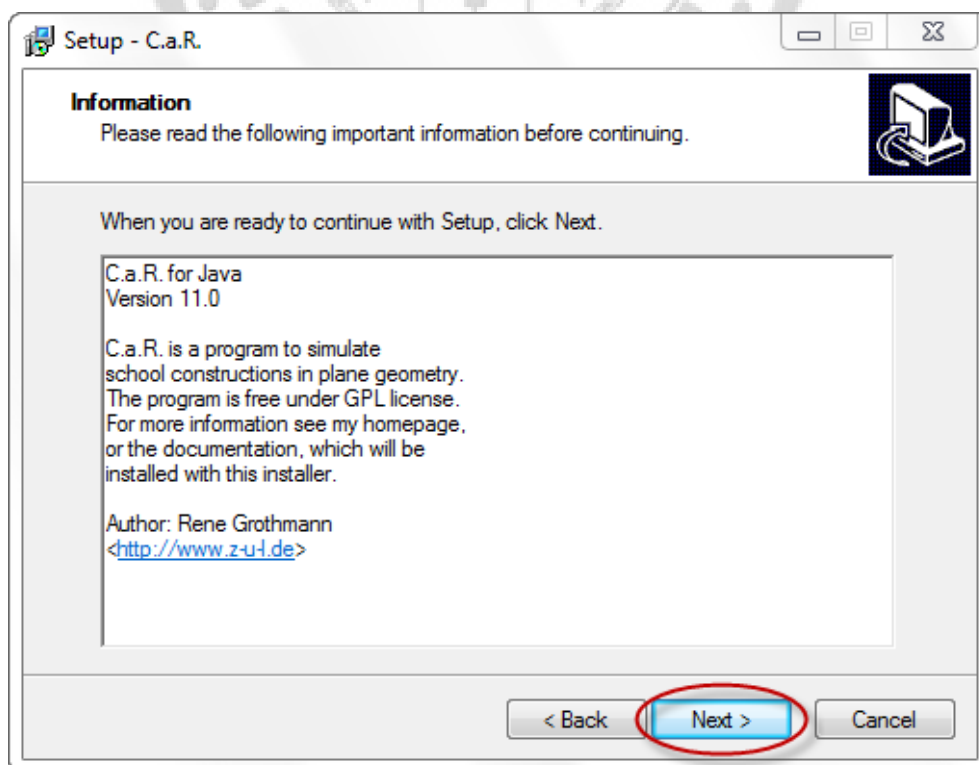
ขั้นที่ 6 คลิกเลือก Save เพื่อทำการบันทึกและลงโปรแกรม หรือคลิกเลือก Run เพื่อทำการลงโปรแกรมเลย

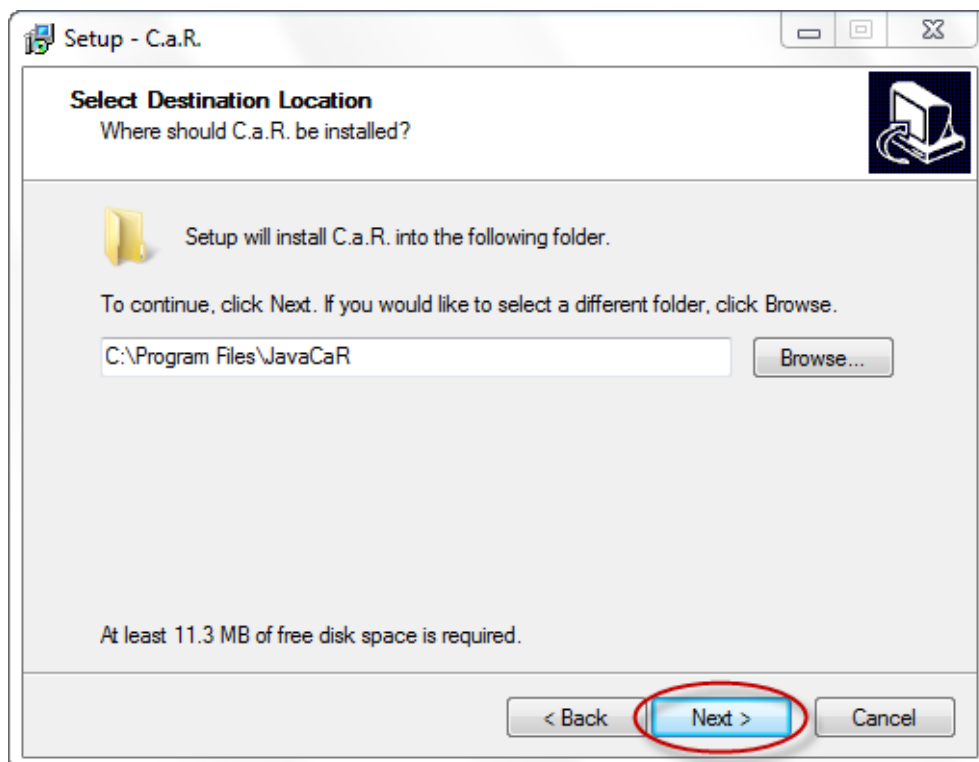
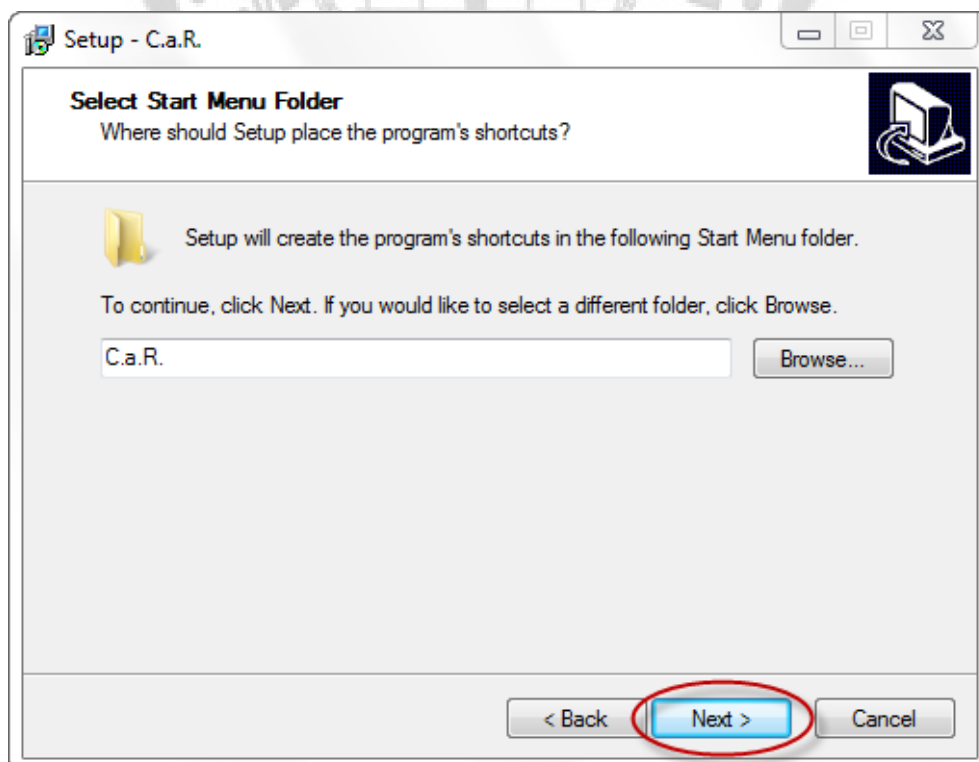


ขั้นที่ 7 จากขั้นที่ 6 จะได้หน้าจอตั้งภาพ คลิกเลือก Next

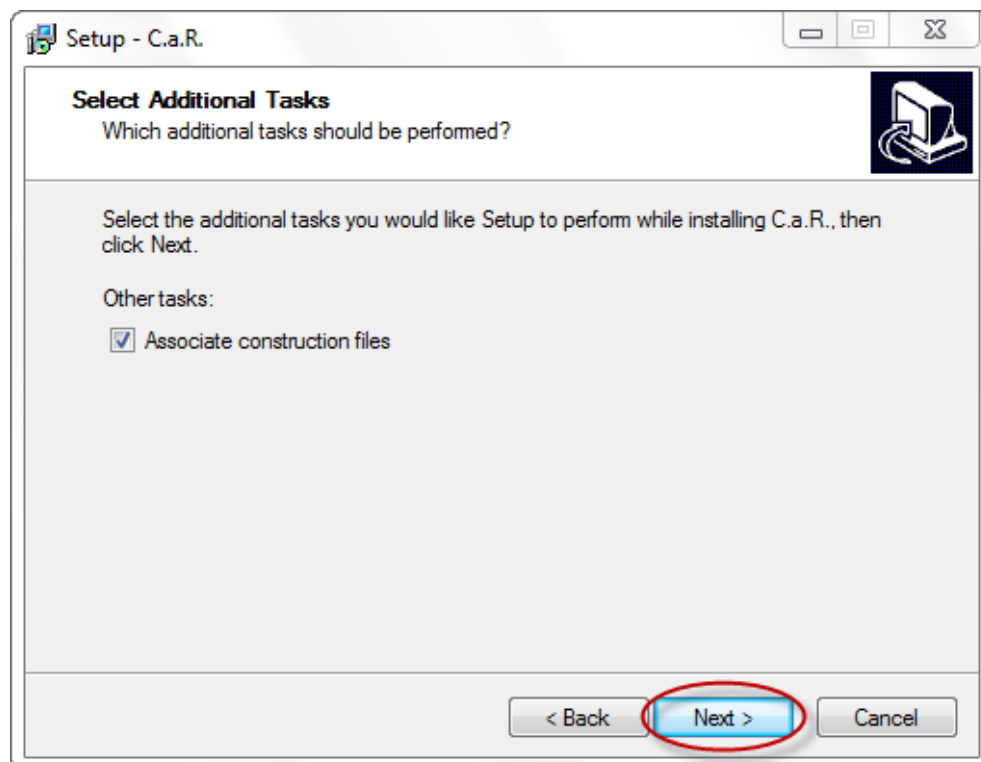


ขั้นที่ 8 คลิกเลือก Next

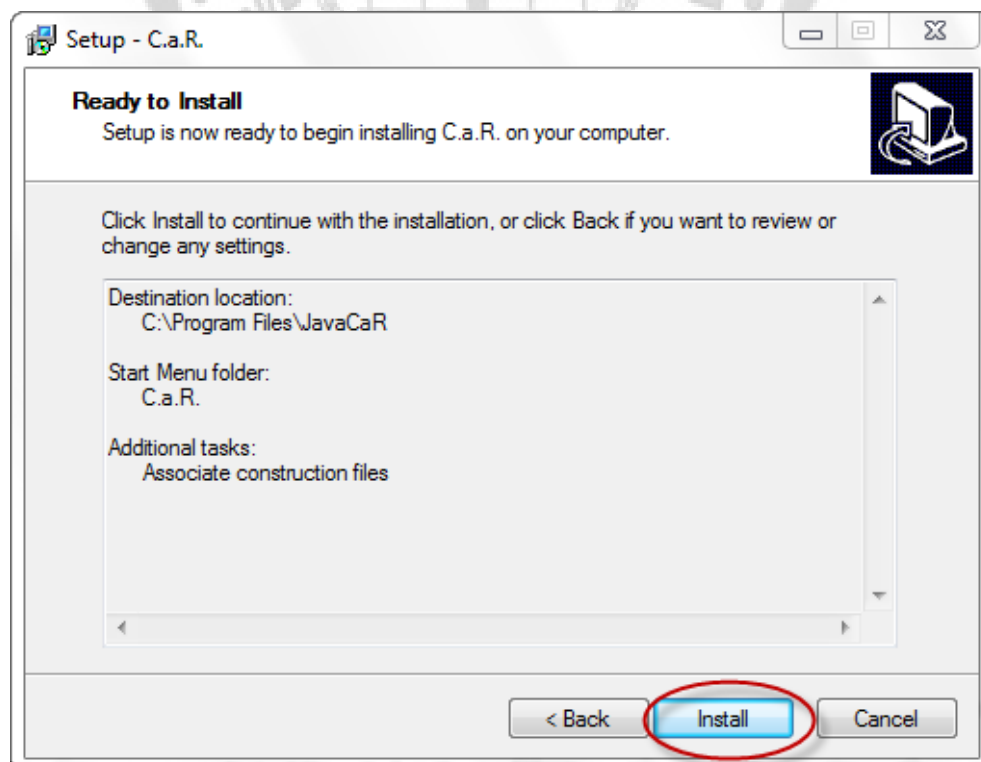


ขั้นที่ 9 คลิกเลือก Next**ขั้นที่ 10** คลิกเลือก Next

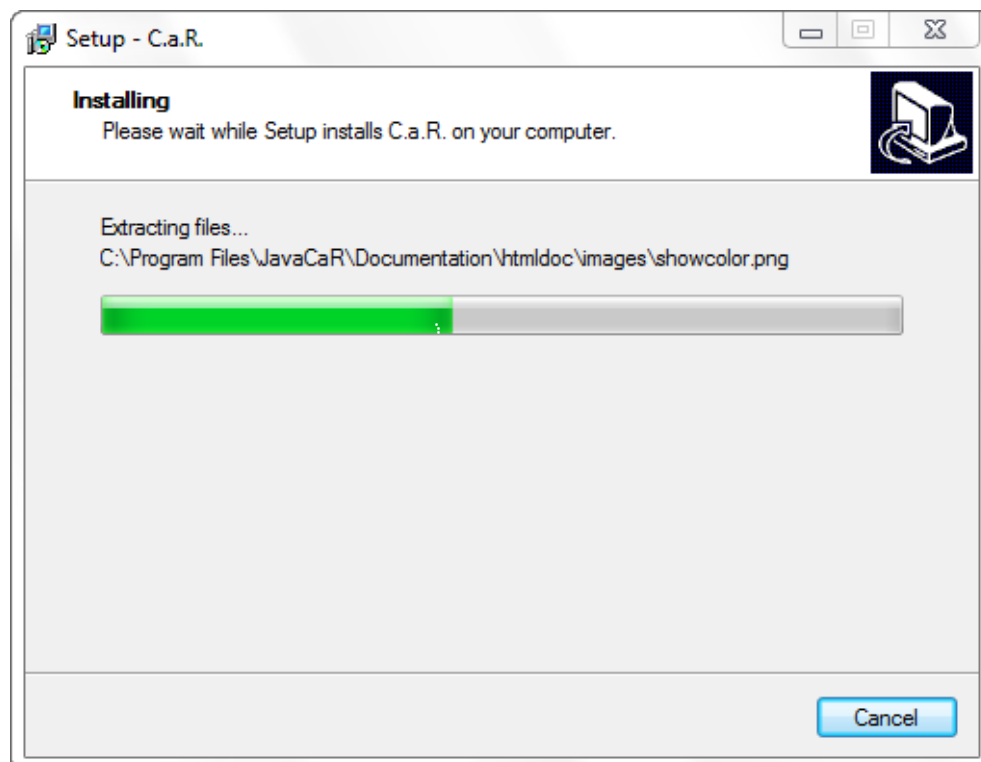
ขั้นที่ 11 คลิกเลือก Next



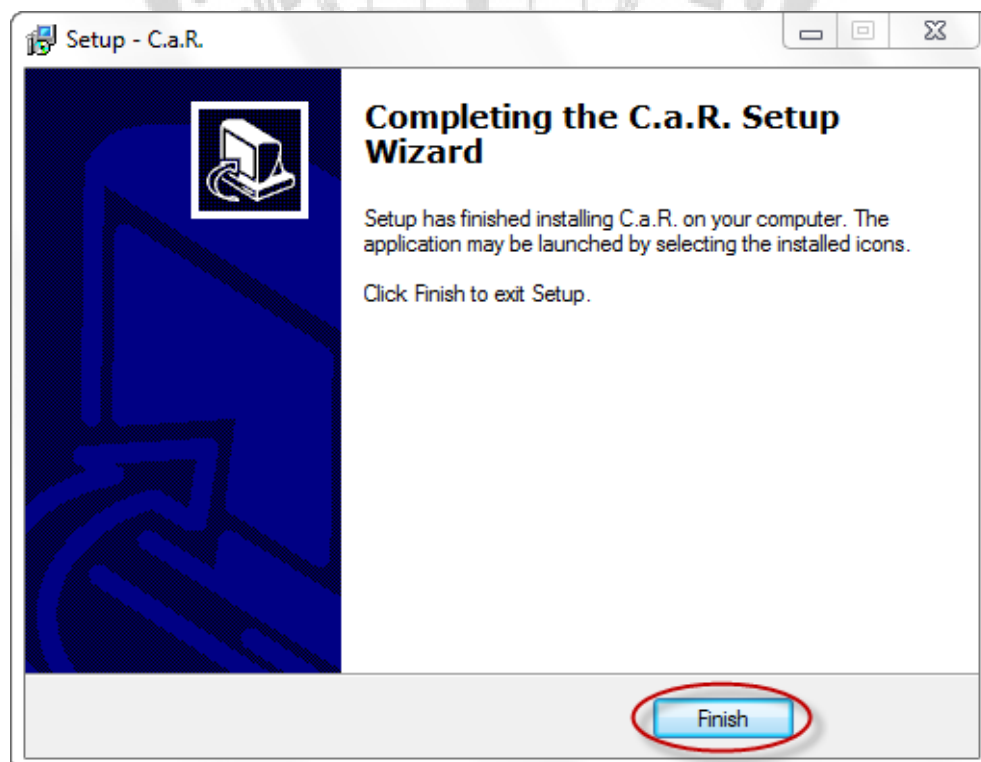
ขั้นที่ 12 คลิกเลือก Install



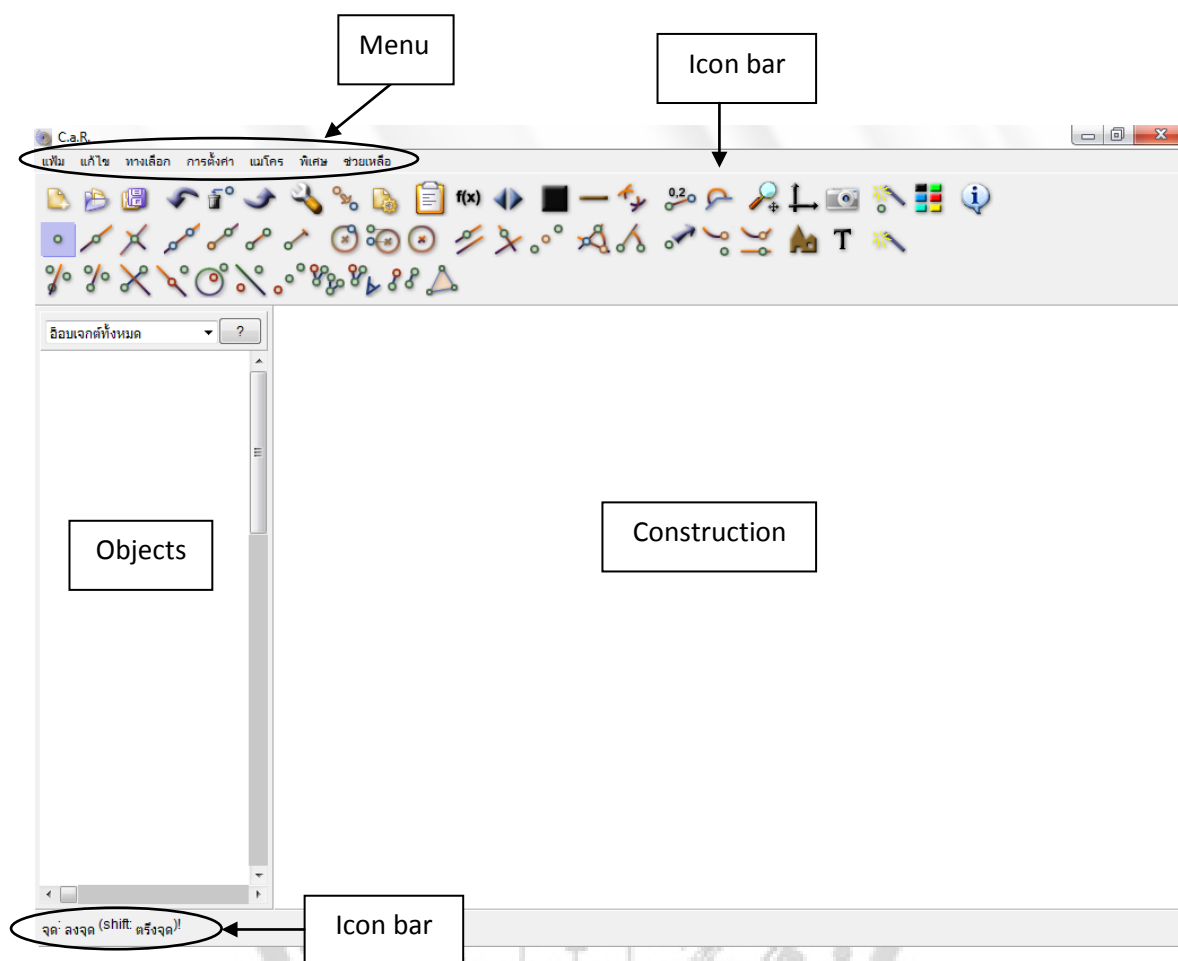
ขั้นที่ 13 รอการติดตั้งโปรแกรม



ขั้นที่ 14 เสร็จสิ้นการติดตั้งโปรแกรม คลิกเลือก Finish



วิธีการใช้โปรแกรม



คำอธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือใน Icon bar

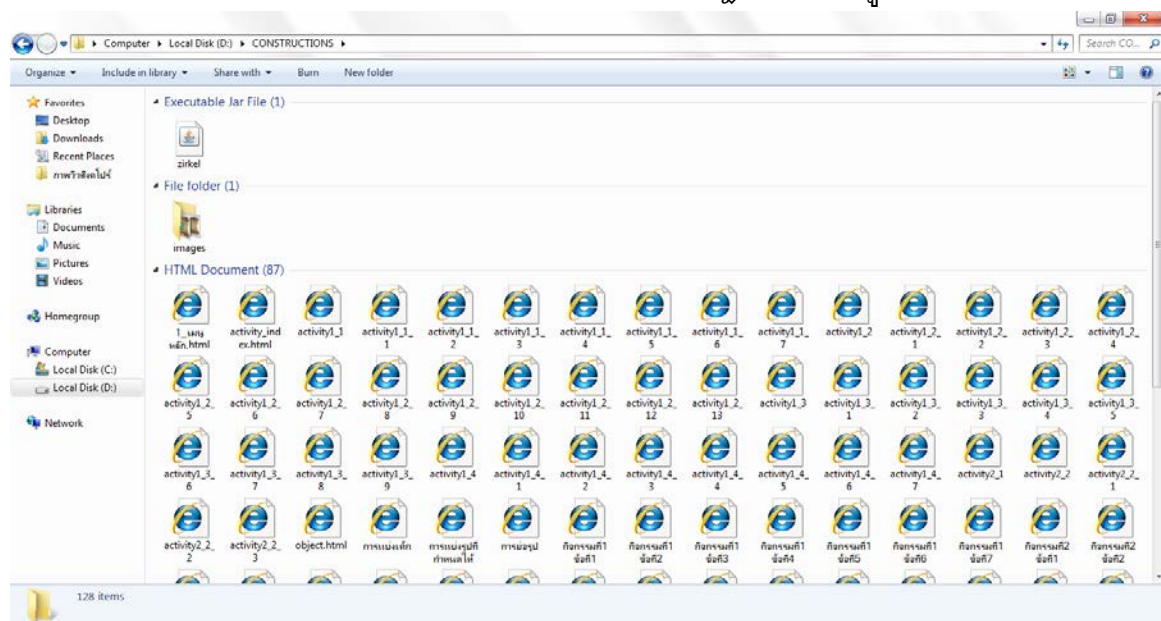
เครื่องมือ ใน Icon bar	คำอธิบาย
	จุดอิสระ สามารถเคลื่อนที่ได้
	จุดบนวงกลมหรือเส้นตรง (หรือส่วนของเส้นตรง หรือรังสี)
	เส้นตรงผ่านจุดสองจุด
	รังสีจากจุดหนึ่งผ่านอีกจุดหนึ่ง
	ส่วนของเส้นตรงระหว่างจุดสองจุด
	ส่วนของเส้นตรงระหว่างจุดสองจุดที่มีความยาวคงที่
	จุดตัดระหว่างเส้นตรงสองเส้น, เส้นตรงและวงกลม หรือวงกลมสองวง

เครื่องมือ ใน Icon bar	คำอธิบาย
	เส้นขนานผ่านจุดจุดหนึ่ง
	เส้นตั้งฉากผ่านจุดจุดหนึ่ง
	จุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด
	วงกลมรอบจุด โดยมีจุดหนึ่งเป็นจุดศูนย์กลาง และอีกจุดหนึ่งเป็นจุดบนวงกลม
	วงกลมรอบจุดที่กำหนดรัศมีเท่ากับระยะห่างระหว่างจุดสองจุด โดยที่จุดศูนย์กลางจะเป็นจุดกำหนดสุดท้าย
	วงกลมรอบจุดจุดหนึ่งโดยมีรัศมีคงที่
	มุมผ่านจุดสามจุด โดยมีจุดตรงกลางเป็นจุดยอดมุม
	ใช้เคลื่อนที่จุด
	ใช้ในการสร้างข้อความ
	ใช้ในการซ่อนหรือไม่ซ่อนวัตถุ
	ใช้ในการแสดงวัตถุที่ถูกซ่อนทั้งหมด
	ใช้ลบการสร้างในขั้นตอนสุดท้าย
	ใช้ลบวัตถุ (ควรใช้อย่างระมัดระวัง)
	ใช้เรียกคืนสิ่งที่ถูกลบก่อนหน้านี้
	กำหนดสีของวัตถุ
	กำหนดรูปแบบของจุด
	กำหนดลักษณะของเส้น
	วงกลมบางส่วน
	ส่วนของเส้นตรงที่เป็นเวกเตอร์
	ชื่อของวัตถุ
	แสดงความยาวหรือค่าของวัตถุนั้น
	ดูขั้นตอนการสร้างทีละขั้นตอน

การเข้าสู่บทเรียน

เนื่องจากโปรแกรม C.a.R. สามารถแปลงเป็นไฟล์ HTML ได้ สามารถเปิดผ่านบราวเซอร์ Internet Explorer นักเรียนสามารถคลิกเลือกเพื่อทำการเชื่อมโยงได้เลย ไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรม C.a.R. ในเครื่องคอมพิวเตอร์ และไม่ต้องเปิดผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งในการเข้าสู่บทเรียนมีขั้นตอน ดังนี้

1. ใส่ Flash Drive ที่มีแฟ้มคำสั่งของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด
2. เข้าไปที่ My Computer
3. เลือก Drive ที่มีชื่อว่า Construction จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป



4. คลิกเลือกที่  เมนูหลัก จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป



5. คลิกเลือกที่กิจกรรมการเรียนรู้ จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป



6. คลิกเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยเพื่อทำการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งกิจกรรมในแฟ้มคำสั่งจะสอดคล้องกับในใบกิจกรรม ดังนั้นให้นักเรียนอ่านโจทย์จากใบกิจกรรม เช่น กิจกรรมที่ 1 ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการสร้างพื้นฐาน ข้อที่ 7 การสร้างเส้นขนาน

The screenshot shows a software interface for a geometry activity. At the top, a blue button reads 'กิจกรรมที่1' (Activity 1). Below it, a pink label says 'การสร้างพื้นฐาน' (Building Foundation). A row of seven buttons labeled 'ข้อที่1' through 'ข้อที่7' is displayed, with 'ข้อที่7' highlighted in blue. The main text area contains the instruction: 'ข้อที่ 7 กำหนด $\overleftrightarrow{AB}$ และจุด C ที่ไม่อยู่บน $\overleftrightarrow{AB}$ ดังรูป จงสร้างเส้นขนานกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ผ่านจุด C' (Question 7: Given $\overleftrightarrow{AB}$ and point C not on $\overleftrightarrow{AB}$ as shown, construct a line parallel to $\overleftrightarrow{AB}$ passing through point C). To the right is a small illustration of a butterfly and a flower. Below the text is a toolbar with various geometric construction tools. The workspace shows a horizontal line with endpoints A and B, and a point C located above it. At the bottom, a purple button reads 'กลับสู่เมนูหลัก' (Return to Main Menu). A status bar at the very bottom says 'Point: Set a point (shift: fix)'.

7. ดำเนินการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ถ้าสร้างได้ถูกต้องจะมี Icon ปรากฏขึ้นที่หน้าจอว่า “well done”

8. นักเรียนสามารถย้อนดูขั้นตอนการสร้างที่ละขั้นตอนได้ที่คำสั่ง  เพื่อการหาเหตุผลประกอบการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

ภาคผนวก ค
แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด
โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

กิจกรรมที่ 1 การสร้างพื้นฐาน

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เวลา 2 คาบ

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.1.1 มีความรู้ความเข้าใจหลักการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.2.1 ใช้หลักการให้เหตุผลแบบนิรนัยในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

1.3.1 มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

1.3.2 มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

1.3.3 มีความรับผิดชอบในการทำงาน

2. สาระการเรียนรู้

การสร้างเป็นการเขียนรูปเรขาคณิตโดยใช้เพียงเส้นตรงและวงเวียน ซึ่งการสร้างที่ซับซ้อนจะใช้การสร้างพื้นฐานอย่างน้อย 1 แบบ ต่อไปนี้

1. การสร้างส่วนของเส้นตรงให้ยาวเท่ากับส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้
2. การสร้างมุมให้มีขนาดเท่ากับมุมที่กำหนดให้
3. การแบ่งครึ่งมุม
4. การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรง
5. การสร้างเส้นตั้งฉากกับเส้นตรงที่กำหนดให้ผ่านจุดที่อยู่บนเส้นตรงที่กำหนดให้
6. การสร้างเส้นตั้งฉากกับเส้นตรงที่กำหนดให้ผ่านจุดที่ไม่อยู่บนเส้นตรงที่กำหนดให้
7. การสร้างเส้นขนานกับเส้นตรงที่กำหนดให้ผ่านจุดที่ไม่อยู่บนเส้นตรงที่กำหนดให้

ดังรายละเอียดในเฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1

3. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

3.1 ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง การสร้างพื้นฐาน

3.2 แฟ้มคำสั่งกิจกรรมภาคปฏิบัติบนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การสร้างพื้นฐาน

4. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

4.1 ขั้นนำ

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่องการสร้างพื้นฐาน โดยตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อ ทบทวนความรู้เรื่องการใช้สันตรงและวงเวียน ดังนี้

1) ในทางคณิตศาสตร์ “สันตรงและวงเวียน” นำไปใช้ทำอะไรได้บ้าง

(นักเรียนควรตอบได้ว่า ใช้สันตรงสร้างส่วนของเส้นตรง และใช้วงเวียนสร้างวงกลม ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการสร้างทางเรขาคณิตตามเงื่อนไขของโจทย์ที่กำหนดมาให้)

2) ไม่บรรทัดกับสันตรงแตกต่างกันอย่างไร

(นักเรียนควรตอบได้ว่า ไม่บรรทัดมีสเกลใช้วัดความยาวและใช้ในการลากส่วนของ เส้นตรงจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง ส่วนสันตรงไม่มีสเกลใช้วัดความยาว แต่ใช้ในการลากส่วนของ เส้นตรงจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง)

4.1.2 ครูตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในแต่ละข้อแล้วสรุปคำตอบอีกครั้ง และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดจะเป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนได้มี โอกาสฝึกกระบวนการคิดตามแนวทางของปัญหาที่กำหนดได้

4.2 ขั้นสอน

4.2.1 ครูอธิบายข้อจำกัดของสันตรงและวงเวียนว่าไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้อง ของการสร้างได้ในทันที (นักเรียนอาจต้องรอให้ครูตรวจ ดูตามในหนังสือ หรือตรวจสอบกับของ เพื่อนจึงจะทราบว่าถูกต้อง) และในการสร้างที่ซับซ้อนที่ต้องอาศัยการสร้างพื้นฐาน (เช่น เส้นตั้งฉาก เส้นขนาน จุดกึ่งกลาง) ก็ต้องเริ่มสร้างใหม่ตั้งแต่แรก

4.2.2 ครูอธิบายว่าในปัจจุบันมีโปรแกรมต่าง ๆ ที่สามารถสร้างรูปเรขาคณิตได้ และให้ นักเรียนเสนอตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้สร้างรูปเรขาคณิต

(นักเรียนอาจตอบได้หลากหลายโปรแกรม เช่น GSP, GeoGebra , Cabri ,C.a.R.)

4.2.3 จากนั้นครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่านักเรียนสามารถเรียนรู้และหาวิธีการสร้าง ได้ด้วยตนเองจากโปรแกรมที่ชื่อว่า C.a.R. (Compass and Ruler) และครูอธิบายถึงจุดเด่นของ

โปรแกรม C.a.R. ให้นักเรียนเข้าใจ (โปรแกรม C.a.R. เป็นโปรแกรมที่เน้นการสร้างรูปเรขาคณิตในลักษณะเดียวกันกับการใช้สันตรงและวงเวียน ซึ่งจะมีความน่าสนใจ สะดวกต่อการนำเครื่องมือพื้นฐาน (เช่น เส้นตั้งฉาก เส้นขนาน จุดกึ่งกลาง) มาใช้ในการสร้างที่ซับซ้อน นอกจากนี้นักเรียนสามารถลองผิดลองถูกได้ เนื่องจากโปรแกรมนี้จะตอบสนองเมื่อนักเรียนสร้างได้ถูกต้องว่า “well done” ไม่ว่าจะสร้างด้วยวิธีใดก็ตามและไม่จำกัดวิธีการสร้าง อีกทั้งยังสามารถย้อนดูขั้นตอนการสร้างได้เป็นขั้นๆ)

4.2.4 ให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม 1.1 เรื่องการสร้างพื้นฐาน และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าในใบกิจกรรมประกอบด้วย

1) ส่วนที่เป็นการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยครูจะให้นักเรียนสร้างบนแฟ้มคำสั่งซึ่งอยู่ใน Flash Drive ที่ครูเตรียมไว้ให้ 1 คนต่อ 1 อัน เมื่อนักเรียนสร้างได้แล้วให้เขียนขั้นตอนการสร้างลงในใบกิจกรรม โดยสามารถใช้เครื่องมือ  (Replay the construction) เพื่อย้อนดูขั้นตอนการสร้างได้ที่ละขั้น

2) ส่วนที่แสดงผลเพื่อยืนยันการสร้างว่าถูกต้อง โดยให้นักเรียนใช้ความรู้ทางเรขาคณิตอธิบายเหตุผลเพื่อยืนยันการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนอาจจะมีการสร้างเส้นเพิ่มไปในรูปที่สร้างไว้ก็ได้ เพื่อใช้ประกอบแนวคิดของตนเอง และสามารถใช้เครื่องมือ  (Replay the construction) เพื่อย้อนดูขั้นตอนการสร้างได้ที่ละขั้นซึ่งจะช่วยให้หาเหตุผลยืนยันการสร้างได้

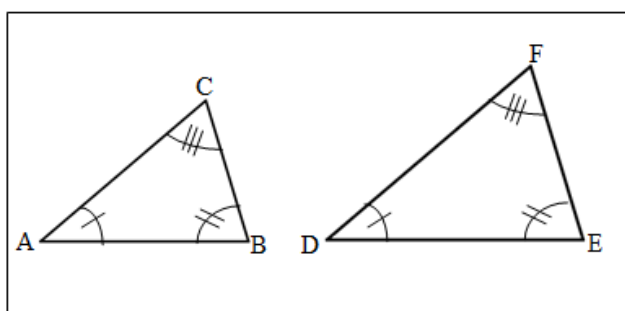
จากนั้น ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจตรงกันว่าในการส่งให้นักเรียนบันทึกไฟล์ที่สร้างลงใน Flash Drive และส่งครูท้ายคาบพร้อมกับใบกิจกรรม

4.2.5 ในกิจกรรมข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ครูจะเป็นผู้สอนและอธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือแต่ละอย่างก่อนเพื่อให้นักเรียนได้รู้จักและสามารถใช้เครื่องมือได้เป็น รวมทั้งรายละเอียดต่างๆ ของการทำกิจกรรม เช่น การบันทึกไฟล์ วิธีการเขียนขั้นตอนการสร้าง การเขียนเหตุผลเพื่อยืนยันการสร้าง การส่งงาน เป็นต้น

4.2.6 ให้นักเรียนเริ่มทำกิจกรรมข้อที่ 3 ด้วยตนเอง โดยเป็นกิจกรรมการสร้างรังสีแบ่งครึ่งมุมที่กำหนดให้ นักเรียนจะใช้แนวคิดใดในการสร้างก็ได้ซึ่งครูจะเป็นผู้สังเกตและคอยให้คำแนะนำนักเรียน (นักเรียนอาจใช้ความรู้ เรื่อง เส้นขนาน เส้นตั้งฉาก หรือการหาจุดกึ่งกลางระหว่างจุด 2 จุดในการสร้าง และในการให้เหตุผลอาจใช้ความรู้เรื่องของการเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม 2 รูป หรือสมบัติของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการสร้างของนักเรียน) หลังจากนั้นครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีการที่ตนเองใช้ซึ่งแตกต่างจากของ

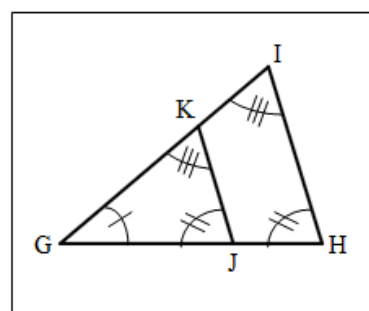
เพื่อน เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจว่าในการสร้างและให้เหตุผลยืนยันการสร้างนั้นอาจมีวิธีการอื่นหรือเหตุผลแบบอื่น ๆ ที่ไม่ตรงกับของตนเองก็ได้

4.2.7 ให้นักเรียนทำกิจกรรมข้อที่ 4 การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ หรือการหาจุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ (นักเรียนส่วนมากอาจจะใช้วิธีการที่เคยเรียนมาแล้ว คือการสร้างโดยใช้วงกลมและส่วนของเส้นตรง) แต่ในกิจกรรมข้อนี้ครูจำเป็นต้องเสนอแนวคิดโดยการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เข้าใจถึงการสร้างอีก 1 แบบที่นักเรียนอาจจะยังไม่เคยทราบมาก่อนและอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าความรู้ดังกล่าวจะนำไปใช้มากในกิจกรรม 1.2 (ซึ่งความรู้นั้นก็ คือ รูปสามเหลี่ยม 2 รูปที่คล้ายกันและความรู้เรื่องเส้นขนาน)



รูปที่ 1

หรือ



รูปที่ 2

จากรูปจะได้ว่า

- รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกัน ก็ต่อเมื่อ รูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ ๆ สามคู่

☞ จากรูปที่ 1 จะได้ $\widehat{CAB} = \widehat{FDE}$, $\widehat{ABC} = \widehat{DEF}$, $\widehat{BCA} = \widehat{EFD}$

ดังนั้น $\triangle ABC \sim \triangle DEF$

☞ จากรูปที่ 2 จะได้ $\widehat{KGI} = \widehat{IGH}$ (มุมร่วม), $\widehat{GJK} = \widehat{GHI}$ ($\overline{JK} \parallel \overline{HI}$),

$\widehat{JKG} = \widehat{HIG}$ ($\overline{JK} \parallel \overline{HI}$) ดังนั้น $\triangle GJK \sim \triangle GHI$

- ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันแล้วอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันจะเท่ากัน (นั่นก็คือ $\frac{GK}{GI} = \frac{GJ}{GH} = \frac{KJ}{IH}$)

4.2.8 จากรูปที่ 2 ครูชี้แนะนักเรียนว่า “ถ้า $\overline{GH}$ เป็นส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ และ J เป็นจุดกึ่งกลางที่ต้องการ แล้วนักเรียนสามารถทำกิจกรรมข้อที่ 4 โดยใช้แนวคิดนี้ได้อย่างไร”

4.2.9 หลังจากให้นักเรียนสร้างได้แล้วครูให้นักเรียนแสดงเหตุผลยืนยันการสร้างโดยครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำโดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่ต้องการ พร้อมทั้งให้นักเรียนเสนอแนวคิดของตนเองที่แตกต่างจากของเพื่อนเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนแนวคิดกัน

4.3 ขั้นสรุป

ครูใช้การถามตอบให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดในการเรียนต่อไปนี้

- นักเรียนได้อะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้
- ให้นักเรียนสรุปการหาจุดกึ่งกลางโดยใช้ความรู้เรื่องรูปสามเหลี่ยม 2 รูปที่คล้ายกัน
- แนวคิดใดบ้างที่นำไปใช้เพื่อทำให้เหตุผลในการเรียนการสอนของวันนี้
- นักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยใดจะถามครูหรือไม่

จากนั้นครูให้นักเรียนส่งไฟล์การสร้างที่บันทึกลงใน Flash Drive พร้อมกับใบกิจกรรม

คาบที่ 2

4.1 ขั้นนำ

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง การสร้างเส้นตั้งฉากและการสร้างเส้นขนาน โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อทบทวนความรู้เรื่องเส้นตั้งฉากและเส้นขนาน ซึ่งคำถามมีดังนี้

1) เส้นที่ตั้งฉากกันมีลักษณะอย่างไร

(นักเรียนควรตอบว่า เส้นที่ตั้งฉากกันจะตัดกันเป็นมุมฉาก)

2) ให้อธิบายตัวอย่างของเส้นที่ตั้งฉากกันในชีวิตประจำวัน

(นักเรียนอาจตอบว่า ขาโต๊ะตั้งฉากกับพื้นห้อง, เสาบ้านตั้งฉากกับคาน)

3) เส้นที่ขนานกันมีลักษณะอย่างไร

(นักเรียนควรตอบว่า เมื่อต่อเส้นทั้งสองออกไปเส้นทั้งสองจะไม่ตัดกัน, ระยะห่างระหว่างเส้นคู่ขนานจะเท่ากันเสมอ)

4) ให้อธิบายตัวอย่างของเส้นที่ขนานกันในชีวิตประจำวัน

(นักเรียนอาจตอบว่า รางรถไฟ, ขอบกระดานดำ, กรอบประตูหน้าต่าง)

4.1.2 ครูตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในแต่ละข้อแล้วสรุปคำตอบอีกครั้ง และเพื่อให้นักเรียนทบทวนสมบัติที่จำเป็นเกี่ยวกับเส้นตั้งฉากและเส้นขนานซึ่งจะนำไปใช้เป็นแนวคิดในการทำกิจกรรม ครูอธิบายว่า

- เส้นที่ตั้งฉากกันจะตัดกันเป็นมุมฉาก
- ส่วนของเส้นตรงที่เป็นระยะห่างของเส้นขนานจะตั้งฉากกับเส้นทั้งสองที่ขนานกัน
- เส้นที่ขนานกันจะมีมุมแย้งที่เท่ากัน
- เส้นที่ขนานกัน ผลรวมของมุมภายในบนข้างเดียวกันของเส้นตัดเท่ากับ 180 องศา
- เส้นที่ขนานกัน มุมภายนอกและมุมภายในบนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน

4.2 ขั้นสอน

4.2.1 ให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม 1.1 ข้อที่ 5 การสร้างเส้นตั้งฉากกับเส้นตรงที่กำหนดให้ผ่านจุดที่อยู่บนเส้นตรงที่กำหนดให้ ซึ่งกิจกรรมในข้อนี้นักเรียนอาจใช้วิธีการสร้างดังต่อไปนี้

- เส้นที่ลากจากจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าไปยังจุดกึ่งกลางของฐานจะตั้งฉากกับฐาน
- เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนจะตั้งฉากซึ่งกันและกัน
- รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการโดยมีความสัมพันธ์แบบด้าน-ด้าน-ด้าน
- มุมตรงมีขนาด 180 องศา เส้นที่ลากไปยังมุมตรงและทำให้เกิดมุมสองมุมที่มีขนาดเท่ากัน จะได้ว่ามุมที่มีขนาดเท่ากันทั้งสองนั้นเป็นมุมฉาก

ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูจะเป็นผู้สังเกตและคอยให้คำแนะนำนักเรียนตามสมควร โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการปฏิบัติกิจกรรม จากนั้นครูให้นักเรียนเสนอแนวทางในการสร้างและให้เหตุผลยืนยันการสร้างที่แตกต่างจากของเพื่อนเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการทำกิจกรรมในข้อต่อไป

4.2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาและทำกิจกรรมในข้อที่ 6 โดยใช้คำถามนำให้นักเรียนคิดว่า “จากกิจกรรมข้อที่ 5 ถ้าจุดที่กำหนดไม่ได้อยู่บนเส้นตรงที่กำหนดให้นักเรียนจะมีแนวทางในการสร้างได้อย่างไร” ซึ่งในกิจกรรมนี้นักเรียนอาจจะใช้แนวคิดในลักษณะคล้าย ๆ กับกิจกรรมในข้อ 5 ดังนี้

- เส้นที่ลากจากจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วไปยังจุดกึ่งกลางของฐานจะตั้งฉากกับฐาน
- เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วจะตั้งฉากกับฐาน
- เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนจะตั้งฉากซึ่งกันและกัน
- เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมรูปวาวจะตั้งฉากซึ่งกันและกัน
- รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการโดยมีความสัมพันธ์แบบด้าน-ด้าน-ด้าน
- รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการโดยมีความสัมพันธ์แบบด้าน-มุม-ด้าน

4.2.3 ครูให้นักเรียนศึกษาและทำกิจกรรมในข้อที่ 7 “การสร้างเส้นขนานกับเส้นตรงที่กำหนดให้ผ่านจุดที่ไม่อยู่บนเส้นที่กำหนดให้” โดยใช้ความรู้ที่ครูได้ทบทวนไว้ในต้นคาบ จากนั้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดของตนเองที่แตกต่างจากของเพื่อน

4.3 ขั้นสรุป

ครูใช้การถามตอบให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดในการเรียนต่อไปนี้

- นักเรียนได้อะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้
- แนวคิดใดบ้างที่นำไปใช้เพื่อทำให้เหตุผลในการเรียนการสอนของวันนี้
- นักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยใดจะถามครูหรือไม่

จากนั้นครูให้นักเรียนส่งไฟล์การสร้างที่บันทึกลงใน Flash Drive พร้อมกับใบกิจกรรม

5. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดผล/ ประเมินผล	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
ด้านความรู้ทาง คณิตศาสตร์ 1. มีความรู้ความเข้าใจ หลักการสร้างพื้นฐานทาง เรขาคณิต	ตรวจจากใบ กิจกรรมที่ 1.1 และไฟล์จากแฟ้ม คำสั่งที่นักเรียน สร้าง	ใบกิจกรรมที่ 1.1 (ข้อที่ 3-7) และ ไฟล์จากแฟ้ม คำสั่งที่นักเรียน สร้าง	นักเรียนได้คะแนนรวมใน ส่วนที่เป็นการสร้างตาม เงื่อนไขที่กำหนด ตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไป จากคะแนน เต็ม 15 คะแนน
ด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ 1. ใช้หลักการให้เหตุผลแบบ นิรนัยในการตรวจสอบความ สมเหตุสมผลของการสร้าง พื้นฐานทางเรขาคณิต	ตรวจจากใบ กิจกรรมที่ 1.1	ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่องการสร้าง พื้นฐาน (ข้อที่ 3-7)	นักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไปจาก คะแนนเต็ม 15 คะแนน
ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ 1. มีความกระตือรือร้นใน การทำกิจกรรม 2. มีส่วนร่วมในการแสดง ความคิดเห็น 3. มีความรับผิดชอบในการ ทำงาน	สังเกตจากการทำ กิจกรรม	แบบประเมิน คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	พฤติกรรมผ่านเกณฑ์อยู่ใน ระดับคุณภาพดี

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....ผู้สอน

วันที่...../...../.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

กิจกรรมที่ 2 การสร้างส่วนของเส้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เวลา 2 คาบ

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.1.1 สามารถสร้างส่วนของเส้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดได้

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.2.1 ใช้หลักการให้เหตุผลแบบนิรนัยในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการสร้างส่วนของเส้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

1.3.1 มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

1.3.2 มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

1.3.3 มีความรับผิดชอบในการทำงาน

2. สาระการเรียนรู้

การสร้างส่วนของเส้นตรงให้มีความยาวตามที่กำหนดนั้นสามารถสร้างได้ ดังนี้

- ส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นจำนวนนับ เช่น 1, 2, 3, ...

- ส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นเศษส่วน เช่น $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \dots, \frac{2}{3}, \frac{5}{2}, \frac{3}{7}, \dots$

- ส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นรากที่สองของความยาวที่สร้างได้ เช่น

$\sqrt{2}, \sqrt{3}, \dots, \sqrt{\frac{1}{2}}, \sqrt{\frac{4}{7}}, \dots$ รวมทั้ง $\sqrt{a}$ เมื่อ a เป็นความยาวส่วนของเส้นตรงที่สร้างได้

- ส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นผลบวก ผลลบ ผลคูณ และผลหารของความยาวที่สร้างได้

ในกิจกรรมนี้จะประกอบด้วยการสร้างส่วนของเส้นตรงให้มีความยาวดังนี้

1. สองเท่าของส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้

2. $\frac{1}{3}$ เท่าของความยาวส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้

3. ผลบวกของความยาวส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้
4. ผลต่างของความยาวส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้
5. ผลคูณของความยาวส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้
6. ผลหารของความยาวส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้

ดังรายละเอียดในเฉลยใบกิจกรรมที่ 1.2

3. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

3.1 ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง การสร้างส่วนของเส้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด

3.2 แฟ้มคำสั่งกิจกรรมภาคปฏิบัติบนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การสร้างส่วนของเส้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด

4. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

4.1 ขั้นนำ

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง การสร้างส่วนของเส้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อทบทวนความรู้เรื่องจำนวน ซึ่งคำถามมีดังนี้

1) นักเรียนรู้จักจำนวนใดบ้าง

(นักเรียนอาจตอบว่า จำนวนเต็ม, จำนวนที่อยู่ในรูปเศษส่วน, จำนวนที่อยู่ในรูปทศนิยม, จำนวนที่อยู่ในรูปรากที่สอง หรืออาจตอบว่าจำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ)

จากนั้นครูให้นักเรียนยกตัวอย่างจำนวนดังกล่าวเพื่อให้เห็นภาพมากขึ้น

☞ จำนวนเต็ม เช่น $\dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots$

☞ จำนวนที่อยู่ในรูปเศษส่วน เช่น $\dots, -\frac{1}{2}, -\frac{3}{4}, -\frac{7}{6}, \frac{1}{2}, \frac{5}{3}, \frac{8}{5}, \frac{1}{8}, \dots$

☞ จำนวนที่อยู่ในรูปทศนิยม เช่น $\dots, -1.5, -0.6, 3.4545322\dots, 4.3\bar{5}, 7.4, \dots$

☞ จำนวนที่อยู่ในรูปรากที่สอง เช่น $\dots, -\sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{5}, \sqrt{12}, \sqrt{101}, \dots$

จากการทบทวนเรื่องของจำนวนต่าง ๆ ข้างต้นครูใช้คำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบเพื่อนำเข้าสู่เรื่องส่วนของเส้นตรงที่สามารถสร้างได้

2) จากจำนวนข้างต้นถ้านักเรียนต้องการจะสร้างส่วนของเส้นตรง จะสร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นเท่าใดได้บ้าง” (เป็นคำถามให้นักเรียนได้สรุปหลังจากทำกิจกรรม 1.2)

4.1.2 ครูตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในแต่ละข้อแล้วสรุปคำตอบ

4.2 ขั้นสอน

4.2.1 ให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม 1.2 เรื่องการสร้างส่วนของเส้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด และใช้คำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบ

- “ถ้ากำหนดส่วนของเส้นตรงที่มีความยาว 1 หน่วย จะสามารถสร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาว 1, 2, 3, ... ได้หรือไม่ อย่างไร” เพื่อนำสู่กิจกรรมข้อที่ 1 การสร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นสองเท่าของส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมนี้ด้วยตนเอง และให้เหตุผลยืนยันการสร้าง รวมทั้งครูควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดว่า

- “เราสามารถสร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นจำนวนเต็มบวกได้ เนื่องจากเราสามารถสร้างส่วนของเส้นตรงให้มีความยาวเท่ากับส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ได้ และสามารถสร้างส่วนของเส้นตรงให้มีความยาวเป็นสองเท่าของความยาวส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ และสามารถสร้างส่วนของเส้นตรงให้มีความยาวเป็น 3, 4, 5, ... เท่าของความยาวส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้” (ทั้งนี้ไม่รวมจำนวนที่เป็นลบหรือศูนย์เพราะความยาวส่วนของเส้นตรงต้องเป็นจำนวนที่เป็นบวกเท่านั้น)

4.2.2 ให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมข้อที่ 2-4 โดยครูคอยสังเกตและคอยให้คำแนะนำ จากนั้นให้นักเรียนที่ทำได้เสนอแนวคิดของตนเองเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนกับเพื่อน (ความรู้ที่ใช้ในโจทย์ประยุกต์บางข้อเป็นความรู้ที่นักเรียนได้เคยทำกิจกรรมก่อนหน้านี้มาแล้ว เช่น การสร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นสองเท่าของส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ การแบ่งส่วนของเส้นตรงออกเป็นส่วน ๆ ที่เท่ากัน เป็นต้น)

4.2.3 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมในข้อ 5-6 ซึ่งเป็นการสร้างส่วนของเส้นตรงให้มีความยาวเป็นรากที่สองของ 2 และ 3 (สามารถสร้างได้โดยใช้ความรู้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส) จากนั้นครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า

- “เราสามารถสร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นรากที่สองของจำนวนเต็มบวกใดๆ ก็ได้ โดยใช้ความรู้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส”

4.3 ขั้นสรุป

ครูใช้การถามตอบให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดในการเรียนต่อไปนี้

- นักเรียนได้อะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้
- แนวคิดใดบ้างที่นำไปใช้เพื่อทำให้เหตุผลในการเรียนการสอนของวันนี้

- นักเรียนมีปัญหาคือหรือข้อสงสัยใดจะถามครูหรือไม่

จากนั้นครูให้นักเรียนส่งไฟล์การสร้างที่บันทึกลงใน Flash Drive พร้อมกับใบกิจกรรม

คาบที่ 2

4.1 ขั้นนำ

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง การสร้างส่วนของเส้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด (การแบ่งส่วนของเส้นตรงเป็นสามส่วนเท่า ๆ กัน ผลคูณ ผลหาร) โดยการอธิบายให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและใช้คำถามเพื่อนำสู่กิจกรรมในข้อถัดไป

- ครูทบทวนสมบัติเรื่องรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกัน “ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันแล้วอัตราส่วนของความยาวด้านคู่ที่สมนัยกันจะเท่ากัน”

ครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า “ด้านที่สมนัยกันของรูปสามเหลี่ยมคล้ายจะมีอัตราส่วนที่เท่ากัน” ดังนั้นถ้าต้องการสร้างส่วนของเส้นตรงที่อยู่ในรูปผลคูณหรือผลหารก็สามารถสร้างได้โดยใช้ความรู้ดังกล่าวและจัดรูปให้ได้ตามที่ต้องการ

4.2 ขั้นสอน

4.2.1 ให้นักเรียนศึกษาและทำกิจกรรมข้อที่ 7 การแบ่งส่วนของเส้นตรงออกเป็นสามส่วนเท่า ๆ กัน โดยให้นักเรียนลองทำด้วยตนเองก่อน (อาจมีนักเรียนบางคนใช้วิธีการในการแบ่งครึ่ง) วิธีการดังกล่าวจะไม่สามารถแบ่งส่วนของเส้นตรงออกเป็นสามส่วนเท่า ๆ กันได้ ดังนั้นครูจะสังเกตนักเรียนที่ใช้วิธีการของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกัน และให้นำเสนอให้เพื่อนได้เห็นว่าเป็นไปได้หรือไม่ โดยครูคอยให้คำแนะนำตามสมควร จากนั้นครูอธิบายแนวคิดให้นักเรียนเข้าใจว่า

- “เราสามารถสร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นจำนวนที่อยู่ในรูปเศษส่วนได้ เนื่องจากการแบ่งส่วนของเส้นตรงด้วยวิธีการของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่คล้ายกันนั้นสามารถแบ่งได้ออกเป็นกี่ส่วนก็ได้ที่เท่า ๆ กัน ซึ่งการแบ่งให้เท่า ๆ กันก็ถือว่าเป็นการหาร รวมทั้งเราสามารถสร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นกี่เท่าของส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ได้ ดังนั้นจึงสามารถสร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นจำนวนในรูปของเศษส่วนได้ เช่น $\frac{1}{2}, \frac{5}{3}, \frac{8}{5}, \frac{1}{8}, \dots$ ” (ทั้งนี้ไม่รวมจำนวนที่เป็นลบหรือศูนย์เพราะความยาวส่วนของเส้นตรงต้องเป็นจำนวนที่เป็นบวกเท่านั้น)

- “ในกรณีจำนวนที่อยู่ในรูปทศนิยมก็สามารถสร้างได้ โดยเปลี่ยนทศนิยมนั้นให้อยู่ในรูปเศษส่วนก่อน หรือกำหนดความยาวที่เป็นทศนิยมมาให้และให้สร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นจำนวนเท่าของส่วนของเส้นตรงที่กำหนดมาให้”

4.2.2 ให้นักเรียนศึกษาและทำใบกิจกรรม 1.2 ข้อที่ 8-9 การสร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นผลคูณและผลหารของส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ โดยครูเป็นผู้สังเกตและคอยให้คำแนะนำนักเรียนตามสมควร จากนั้นให้นักเรียนได้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกัน เพราะว่าการสร้างดังกล่าวมีแนวคิดได้มากกว่า 1 แบบ โดยใช้ความรู้เรื่องรูปสามเหลี่ยมคล้าย ดังนี้

- การสร้างส่วนของเส้นตรงให้มีความยาวเป็นผลคูณของความยาวส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ มีแนวคิดทั้งหมด 8 แนวคิด

- การสร้างส่วนของเส้นตรงให้มีความยาวเป็นผลหารของความยาวส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ มีแนวคิดทั้งหมด 4 แนวคิด

จากนั้นครูอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า “เราสามารถสร้างส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวเป็นผลคูณและผลหารของความยาวส่วนของเส้นตรงที่กำหนดมาให้ได้” ซึ่งสร้างได้หลายวิธีและเป็นสิ่งหนึ่งที่ฝึกให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดในการสร้างตามแนวทางของปัญหาที่กำหนด

4.3 ขั้นสรุป

ครูใช้การถามตอบให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดในการเรียนต่อไปนี้

- นักเรียนได้อะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้
- แนวคิดใดบ้างที่นำไปใช้เพื่อการให้เหตุผลในการเรียนการสอนของวันนี้
- เราสามารถสร้างส่วนของเส้นตรงให้มีความยาวเป็นจำนวนใดได้บ้าง
- นักเรียนมีปัญหหรือข้อสงสัยใดจะถามครูหรือไม่

จากนั้นครูให้นักเรียนส่งไฟล์การสร้างที่บันทึกลงใน Flash Drive พร้อมกับใบกิจกรรม

5. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดผล/ ประเมินผล	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ 1. สามารถสร้างส่วนของเส้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดได้	ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 1.2 และไฟล์จากแฟ้มคำสั่งที่นักเรียน	ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่องการสร้างส่วนของเส้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดและไฟล์จากแฟ้มคำสั่ง	นักเรียนได้คะแนนรวมในส่วนที่เป็นการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

สิ่งที่ต้องการวัดผล/ ประเมินผล	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
ด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ 1. ใช้หลักการให้เหตุผลแบบ นिरนัยในการตรวจสอบความ สมเหตุสมผลของการสร้าง ส่วนของเส้นตรงตามเงื่อนไข ที่กำหนด	ตรวจจากใบ กิจกรรมที่ 1.2	ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่องการสร้าง ส่วนของเส้นตรง ตามเงื่อนไขที่ กำหนด	นักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไปจากคะแนนเต็ม 15 คะแนน
ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ 1. มีความกระตือรือร้นใน การทำงาน 2. มีส่วนร่วมในการแสดง ความคิดเห็น 3. มีความรับผิดชอบในการ ทำงาน	สังเกตจากการ ทำกิจกรรม	แบบประเมิน คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	พฤติกรรมผ่านเกณฑ์อยู่ใน ระดับคุณภาพดี

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....ผู้สอน

วันที่...../...../.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

กิจกรรมที่ 3 การสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เวลา 2 คาบ

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.1.1 สามารถสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.2.1 ใช้หลักการให้เหตุผลแบบนิรนัยในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

1.3.1 มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

1.3.2 มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

1.3.3 มีความรับผิดชอบในการทำงาน

2. สาระการเรียนรู้

การสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด สามารถสร้างได้โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติของรูปที่ต้องการสร้างรวมทั้งการสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมให้มีพื้นที่เท่ากันก็สามารถทำได้โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปนั้นๆ ซึ่งในกิจกรรมนี้ประกอบด้วย

1. การสร้างรูปสามเหลี่ยมให้เท่ากันทุกประการกับรูปสามเหลี่ยมที่กำหนด
2. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเมื่อกำหนดความยาวเส้นทแยงมุมมาให้
3. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเมื่อกำหนดความยาวเส้นทแยงมุมและด้านด้านหนึ่งมาให้
4. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานให้เท่ากันทุกประการกับรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่กำหนด
5. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้มีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้
6. การสร้างรูปสามเหลี่ยมให้มีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้
7. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้มีพื้นที่เป็นสองเท่าของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
8. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้มีพื้นที่เป็นสามเท่าของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ดังรายละเอียดในเฉลยใบกิจกรรมที่ 1.3

3. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

3.1 ใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง การสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด

3.2 แฟ้มคำสั่งกิจกรรมภาคปฏิบัติบนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด

4. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

4.1 ขั้นนำ

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง การสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมข้อ 3.1 ซึ่งคำถามมีดังนี้

- 1) รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการมีลักษณะอย่างไร
(ทับกันสนิท, มีด้านและมุมคู่ที่สมนัยกันเท่ากันเป็นคู่ ๆ)
- 2) รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการด้วยความสัมพันธ์แบบใดได้บ้าง
(ด้าน-มุม-ด้าน, มุม-ด้าน-มุม, ด้าน-ด้าน-ด้าน, ฉาก-ด้าน-ด้าน, มุม-มุม-ด้าน)

4.1.2 ครูตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในแต่ละข้อแล้วสรุปคำตอบ

4.2 ขั้นสอน

4.2.1 ให้นักเรียนศึกษาและทำใบกิจกรรม 1.3 ข้อที่ 1 การสร้างรูปสามเหลี่ยมให้เท่ากันทุกประการกับรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนอาจใช้วิธีการ ดังนี้

- สร้างด้านทั้งสามด้านให้ยาวเท่ากับด้านทั้งสามด้านของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้
- สร้างด้านสองด้านและมุมระหว่างด้านทั้งสองให้เท่ากับด้านสองด้านและมุมระหว่าง

ด้านทั้งสองของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้

- สร้างมุมสองมุมและด้านระหว่างมุมทั้งสองให้เท่ากับมุมสองมุมและด้านระหว่างมุมทั้งสองของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้

4.2.2 ครูให้นักเรียนศึกษากิจกรรมข้อที่ 2 การสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเมื่อกำหนดเส้นทแยงมุมมาให้ ซึ่งครูใช้คำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการทำกิจกรรม

- “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีลักษณะอย่างไร” (ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน และมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก)

- “เส้นแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตัดกันมีลักษณะอย่างไร” (ตัดกันเป็นมุมฉาก แบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน จุดตัดของเส้นทแยงมุมเป็นจุดกึ่งกลางของเส้นทแยงมุมทั้งสอง)

ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้สังเกตและคอยให้คำแนะนำตามสมควร รวมทั้งให้นักเรียนที่มีแนวคิดต่างจากเพื่อนได้นำเสนอแนวคิดของตนเองเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนกัน

4.2.3 ครูให้นักเรียนศึกษากิจกรรมข้อที่ 3 การสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเมื่อกำหนดเส้นทแยงมุมและด้านมาให้หนึ่งด้าน ซึ่งครูใช้คำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบเพื่อให้เกิดแนวคิด

- “รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากมีลักษณะอย่างไร” (มุมทุกมุมเป็นมุมฉาก)
- “มุมในครึ่งวงกลมมีขนาดเท่าใด” (90 องศา)
- “จุดตัดของเส้นทแยงมุมสองเส้นเป็นจุดกึ่งกลางของเส้นทแยงมุมหรือไม่” (เป็น)

ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้สังเกตและคอยให้คำแนะนำตามสมควร รวมทั้งให้นักเรียนที่มีแนวคิดต่างจากเพื่อนได้นำเสนอแนวคิดของตนเองเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนกัน

4.2.4 ให้นักเรียนศึกษาและทำใบกิจกรรม 1.3 ข้อที่ 4 การสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานให้เท่ากันทุกประการกับรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่กำหนดให้ โดยครูใช้คำถามให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานก่อน ดังนี้

- รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมีลักษณะอย่างไร (มีด้านขนานกันสองคู่ ด้านที่ขนานกันมีขนาดเท่ากัน มีมุมเท่ากัน 2 คู่)

ในการทำกิจกรรมนักเรียนอาจใช้วิธีการที่แตกต่างกันไป ดังนี้

- สร้างมุม 1 มุม ด้านประชิดมุม 2 ด้านให้มีขนาดเท่ากับรูปที่กำหนดให้ และสร้างเส้นขนานกับด้านทั้งสอง

- สร้างด้าน 1 ด้าน และมุมประชิดด้าน 2 มุม วัดด้าน 2 ด้าน และสร้างเส้นที่ขนานกับด้านที่สร้างในขั้นแรก

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม โดยครูจะสังเกตและคอยให้คำแนะนำนักเรียนตามสมควร พร้อมทั้งให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองที่แตกต่างจากของเพื่อน

4.3 ขั้นสรุป

ครูใช้การถามตอบให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดในการเรียนต่อไปนี้

- นักเรียนได้ะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้
- แนวคิดใดบ้างที่นำไปใช้เพื่อทำให้เหตุผลในการเรียนการสอนของวันนี้
- นักเรียนมีปัญหหรือข้อสงสัยใดจะถามครูหรือไม่

จากนั้นครูให้นักเรียนส่งไฟล์การสร้างที่บันทึกลงใน Flash Drive พร้อมกับใบกิจกรรม

คาบที่ 2

4.1 ขั้นนำ

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง การสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด (การสร้างเกี่ยวกับพื้นที่) โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อทบทวนการหาพื้นที่ ซึ่งคำถามมีดังนี้

1) นักเรียนจะหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมได้อย่างไร

(ใช้สูตรพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม เท่ากับ $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$)

2) นักเรียนจะหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้อย่างไร

(ใช้สูตรพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เท่ากับ $\text{ด้าน} \times \text{ด้าน}$)

3) นักเรียนจะหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้อย่างไร

(ใช้สูตรพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เท่ากับ $\text{กว้าง} \times \text{ยาว}$)

4) นักเรียนจะหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานได้อย่างไร

(ใช้สูตรพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เท่ากับ $\text{ฐาน} \times \text{สูง}$)

4.1.2 ครูตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในแต่ละข้อแล้วสรุป

คำตอบอีกครั้ง

จากนั้นครูใช้คำถามให้นักเรียนได้คิดว่า “จะสามารถสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมให้มีพื้นที่เท่ากันได้อย่างไร” (ได้หรือไม่ได้อยู่ที่เงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้)

4.2 ขั้นสอน

4.2.1 ให้นักเรียนศึกษาและทำใบกิจกรรม 1.3 ข้อที่ 5 การสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้มีพื้นที่เท่ากับรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ โดยครูเป็นผู้สังเกตและให้คำแนะนำตามสมควร เช่น

- รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีลักษณะอย่างไร (มุมทุกมุมเป็นมุมฉาก มีด้านขนานกันสองคู่)
- สูตรการหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคือสูตรอะไร (กล่าวไว้ในขั้นนำ)
- ความสูงของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและรูปสามเหลี่ยมมีความสัมพันธ์อย่างไรจึงจะทำให้รูปทั้งสองมีพื้นที่เท่ากัน (รูปสามเหลี่ยมมีความสูงเป็นสองเท่าของความสูงของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรืออาจกล่าวได้ว่ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความสูงเป็นครึ่งหนึ่งของความสูงของรูปสามเหลี่ยม)

4.2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมข้อที่ 6 การสร้างรูปสามเหลี่ยมให้มีพื้นที่เท่ากับรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ที่กำหนดให้ และครูใช้คำถามเพื่ออธิบายให้นักเรียนได้เข้าใจและเกิดแนวคิดในการทำกิจกรรม

- รูปสี่เหลี่ยมคางหมูมีลักษณะอย่างไร (มีด้านตรงข้ามขนานกันเพียง 1 คู่)

- ความสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูจะตั้งฉากกับด้านคู่ขนานหรือไม่ (ตั้งฉากกัน)
- รูปสามเหลี่ยมสองรูปที่ทับกันไม่สนิท แต่ซ้อนกันทำให้มีฐานเดียวกันและมีความสูงเท่ากับความสูงของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู จะมีพื้นที่เท่ากันหรือไม่ (เท่ากัน)

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมข้อที่ 6 โดยครูเป็นผู้สังเกตและให้คำแนะนำตามสมควร และให้เพื่อนที่ทำได้หรือมีแนวคิดที่แตกต่างกันนำเสนอให้เพื่อนได้เข้าใจในแนวคิดนั้น ๆ

4.2.3 ครูให้นักเรียนศึกษาและทำกิจกรรมในข้อที่ 7 “การสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้มีพื้นที่เท่ากับรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ที่กำหนดให้” โดยใช้ความรู้จากที่ได้ทำกิจกรรมทั้งสองกิจกรรมที่ผ่านมา โดยครูแนะนำให้นักเรียนเข้าใจว่า

- นักเรียนสามารถใช้แนวคิดจากกิจกรรมทั้งสองกิจกรรมข้างต้นได้ โดยการทำเป็น 2 ขั้นตอน (ขั้นแรกสร้างรูปสามเหลี่ยมให้มีพื้นที่เท่ากับรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ที่กำหนดให้ และอีกขั้นคือสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้มีพื้นที่เท่ากับรูปสามเหลี่ยมที่สร้างในขั้นแรก จะได้ว่าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเท่ากับพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ที่กำหนดให้)

4.2.4 ครูให้นักเรียนศึกษาทำกิจกรรมในข้อที่ 8-9 “การสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้มีพื้นที่เป็นสองและสามเท่าของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีความยาวด้านเท่ากับ 1 หน่วย ที่กำหนดให้”

4.3 ขั้นสรุป

ครูใช้การถามตอบให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดในการเรียนต่อไปนี้

- นักเรียนได้อะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้
- แนวคิดใดบ้างที่นำไปใช้เพื่อการให้เหตุผลในการเรียนการสอนของวันนี้
- นักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยใดจะถามครูหรือไม่

จากนั้นครูให้นักเรียนส่งไฟล์การสร้างที่บันทึกลงใน Flash Drive พร้อมกับใบกิจกรรม

5. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดผล/ ประเมินผล	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ 1. สามารถสร้างส่วนรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้	ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 1.3 และไฟล์จากแฟ้มคำสั่งที่นักเรียนสร้าง	ใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่องการสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด และไฟล์จากแฟ้มคำสั่ง	นักเรียนได้คะแนนรวมในส่วนที่เป็นการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน

สิ่งที่ต้องการวัดผล/ ประเมินผล	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
ด้านทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ 1. ใช้หลักการให้เหตุผล แบบ นิรนัยในการ ตรวจสอบความ สมเหตุสมผลของการสร้าง รูปสามเหลี่ยมและรูป สี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่ กำหนด	ตรวจจากใบ กิจกรรมที่ 1.3	ใบกิจกรรมที่ 1.3 เรื่องการสร้างรูป สามเหลี่ยมและรูป สี่เหลี่ยมตาม เงื่อนไขที่กำหนด	นักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไปจากคะแนน เต็ม 15 คะแนน
ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ 1. มีความกระตือรือร้นใน การทำงาน 2. มีส่วนร่วมในการแสดง ความคิดเห็น 3. มีความรับผิดชอบในการ ทำงาน	สังเกตจากการ ทำกิจกรรม	แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	พฤติกรรมผ่านเกณฑ์อยู่ใน ระดับคุณภาพดี

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....ผู้สอน

วันที่...../...../.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

กิจกรรมที่ 4 การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าตามเงื่อนไขที่กำหนด

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เวลา 2 คาบ

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.1.1 สามารถสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าตามเงื่อนไขที่กำหนดได้

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.2.1 ใช้หลักการให้เหตุผลแบบนิรนัยในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าตามเงื่อนไขที่กำหนด

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

1.3.1 มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

1.3.2 มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

1.3.3 มีความรับผิดชอบในการทำงาน

2. สาระการเรียนรู้

การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าตามเงื่อนไขที่กำหนด ในกิจกรรมนี้จะเสนอเฉพาะรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าบางรูปที่สามารถสร้างได้ และให้นักเรียนสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าบางรูปตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งประกอบด้วย

1. การสร้างรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าเมื่อกำหนดความยาวด้านมาให้
2. การสร้างรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าเมื่อกำหนดรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ามาให้
3. การสร้างรูปสิบสองเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าเมื่อกำหนดรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ามาให้
4. การสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเมื่อกำหนดความยาวด้านมาให้
5. การสร้างรูปแปดเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าเมื่อกำหนดรูปแปดเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ามาให้
6. การสร้างรูปสิบเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าเมื่อกำหนดรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ามาให้
7. การสร้างด้านของรูปสิบห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าเมื่อกำหนดรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

แนบในวงกลมมาให้

ดังรายละเอียดในเฉลยใบกิจกรรมที่ 1.4

3. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

3.1 ใบกิจกรรมที่ 1.4 เรื่อง การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าตามเงื่อนไขที่กำหนด

3.2 แฟ้มคำสั่งกิจกรรมภาคปฏิบัติบนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าตามเงื่อนไขที่กำหนด

4. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

4.1 ขั้นนำ

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ ดังนี้

1) ให้นักเรียนยกตัวอย่างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า
(นักเรียนอาจตอบว่ารูปสามเหลี่ยมด้านเท่า, รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส, รูปห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า, รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า, ...)

2) รูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ามีลักษณะอย่างไร
(ด้านทุกด้านเท่ากันและมุมทุกมุมเท่ากัน)

4.1.2 ครูตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบของนักเรียนในแต่ละข้อแล้วสรุปคำตอบอีกครั้ง และใช้คำถามให้นักเรียนได้คิดว่า “เราสามารถใช้สันตรงและวงเวียนในการสร้างรูปกี่เหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า (ไม่เกิน 16 เหลี่ยม) ได้บ้าง” (3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16)

4.2 ขั้นสอน

4.2.1 ให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรม 1.4 ข้อที่ 1 การสร้างรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าเมื่อกำหนดความยาวด้านมาให้ โดยครูใช้คำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบว่า

- รูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีลักษณะอย่างไร (ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน)
- มุมของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าเท่ากันหรือไม่ และมีขนาดกี่องศา เพราะอะไร (เท่ากัน ซึ่งมีขนาด 60 องศา เพราะว่ารูปสามเหลี่ยมจะมีมุมที่อยู่ตรงข้ามด้านที่เท่ากันมีขนาดเท่ากันและผลรวมของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับ 180 องศา)

ให้นักเรียนทำกิจกรรมการสร้างรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าเมื่อกำหนดความยาวด้านมาให้

4.2.2 ให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมข้อที่ 2 การสร้างรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าให้เท่ากันทุกประการกับรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่กำหนดมาให้ โดยครูใช้ถามคำถามให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับโจทย์ว่า

- รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่เท่ากันทุกประการกับรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่กำหนดให้จะมีลักษณะอย่างไร (รูปทั้งสองทับกันสนิท ซึ่งมีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน และมุมทุกมุมมีขนาดเท่ากัน)

ให้นักเรียนทำกิจกรรมการสร้างรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าให้เท่ากันทุกประการกับรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่กำหนดมาให้ โดยครูเป็นผู้สังเกตและคอยให้คำแนะนำนักเรียนตามสมควร รวมทั้งให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเอง

4.2.3 จากการทำกิจกรรมในข้อ 2 ครูอธิบายให้นักเรียนได้เข้าใจรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่แนบในวงกลมเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมข้อที่ 3 โดยครูใช้คำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบ

- เส้นทแยงมุมของรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่แนบในวงกลมที่ผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมมีกี่เส้น (3 เส้น)
- เส้นทแยงมุมทั้ง 3 เส้นดังกล่าว แบ่งรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าออกเป็นรูปสามเหลี่ยมอะไร มีทั้งหมดกี่รูป แต่ละรูปเท่ากันทุกประการหรือไม่ (รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า มีทั้งหมด 6 รูป แต่ละรูปเท่ากันทุกประการ)
- มุมรอบจุดศูนย์กลางมีขนาดกี่องศา (360 องศา)
- มุมยอดของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปมีขนาดกี่องศา และมุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปมีขนาดกี่องศา (มุมยอดของรูปสามเหลี่ยมมีขนาด 60 องศา และมุมที่ฐานมีขนาด 60 องศา)
- มุมแต่ละมุมของรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ามีขนาดกี่องศา (120 องศา)
- เส้นที่แบ่งครึ่งฐานของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปจะแบ่งครึ่งมุมยอดและส่วนโค้งที่รองรับมุมยอดและฐานด้วยหรือไม่ (แบ่งครึ่ง)

จากนั้นครูอธิบายถึงรูปสิบสองเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่แนบในวงกลม

- เส้นทแยงมุมรูปสิบสองเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่แนบในวงกลมที่ผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมมีกี่เส้น (6 เส้น)
- เส้นทแยงมุมทั้ง 6 เส้นดังกล่าว แบ่งรูปสิบสองเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าออกเป็นรูปสามเหลี่ยมอะไร มีทั้งหมดกี่รูป แต่ละรูปเท่ากันทุกประการหรือไม่ และจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปอยู่ที่ใด (รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีทั้งหมด 12 รูป แต่ละรูปเท่ากันทุกประการ และจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลม)
- มุมยอดของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปมีขนาดกี่องศา และมุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปมีขนาดกี่องศา (มุมยอดของรูปสามเหลี่ยมมีขนาด 30 องศา และมุมที่ฐานมีขนาด 75 องศา)
- มุมแต่ละมุมของรูปสิบสองเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ามีขนาดกี่องศา (150 องศา)

ให้นักเรียนทำกิจกรรมข้อที่ 3 การสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า เมื่อกำหนดรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ามาให้ โดยครูเป็นผู้สังเกตและคอยให้คำแนะนำตามสมควร

4.2.4 ให้นักเรียนศึกษากิจกรรมข้อที่ 4 การสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เมื่อกำหนดความยาวด้านมาให้ โดยครูจะใช้คำถามเพื่อทบทวนเรื่องของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้นักเรียนว่า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นรูปที่มีลักษณะอย่างไร (มุมทุกมุมมีขนาดเท่ากันและด้านทุกด้านมีความยาวเท่ากัน)

จากนั้นครูให้นักเรียนทำกิจกรรมข้อที่ 4 และให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเองหรือแนวคิดที่แตกต่างจากของเพื่อนเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนกัน

4.3 ขั้นสรุป

ครูใช้การถามตอบให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดในการเรียนต่อไปนี้

- นักเรียนได้อะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้
- แนวคิดใดบ้างที่นำไปใช้เพื่อการให้เหตุผลในการเรียนการสอนของวันนี้
- นักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยใดจะถามครูหรือไม่

จากนั้นครูให้นักเรียนส่งไฟล์การสร้างที่บันทึกลงใน Flash Drive พร้อมกับใบกิจกรรม

คาบที่ 2

4.1 ขั้นนำ

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าตามเงื่อนไขที่กำหนด (ต่อ) โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเกี่ยวกับรูปแปดเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า เพื่อการทำกิจกรรมในกิจกรรมข้อที่ 5 ดังนี้

- 1) รูปแปดเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่เท่ากันทุกประการมีลักษณะอย่างไร (ทับกันสนิท และมีด้านแต่ละด้านยาวเท่ากัน มุมแต่ละมุมมีขนาดเท่ากัน)
- 2) รูปแปดด้านเท่ามุมเท่าที่แนบในวงกลมจะมีเส้นแยงมุมที่ผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมกี่เส้น (4 เส้น)
- 3) เส้นทแยงมุมทั้ง 4 เส้นแบ่งรูปแปดเหลี่ยมออกเป็นรูปสามเหลี่ยมกี่รูป รูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปเป็นรูปสามเหลี่ยมชนิดใด รูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปเท่ากันทุกประการหรือไม่ มุมยอดของรูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปอยู่ที่ใด (8 รูป แต่ละรูปเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ที่เท่ากันทุกประการ และมีมุมยอดอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลม)
- 4) รูปสามเหลี่ยมแต่ละรูปมีมุมยอดและมุมที่ฐานเท่ากับกี่องศา (มุมยอดมีขนาด 45 องศา มุมที่ฐานมีขนาด 67.5 องศา)
- 5) มุมภายในแต่ละมุมของรูปแปดเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่มีขนาดกี่องศา (135 องศา)

4.2 ขั้นสอน

4.2.1 ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมข้อที่ 5 การสร้างรูปแปดเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าให้เท่ากันทุกประการกับรูปแปดเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่กำหนดให้ ซึ่งใช้ความรู้จากที่ครูได้ถามไปในขั้นนำ โดยครูเป็นผู้สังเกตและคอยให้คำแนะนำนักเรียนในการทำกิจกรรม

4.2.2 ครูให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมข้อที่ 6 โดยใช้คำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบ

- เส้นที่ลากจากจุดยอดของรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่แนบในวงกลมและผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม จะแบ่งครึ่งฐานและส่วนโค้งที่รองรับฐานนั้นหรือไม่ (แบ่งครึ่ง)
- รูปห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่แนบในวงกลมประกอบด้วยรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีจุดยอดมุมอยู่ที่จุดศูนย์กลางกี่รูป มุมยอดแต่ละมุมมีขนาดกี่องศา และมุมที่ฐานแต่ละมุมมีขนาดกี่องศา (5 รูป มุมยอดแต่ละมุมมีขนาด 72 องศา มุมที่ฐานแต่ละมุมมีขนาด 54 องศา)
- รูปสิบเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าที่แนบในวงกลมประกอบด้วยรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีจุดยอดมุมอยู่ที่จุดศูนย์กลางกี่รูป มุมยอดแต่ละมุมมีขนาดกี่องศา และมุมที่ฐานแต่ละมุมมีขนาดกี่องศา (10 รูป มุมยอดแต่ละมุมมีขนาด 36 องศา มุมที่ฐานแต่ละมุมมีขนาด 72 องศา)

ให้นักเรียนทำกิจกรรมข้อที่ 6 โดยใช้ความรู้ข้างต้น

4.2.3 ให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมข้อที่ 7 การสร้างด้านของรูปสิบห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า โดยครูใช้คำถามให้นักเรียนช่วยกันตอบเกี่ยวกับรูปสิบห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแนบในวงกลม

- รูปสิบห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าประกอบด้วยรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่เท่ากันทุกประการที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลมกี่รูป (15 รูป)
- มุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีขนาดกี่องศา (24 องศา)
- ถ้าต้องการสร้างมุมที่จุดยอดให้มีขนาด 24 องศา จะสร้างโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับมุมเท่าใดได้ (24 = 60 – 36 องศา เมื่อ 60 เป็นมุมมุมหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า และ 36 องศา เป็นครึ่งหนึ่งของมุมที่เป็นจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วในรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแนบในวงกลม (มุมยอดอยู่ที่จุดศูนย์กลางของวงกลม))

4.3 ขั้นสรุป

ครูใช้การถามตอบให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดในการเรียนต่อไปนี้

- นักเรียนได้อะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้
- แนวคิดใดบ้างที่นำไปใช้เพื่อการให้เหตุผลในการเรียนการสอนของวันนี้
- นักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยใดจะถามครูหรือไม่

จากนั้นครูให้นักเรียนส่งไฟล์การสร้างที่บันทึกลงใน Flash Drive พร้อมกับใบกิจกรรม

5. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดผล/ ประเมินผล	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ 1. สามารถสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าตามเงื่อนไขที่กำหนดได้	ตรวจจากใบ กิจกรรมที่ 1.4 และไฟล์จาก แฟ้มคำสั่งที่ นักเรียนสร้าง	ใบกิจกรรมที่ 1.4 เรื่องการสร้างรูป หลายเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่าตามเงื่อนไขที่ กำหนดและไฟล์จาก แฟ้มคำสั่ง	นักเรียนได้คะแนน รวมในส่วนที่เป็น การสร้างตาม เงื่อนไขที่กำหนด ตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน
ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1. ใช้หลักการให้เหตุผลแบบ นิรนัยในการตรวจสอบความสัมพันธ์สมผลของการสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าตามเงื่อนไขที่กำหนด	ตรวจจากใบ กิจกรรมที่ 1.4	ใบกิจกรรมที่ 1.4 เรื่องการสร้างรูป หลายเหลี่ยมด้านเท่า มุมเท่าตามเงื่อนไขที่ กำหนด	นักเรียนได้คะแนน ตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไป ไปจากคะแนนเต็ม 15 คะแนน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม 2. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น 3. มีความรับผิดชอบในการทำงาน	สังเกตจากการ ทำกิจกรรม	แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	พฤติกรรมผ่าน เกณฑ์อยู่ในระดับ คุณภาพดี

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....ผู้สอน

วันที่...../...../.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การนำไปใช้

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3

เวลา 2 คาบ

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.1.1 สามารถนำการสร้างไปใช้ในการแก้ปัญหาตามเงื่อนไขของโจทย์ที่กำหนด

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

1.2.1 ใช้หลักการให้เหตุผลแบบนิรนัยในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาตามเงื่อนไขของโจทย์ที่กำหนด

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

1.3.1 มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

1.3.2 มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

1.3.3 มีความรับผิดชอบในการทำงาน

2. สาระการเรียนรู้

การนำไปใช้ในวิทยาการด้านต่าง ๆ

ความรู้เกี่ยวกับการสร้างทางเรขาคณิตเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อวิทยาการในด้านต่าง ๆ ซึ่งจะเห็นได้จากสิ่งต่าง ๆ ที่มนุษย์คิดค้นและสร้างขึ้นมาส่วนใหญ่ล้วนแต่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตซึ่งมีการสร้างเป็นพื้นฐานสำคัญ และวิชาเรขาคณิตเป็นวิชาที่มีการทดลองปฏิบัติและมีการพิสูจน์อย่างถูกต้องแล้วจึงสามารถนำไปใช้ได้เลย เช่น การก่อสร้างสิ่งต่าง ๆ ระบบบอกตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS) การออกแบบทางวิศวกรรม ศิลปกรรม

การนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

นอกจากการนำไปใช้ในวิทยาการด้านต่าง ๆ แล้ว สิ่งหนึ่งที่สำคัญมากในการเรียนเรขาคณิตคือทำให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดตามแนวทางของปัญหาที่กำหนดและได้ฝึกกระบวนการให้เหตุผลเพื่อยืนยันสิ่งที่สร้างไป ซึ่งปัญหาที่จะนำเสนอ มีดังนี้

1. การแบ่งเค้กทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสออกเป็น 3 ส่วน ให้ยุติธรรมที่สุด

2. การแบ่งที่ดินออกเป็นสองส่วนให้มีพื้นที่เท่า ๆ กัน

3. การย่อรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้มีพื้นที่เป็นครึ่งหนึ่งของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่กำหนดให้

ดังรายละเอียดในเฉลยใบกิจกรรมที่ 2

3. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

3.1 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การนำไปใช้

3.2 แผ่นคำส่งกิจกรรมภาคปฏิบัติบนคอมพิวเตอร์ เรื่อง การนำไปใช้

4. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

4.1 ขั้นนำ

4.1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียน เรื่อง การนำไปใช้ โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนตอบเพื่อให้ นักเรียนได้รู้จักการนำไปใช้ในวิทยาการด้านต่าง ๆ ซึ่งคำถามมีดังนี้

- 1) นักเรียนคิดว่าการสร้างทางเรขาคณิตนำไปใช้ในชีวิตประจำวันมากน้อยเพียงใด
- 2) ยกตัวอย่างวิทยาการที่มีการนำความรู้ในการสร้างทางเรขาคณิตไปใช้ประโยชน์

4.2 ขั้นสอน

4.2.1 ครูเสนอตัวอย่างที่ 1 เกี่ยวกับการนำไปใช้ในงานก่อสร้างต่างๆ ให้นักเรียน ร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นว่าความรู้เรื่องการสร้างทางเรขาคณิตนำไปใช้เกี่ยวกับการ ก่อสร้างอย่างไร ซึ่งครูคอยชี้แนะรายละเอียดต่างๆ เพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

4.2.2 ครูเสนอตัวอย่างที่เหลือ ได้แก่ ระบบ GPS (Global Positioning System), การ ออกแบบทางวิศวกรรม และศิลปกรรม ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นว่าความรู้ เรื่องการสร้างทางเรขาคณิตนำไปใช้เกี่ยวกับการก่อสร้างอย่างไร ซึ่งครูคอยชี้แนะรายละเอียดต่างๆ เพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ เช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 1

4.3 ขั้นสรุป

ครูใช้การถามตอบให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดในการเรียนต่อไปนี้

- นักเรียนได้อะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้
- นักเรียนเห็นประโยชน์ของการนำการสร้างไปใช้มากน้อยเพียงใด อย่างไร

จากนั้นครูให้นักเรียนส่งไฟล์การสร้างที่บันทึกลงใน Flash Drive พร้อมกับใบกิจกรรม

คาบที่ 2

4.1 ขั้นนำ

4.1.1 ครูทบทวนเกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้ในวิทยาการด้านต่าง ๆ จากนั้นชี้ให้นักเรียนเข้าใจว่านอกจากการนำไปใช้ในวิทยาการด้านต่าง ๆ แล้ว สิ่งหนึ่งที่สำคัญมากในการเรียนเรขาคณิตคือทำให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดตามแนวทางของปัญหาที่กำหนดและได้ฝึกกระบวนการให้เหตุผล

4.2 ขั้นสอน

4.2.1 ให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมที่ 2 ในส่วนที่เป็นการนำไปใช้ในการแก้ปัญหา และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่าในการทำกิจกรรมดังกล่าวให้นักเรียนสร้างในแฟ้มคำสั่ง แต่จะไม่มีตรวจสอบความถูกต้อง (การขึ้น “well done”) ในส่วนนี้ แต่ในส่วนของการเขียนขั้นตอนการสร้าง การแสดงเหตุผลยืนยัน และการส่งงาน ยังคงเหมือนเดิม

4.2.2 ให้นักเรียนทำกิจกรรม ตัวอย่างที่ 1 การแบ่งเค้กทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสออกเป็นสามส่วนให้ยุติธรรมที่สุด (ครูอาจแนะนำเกี่ยวกับการแบ่งส่วนของเส้นตรงเป็นสามส่วนเท่า ๆ กัน) ในการทำกิจกรรมครูเป็นผู้สังเกตและคอยให้คำแนะนำนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนเสนอแนวคิดของตนเอง หรือแนวคิดที่แตกต่างจากเพื่อน

4.2.3 ให้นักเรียนทำกิจกรรม ตัวอย่างที่ 2 การแบ่งที่ดินออกเป็นสองส่วนให้มีพื้นที่เท่า ๆ กัน (ครูอาจแนะนำเกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและรูปสามเหลี่ยม) ในการทำกิจกรรมครูเป็นผู้สังเกตและคอยให้คำแนะนำนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนเสนอแนวคิดของตนเอง หรือแนวคิดที่แตกต่างจากเพื่อน

4.2.4 ให้นักเรียนทำกิจกรรม ตัวอย่างที่ 3 การย่อรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้มีพื้นที่เป็นครึ่งหนึ่งของรูปเดิม (ครูอาจแนะนำทฤษฎีบทพีทาโกรัส) ในการทำกิจกรรมครูเป็นผู้สังเกตและคอยให้คำแนะนำนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนเสนอแนวคิดของตนเองหรือแนวคิดที่แตกต่างจากเพื่อน

4.3 ขั้นสรุป

ครูใช้การถามตอบให้นักเรียนได้สรุปแนวคิดในการเรียนต่อไปนี้

- นักเรียนได้อะไรบ้างจากการเรียนในวันนี้
- แนวคิดใดบ้างที่นำไปใช้เพื่อการให้เหตุผลในการเรียนการสอนของวันนี้

จากนั้นครูให้นักเรียนส่งไฟล์การสร้างที่บันทึกลงใน Flash Drive พร้อมกับใบกิจกรรม

5. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัดผล/ประเมินผล	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ 1. สามารถนำการสร้างไปใช้ในการแก้ปัญหาตามเงื่อนไขของโจทย์ที่กำหนด	ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 2 และไฟล์จากแฟ้มคำสั่งที่นักเรียนสร้าง	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องการนำไปใช้ และไฟล์จากแฟ้มคำสั่ง	นักเรียนได้คะแนนรวมในส่วนที่เป็นการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด ตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไป จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน
ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 1. ใช้หลักการให้เหตุผลแบบนิรนัยในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาตามเงื่อนไขของโจทย์ที่กำหนด	ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 2	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องการนำไปใช้	นักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไปจากคะแนนเต็ม 15 คะแนน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม 2. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น 3. มีความรับผิดชอบในการทำงาน	สังเกตจากการทำงานกิจกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	พฤติกรรมผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับคุณภาพดี

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ชื่อ.....ผู้สอน

วันที่...../...../.....



ภาคผนวก ง
ตัวอย่างเฉลยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด
โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เฉลยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 : การสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

คำชี้แจง

1. หน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดทั้งหมด 4 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1.1 การสร้างพื้นฐาน

กิจกรรมที่ 1.2 การสร้างส่วนของเส้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนด

กิจกรรมที่ 1.3 การสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด

กิจกรรมที่ 1.4 การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าตามเงื่อนไขที่กำหนด

2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยใช้แฟ้มคำสั่งจากโปรแกรม C.a.R. ที่ครูเตรียมให้

3. ให้นักเรียนเขียนขั้นตอนการสร้างและให้เหตุผลเพื่อยืนยันการสร้างในใบกิจกรรมนี้

4. สำหรับงานที่นักเรียนสร้างในแฟ้มคำสั่งจากโปรแกรม C.a.R. ให้นักเรียนส่งงานทุกชิ้น โดยทำการบันทึกตามขั้นตอนที่ครูสอนใส่ Flash Drive ที่เตรียมไว้ให้

5. สำหรับนักเรียนที่ต้องการเติมร่องรอย เส้น ชื่อจุด เพื่อการให้เหตุผล สามารถเติมลงในแฟ้มงานจากโปรแกรม C.a.R. ได้ และบันทึกส่งตามข้อ 4



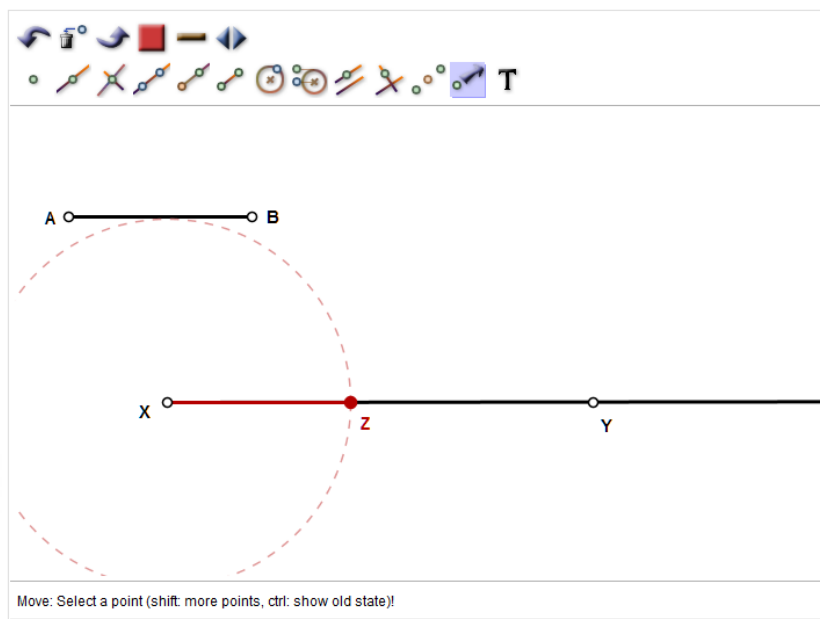
เจลอัยกัการรรมที่ 1.1 : การสร้างพื้นฐาน

ข้อที่ 1 กำหนด $\overline{AB}$ และ $\overrightarrow{XY}$ ดังรูป



จงสร้างจุด Z บน $\overrightarrow{XY}$ ที่ทำให้ $XZ = AB$

แนวคิดหนึ่ง



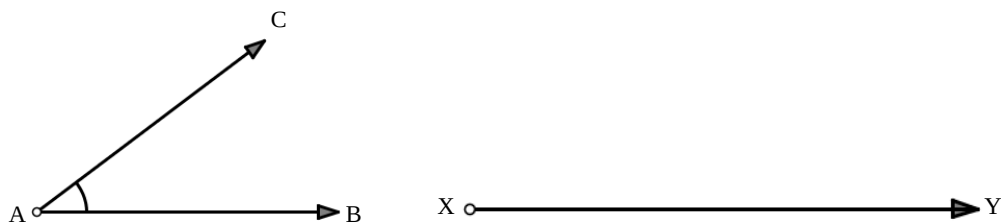
ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี X เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว AB ตัด $\overrightarrow{XY}$ ที่จุด Z
2. จะได้ $AB = XZ$

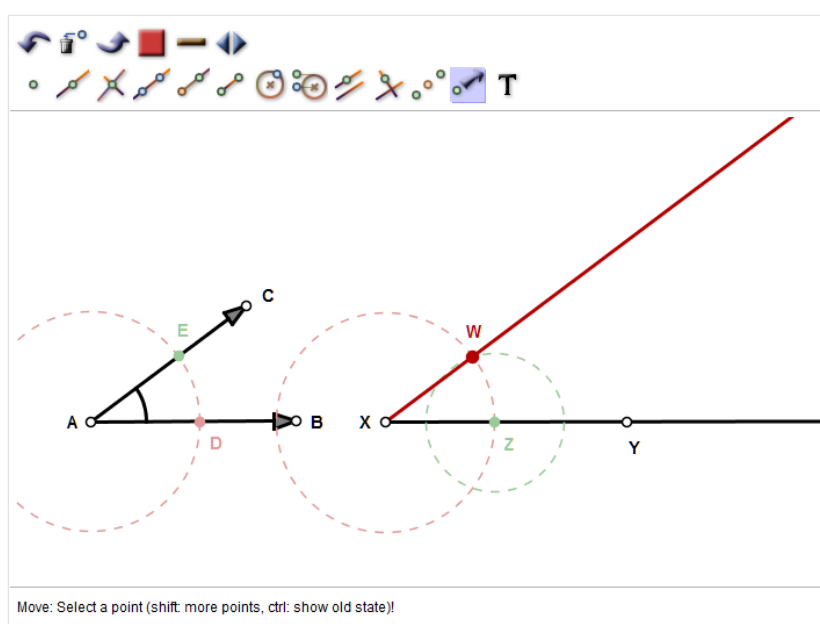
คำถาม : ทำไมส่วนของเส้นตรงที่สร้างจึงมีความยาวเท่ากับ AB

เหตุผล $AB = XZ$ เพราะเป็นรัศมีของวงกลมเดียวกัน

ข้อที่ 2 กำหนด $\widehat{BAC}$ และ $\overrightarrow{XY}$ ดังรูป



จงสร้างมุมให้มีขนาดเท่ากับ $\widehat{BAC}$ โดยให้ $\overrightarrow{XY}$ เป็นแขนข้างหนึ่งของมุมที่สร้าง
แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี A เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว AD ตัด $\overrightarrow{AC}$ ที่จุด E
2. สร้างวงกลมที่มี X เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว AD ตัด $\overrightarrow{XY}$ ที่จุด Z
3. สร้างวงกลมที่มี Z เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว DE ตัดวงกลม X ที่จุด W
4. ลาก $\overrightarrow{XW}$ จะได้ $\widehat{ZXW} = \widehat{BAC}$

คำถาม : ทำไมมุมที่สร้างจึงมีขนาดเท่ากับ $\widehat{BAC}$

เหตุผลแบบที่ 1 $\triangle ZXW \cong \triangle DAE$ แบบ ด.ด.ด.

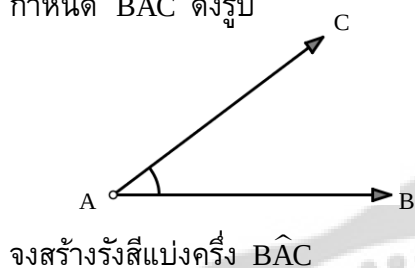
เพราะว่า $DA = ZX$, $AE = XW$ และ $ED = WZ$

ดังนั้น $\widehat{ZXW} = \widehat{DAE}$

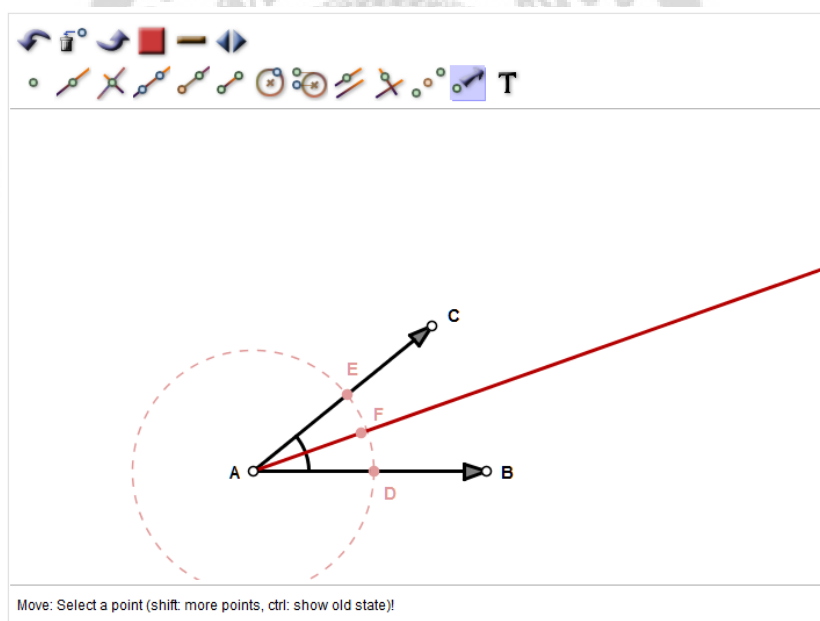
เหตุผลแบบที่ 2 $\triangle DAE$ และ $\triangle ZXW$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มี $DA = ZX$, $AE = XW$ และ
ฐาน

$ED = WZ$ จะได้ว่า $\triangle DAE$ และ $\triangle ZXW$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่ทับกันสนิท
ดังนั้น $\widehat{ZXW} = \widehat{BAC}$

ข้อที่ 3 กำหนด $\widehat{BAC}$ ดังรูป



แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี A เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวพอสมควร ตัด $\overrightarrow{AB}$ และ $\overrightarrow{AC}$ ที่จุด D และ E ตามลำดับ
2. สร้างจุดกึ่งกลาง F ระหว่างจุด D และ E
3. ลาก $\overrightarrow{AF}$ ซึ่ง $\overrightarrow{AF}$ เป็นรังสีแบ่งครึ่งมุม $\widehat{BAC}$

คำถาม : ทำไมรังสีที่สร้างจึงแบ่งครึ่ง $\widehat{BAC}$

เหตุผลแบบที่ 1 $\triangle AEF \cong \triangle ADF$ แบบ ด.ด.ด.

เพราะว่า $AE = AD$, $EF = DF$ และ $FA = FA$

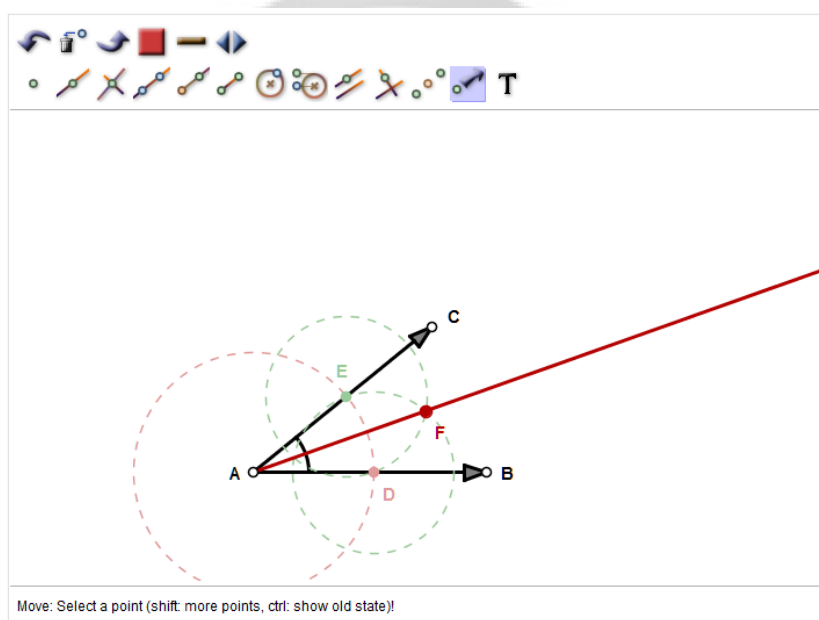
ดังนั้น $\widehat{EAF} = \widehat{DAF}$ นั่นคือ รังสีที่สร้างเป็นแบ่งครึ่ง $\widehat{BAC}$

เหตุผลแบบที่ 2 $\triangle DAE$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

เพราะว่า $AE = AD$ ซึ่งมี ED เป็นฐาน และ $\overrightarrow{AF}$ แบ่งครึ่งฐาน

ดังนั้น $\overrightarrow{AF}$ แบ่งครึ่ง $\widehat{DAE}$ นั่นคือ รังสีที่สร้างเป็นแบ่งครึ่ง $\widehat{BAC}$

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี A เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวพอสมควร ตัด $\overrightarrow{AB}$ และ $\overrightarrow{AC}$ ที่จุด D และ E ตามลำดับ
2. สร้างวงกลมที่มี D เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว DE
3. สร้างวงกลมที่มี E เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว DE ตัดวงกลม D ที่จุด F
4. ลาก $\overrightarrow{AF}$ ซึ่ง $\overrightarrow{AF}$ เป็นรังสีแบ่งครึ่งมุม $\widehat{BAC}$

คำถาม : ทำไมรังสีที่สร้างจึงแบ่งครึ่ง $\widehat{BAC}$

เหตุผลแบบที่ 1 $\triangle AEF \cong \triangle ADF$ แบบ ด.ด.ด.

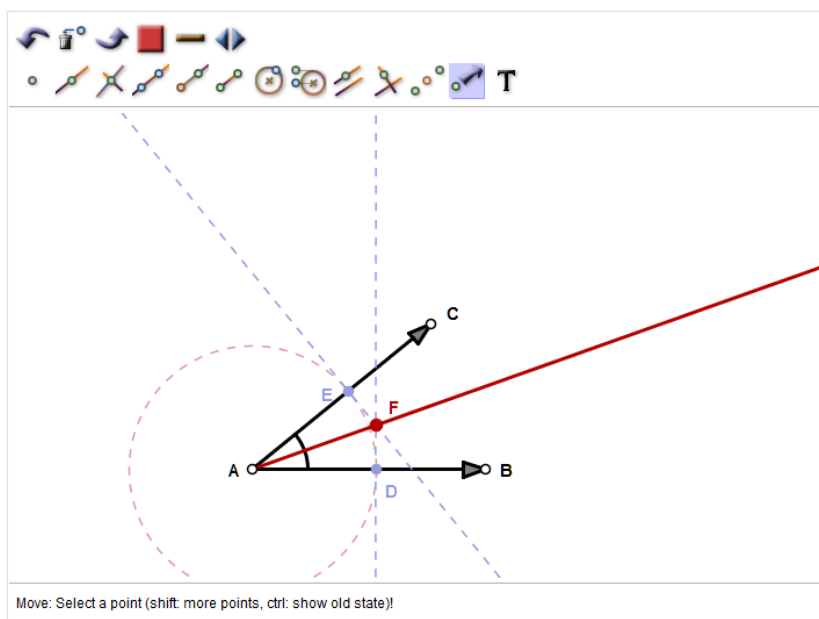
เพราะว่า $AE = AD$, $EF = DF$ และ $FA = FA$

ดังนั้น $\widehat{EAF} = \widehat{DAF}$ นั่นคือ รังสีที่สร้างเป็นแบ่งครึ่ง $\widehat{BAC}$

เหตุผลแบบที่ 2 $\square ADFE$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมรูปว่าวที่มี $\overline{AF}$ เป็นแกนสมมาตร

ดังนั้น $\overrightarrow{AF}$ แบ่งครึ่ง $\widehat{DAE}$ นั่นคือ รังสีที่สร้างเป็นแบ่งครึ่ง $\widehat{BAC}$

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี A เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวพอสมควร ตัด $\overrightarrow{AB}$ และ $\overrightarrow{AC}$ ที่จุด D และ E ตามลำดับ

2. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overrightarrow{AB}$ ที่จุด D

3. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overrightarrow{AC}$ ที่จุด E ตัดเส้นตั้งฉากในข้อ 2 ที่จุด F

4. ลาก $\overrightarrow{AF}$ ซึ่ง AF เป็นรังสีแบ่งครึ่งมุม $\widehat{BAC}$

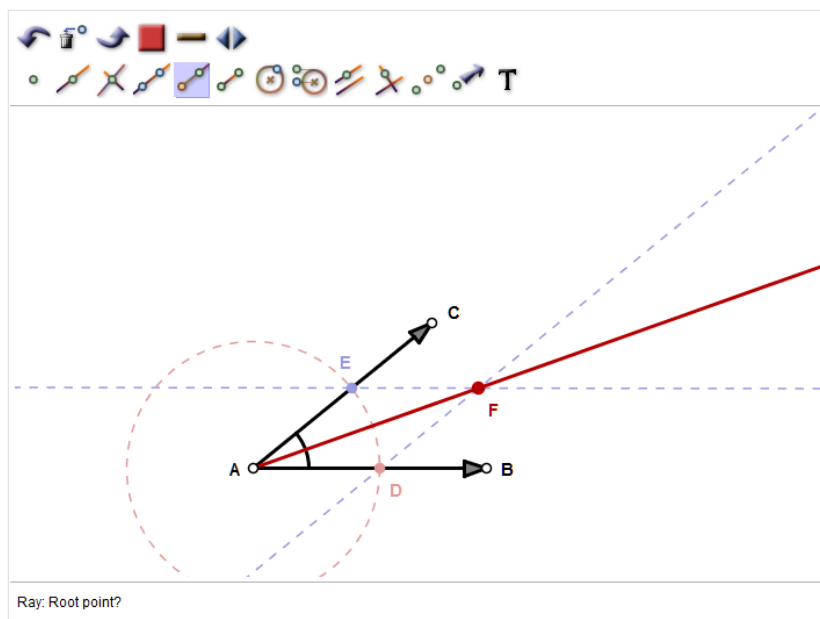
คำถาม : ทำไมรังสีที่สร้างจึงแบ่งครึ่ง $\widehat{BAC}$

$\triangle AEF \cong \triangle ADF$ แบบ จ.ด.ด.

เพราะว่า $\widehat{AEF} = \widehat{ADF}$ ซึ่งเป็นมุมฉาก $AE = AD$ และ $AF = AF$

ดังนั้น $\widehat{EAF} = \widehat{DAF}$ นั่นคือ รังสีที่สร้างเป็นแบ่งครึ่ง $\widehat{BAC}$

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี A เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวพอสมควร ตัด $\overrightarrow{AB}$ และ $\overrightarrow{AC}$ ที่จุด D และ E ตามลำดับ
2. สร้างเส้นขนานกับ $\overrightarrow{AC}$ ที่จุด D
3. สร้างเส้นขนานกับ $\overrightarrow{AB}$ ที่จุด E ตัดเส้นขนานในข้อ 2 ที่จุด F
4. ลาก $\overrightarrow{AF}$ ซึ่ง AF เป็นรังสีแบ่งครึ่งมุม $\widehat{BAC}$

คำถาม : ทำไมรังสีที่สร้างจึงแบ่งครึ่ง $\widehat{BAC}$

เหตุผล $\square ADFE$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเพราะว่า

$AE = AD$, $\overline{AE} // \overline{DF}$ และ $\overline{AD} // \overline{EF}$ โดยมี $\overline{AF}$ เป็นเส้นทแยงมุม

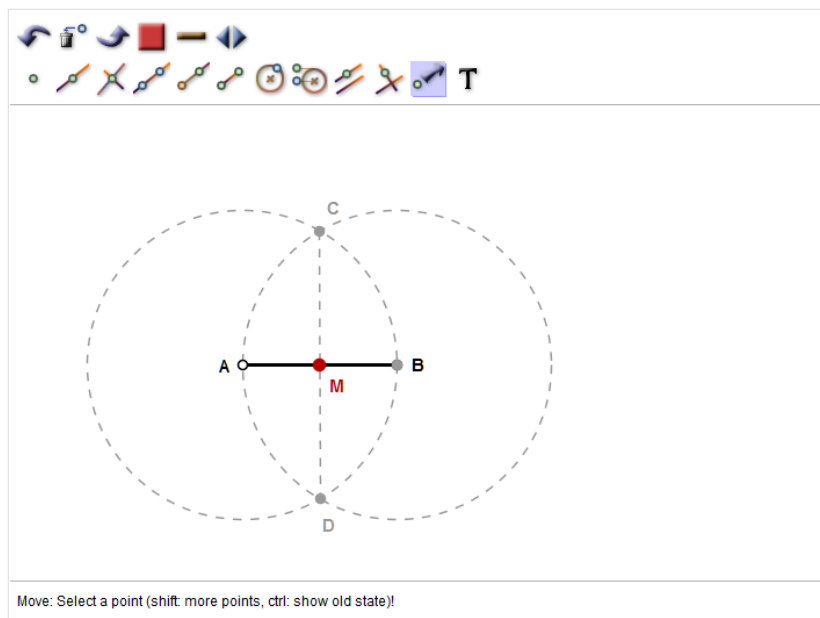
ดังนั้น $\overrightarrow{AF}$ แบ่งครึ่ง $\widehat{DAE}$ นั่นคือ รังสีที่สร้างแบ่งครึ่ง $\widehat{BAC}$

ข้อที่ 4 กำหนด $\overline{AB}$ ดังรูป



จงสร้างจุดกึ่งกลางของ $\overline{AB}$

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี A เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว $\overline{AB}$
2. สร้างวงกลมที่มี B เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว $\overline{AB}$ ตัดวงกลม A ที่จุด C และ D
3. ลาก $\overline{CD}$ ตัด $\overline{AB}$ ที่จุด M จะได้ M จุดกึ่งกลางของ $\overline{AB}$

คำถาม : ทำไมจุดที่สร้างจึงเป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{AB}$

เหตุผลแบบที่ 1 $\square ACBD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเพราะว่า $AC = CB = BD = DA$

และมุมแต่ละมุมไม่เป็นมุมฉาก จะได้ว่าเส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน

ดังนั้น M เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{AB}$

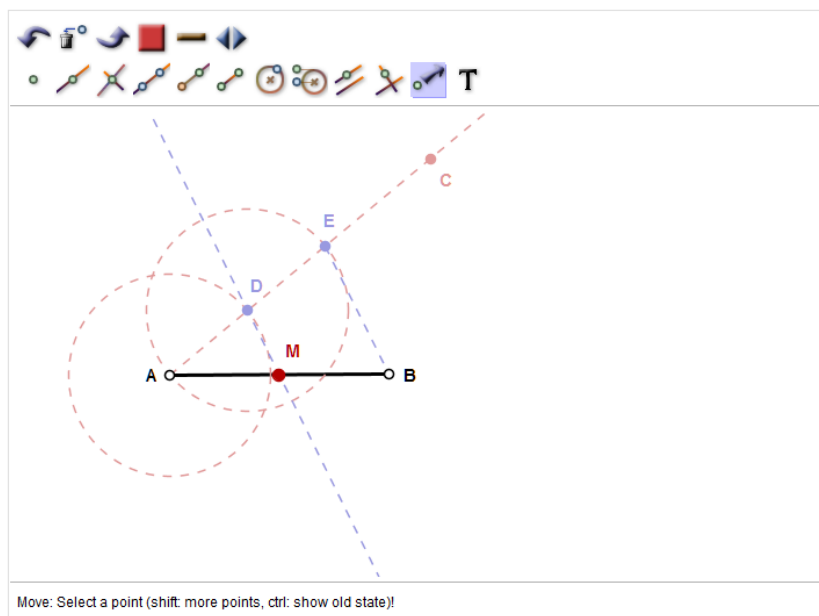
เหตุผลแบบที่ 2 $\triangle CAD \cong \triangle CBD$ แบบ ด.ด.ด. เพราะ $CA = CB$, $DA = DB$ และ $CD = CD$

ดังนั้น $\hat{A}CD = \hat{B}CD$ และเนื่องจาก $\triangle ACB$ เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

จะได้ว่า เส้นแบ่งครึ่งมุมจะแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับฐาน

ดังนั้น $\overline{CD}$ แบ่งครึ่ง $\overline{AB}$ ที่จุด M

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้าง $\overrightarrow{AC}$
2. สร้างวงกลมที่มี A เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวพอสมควรตัด $\overrightarrow{AC}$ ที่จุด D
3. สร้างวงกลมที่มี D เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว AD ตัด $\overrightarrow{AC}$ ที่จุด E
4. ลาก $\overline{EB}$ และสร้างเส้นขนานกับ $\overline{EB}$ ผ่านจุด D ตัด $\overline{AB}$ ที่จุด M
5. จะได้ M เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{AB}$

คำถาม : ทำไมจุดที่สร้างจึงเป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{AB}$

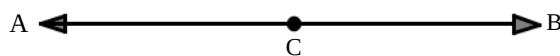
เหตุผล $\triangle ADM \sim \triangle AEB$ เพราะว่า $\widehat{ADM} = \widehat{AEB}$, $\widehat{AMD} = \widehat{ABE}$ และ $\widehat{DAM} = \widehat{EAB}$

$$\text{จะได้ } \frac{AD}{AE} = \frac{AM}{AB}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{AM}{AB}$$

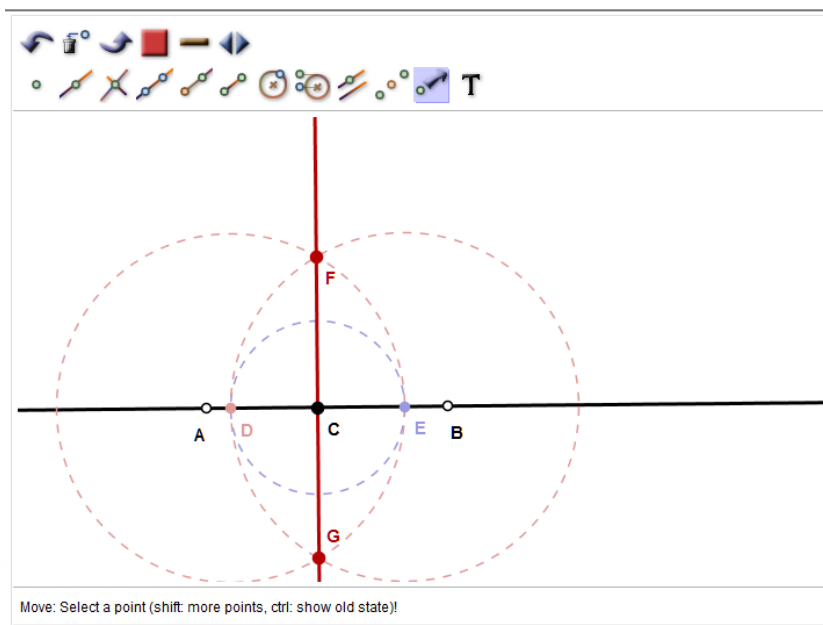
ดังนั้น M เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{AB}$

ข้อที่ 5 กำหนด $\overleftrightarrow{AB}$ และจุด C ที่อยู่บน $\overleftrightarrow{AB}$ ดังรูป



จงสร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ผ่านจุด C

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี C เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวพอสมควรตัด $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด D และ E
2. สร้างวงกลมที่มี D เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว DE
3. สร้างวงกลมที่มี E เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว ED ตัดวงกลม D ที่จุด F และ G
4. ลาก $\overleftrightarrow{FG}$ ซึ่งเป็นเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด C

คำถาม : ทำไมเส้นที่สร้างจึงตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ และผ่านจุด C

เหตุผลแบบที่ 1 $\square FDGE$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเพราะว่า $FD = DG = GE = EF$

และมุมแต่ละมุมไม่เป็นมุมฉาก จะได้ว่าเส้นทแยงมุมของ $\square FDGE$ จะแบ่งครึ่งและตั้งฉากซึ่งกันและกัน

ดังนั้น $\overleftrightarrow{FG}$ เป็นเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด C

เหตุผลแบบที่ 2 $\triangle DFE$ เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า เพราะว่า $DF = FE = ED$

และเนื่องจาก $DC = CE$

จะได้ $\overline{FC}$ เป็นเส้นที่ลากจากจุดยอดมาแบ่งครึ่งฐานของ $\triangle DFE$
 ดังนั้น $\overline{FC}$ ตั้งฉากกับ $\overline{DE}$

นั่นคือ $\overleftrightarrow{FG}$ ตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด C

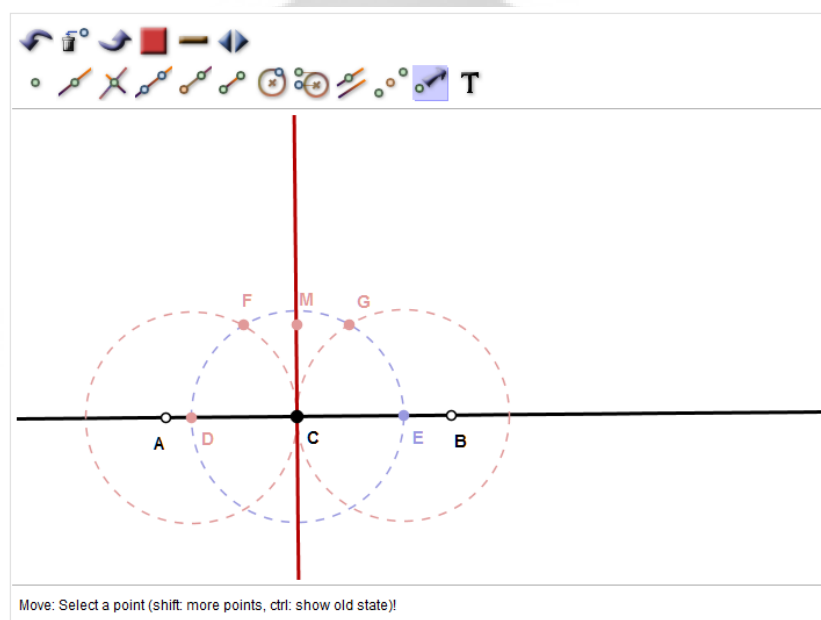
เหตุผลแบบที่ 3 $\triangle DFC \cong \triangle EFC$ แบบ ด.ด.ด. เพราะว่า $DF = EF$, $FC = FC$ และ $CD = CE$

ดังนั้น $\angle DCF = \angle ECF$ แต่ $\angle DCF + \angle ECF = 180^\circ$

จะได้ $\angle DCF = \angle ECF = 90^\circ$

ดังนั้น $\overleftrightarrow{FG}$ ตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด C

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี C เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวพอสมควรตัด $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด D และ E
2. สร้างวงกลมที่มี D เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว DC ตัดวงกลม C ที่จุด F
3. สร้างวงกลมที่มี E เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว DC ตัดวงกลม C ที่จุด G
4. สร้างจุดกึ่งกลาง M ระหว่างจุด F และ G
5. ลาก $\overleftrightarrow{MC}$ ซึ่งเป็นเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด C

คำถาม : ทำไมเส้นที่สร้างจึงตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ และผ่านจุด C

เหตุผลแบบที่ 1 $\triangle FCG$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เพราะว่า $FC = CG$

และเนื่องจาก $\overleftrightarrow{CM}$ เป็นเส้นแบ่งครึ่งฐานด้าน $\overline{FG}$ ของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว
จะได้ $\angle FCM = \angle GCM$

และจาก $\triangle DFC$ และ $\triangle EGC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

ดังนั้น $\angle FCD = \angle GCE$ จะได้ว่า $\angle FCM + \angle FCD = \angle GCM + \angle GCE = 90^\circ$

ดังนั้น $\overleftrightarrow{MC}$ เป็นเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด C

เหตุผลแบบที่ 2 $\triangle DFC \cong \triangle EGC$ แบบ ด.ด.ด. เพราะว่า $DF = EG$, $FC = GC$ และ $CD = CE$

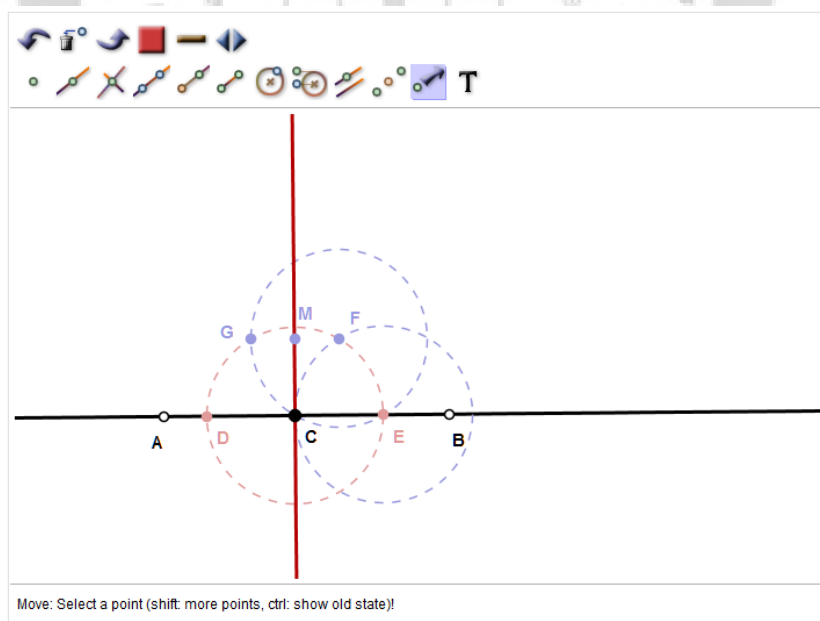
$\triangle FCM \cong \triangle GCM$ แบบ ด.ด.ด. เพราะว่า $FC = GC$, $FM = GM$ และ $MC = MC$

จะได้ $\angle DCF = \angle ECG$ และ $\angle FCM = \angle GCM$

นั่นคือ $\angle DCF + \angle FCM = \angle ECG + \angle GCM = 90^\circ$

ดังนั้น $\overleftrightarrow{MC}$ ตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด C

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี C เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวพอสมควรตัด $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด D และ E
2. สร้างวงกลมที่มี E เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว CE ตัดวงกลม C ที่จุด F

3. สร้างวงกลมที่มี F เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว CE ตัดวงกลม C ที่จุด G
4. สร้างจุดกึ่งกลาง M ระหว่างจุด F และ G
5. ลาก $\overleftrightarrow{MC}$ ซึ่งเป็นเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด C

คำถาม : ทำไมเส้นที่สร้างจึงตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ และผ่านจุด C

เหตุผล ใช้แนวคิดในการให้เหตุผลของเฉลยการสร้างแบบที่ 2

หรือใช้แนวคิดเรื่องของการสร้างมุมที่มีขนาด 60°

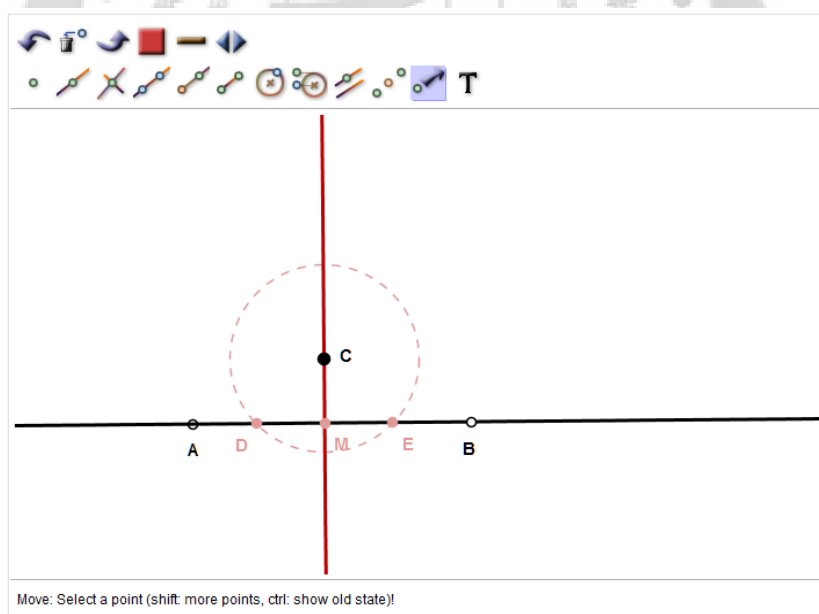
ข้อที่ 6 กำหนด $\overleftrightarrow{AB}$ และจุด C ที่ไม่อยู่บน $\overleftrightarrow{AB}$ ดังรูป

C

$A \longleftarrow \overleftrightarrow{AB} \longrightarrow B$

จงสร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ผ่านจุด C

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี C เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวพอสมควรตัด $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด D และ E
2. สร้างจุดกึ่งกลาง M ระหว่างจุด D และ E
3. ลาก $\overleftrightarrow{CM}$ ซึ่งเป็นเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ผ่านจุด C

คำถาม : ทำไมเส้นที่สร้างจึงตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ และผ่านจุด C

เหตุผล $\triangle DCE$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เพราะว่า $DC = CE$

และเนื่องจาก $DM = ME$

ดังนั้น $\triangle DMC \cong \triangle EMC$ (ด.ด.ด.)

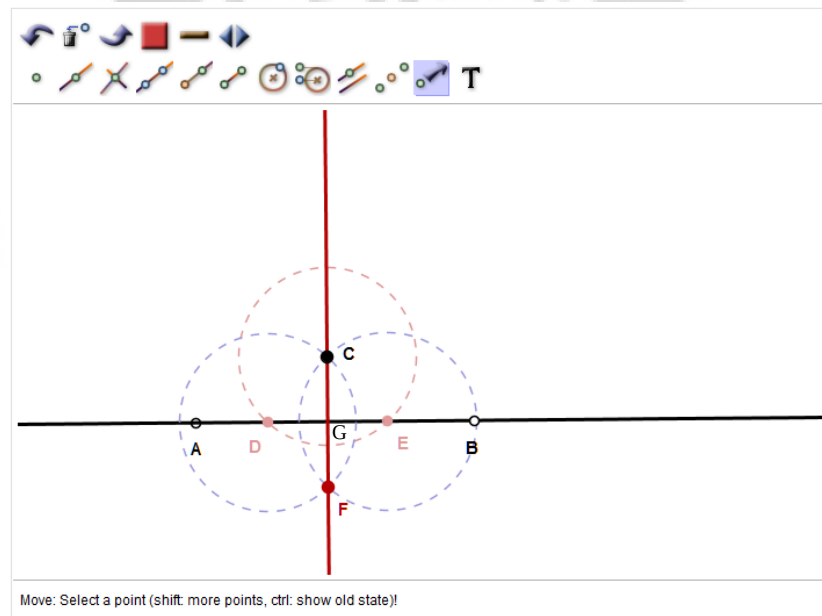
จะได้ $\widehat{DMC} = \widehat{EMC}$

แต่ $\widehat{DMC} + \widehat{EMC} = 180^\circ$

ดังนั้น $\widehat{DMC} = \widehat{EMC} = 90^\circ$

นั่นคือ $\overleftrightarrow{CM}$ ตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{DE}$ ผ่านจุด C

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี C เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวพอสมควรตัด $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด D และ E
2. สร้างวงกลมที่มี D เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว CD
3. สร้างวงกลมที่มี E เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว CE ตัดวงกลม D ที่จุด C และ F
4. ลาก $\overleftrightarrow{CF}$ ซึ่งเป็นเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ผ่านจุด C

คำถาม : ทำไมเส้นที่สร้างจึงตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ และผ่านจุด C

เหตุผลแบบที่ 1 $\square CDFE$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเพราะว่า $CD = DF = FE = EC$

และมุมแต่ละมุมไม่เป็นมุมฉาก จะได้ว่าเส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งและตั้งฉากซึ่งกันและกัน

ดังนั้น $\overleftrightarrow{CF}$ เป็นเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ผ่านจุด C

เหตุผลแบบที่ 2 $\triangle DCG \cong \triangle ECG$ แบบ ด.ด.ด. เพราะว่า $DC = EC$, $CG = CG$ และ $GD = GE$

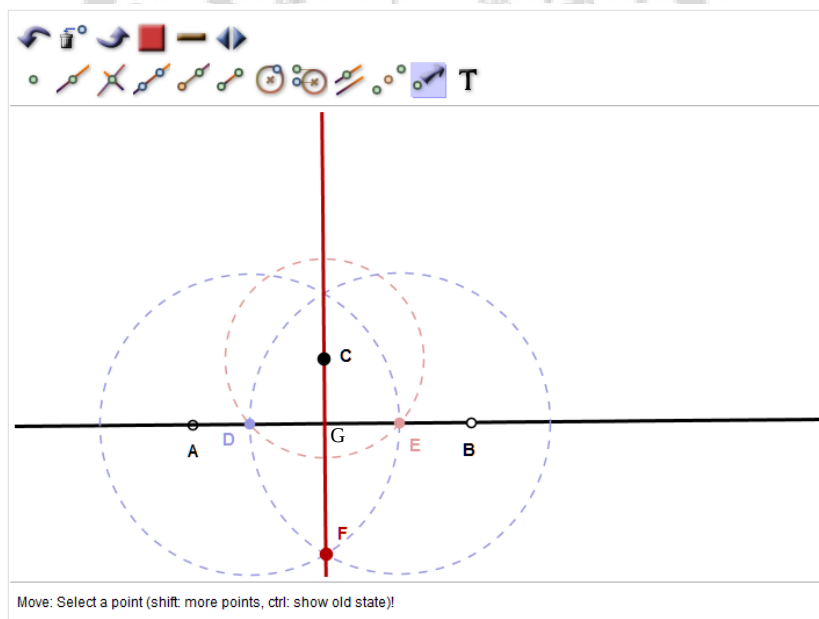
จะได้ $\widehat{DGC} = \widehat{EGC}$

แต่ $\widehat{DGC} + \widehat{EGC} = 180^\circ$

ดังนั้น $\widehat{DGC} = \widehat{EGC} = 90^\circ$

นั่นคือ $\overleftrightarrow{CF}$ ตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ผ่านจุด C

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี C เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวพอสมควรตัด $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด D และ E
2. สร้างวงกลมที่มี D เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว DE
3. สร้างวงกลมที่มี E เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว DE ตัดวงกลม D ที่จุด F
4. ลาก $\overleftrightarrow{CF}$ ซึ่งเป็นเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด C

คำถาม : ทำไมเส้นที่สร้างจึงตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ และผ่านจุด C

เหตุผลแบบที่ 1 $\square CDFE$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เพราะว่า $CD = CE$ และ $DF = EF$

จะได้ว่าเส้นทแยงมุมตั้งฉากซึ่งกันและกัน

ดังนั้น $\overleftrightarrow{FG}$ เป็นเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด C

เหตุผลแบบที่ 2 $\triangle DCF \cong \triangle ECF$ แบบ ด.ด.ด. เพราะว่า $DC = EC$, $CF = CF$ และ $FD = FE$

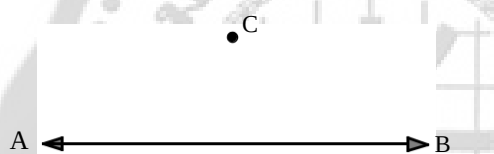
จะได้ $\angle DCF = \angle ECF$

$\triangle DCG \cong \triangle ECG$ แบบ ด.ม.ด. เพราะว่า $DC = EC$, $\angle DCG = \angle ECG$ และ $CG = CG$

ดังนั้น $\angle DCG = \angle ECG$

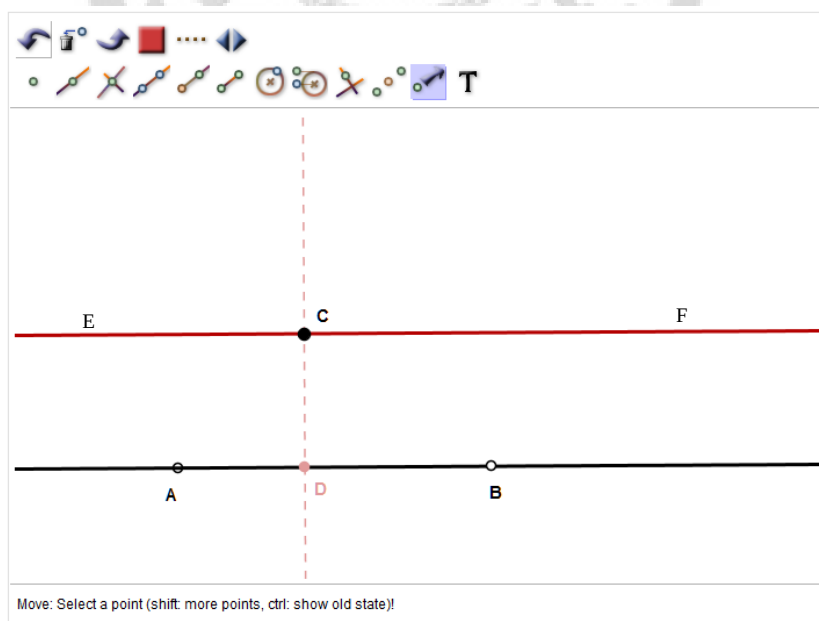
นั่นคือ $\overleftrightarrow{CG}$ ตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด C

ข้อที่ 7 กำหนด $\overleftrightarrow{AB}$ และจุด C ที่ไม่อยู่บน $\overleftrightarrow{AB}$ ดังรูป



จงสร้างเส้นขนานกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ผ่านจุด C

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด D ผ่านจุด C
2. สร้าง $\overleftrightarrow{EF} \perp \overleftrightarrow{CD}$ ที่จุด C
3. ดังนั้น เส้น $\overleftrightarrow{EF}$ ในข้อ 2 ขนานกับ $\overleftrightarrow{AB}$

คำถาม : ทำไมเส้นที่สร้างจึงขนานกับ $\overleftrightarrow{AB}$ และผ่านจุด C

เหตุผลแบบที่ 1 เส้นตรงสองเส้นจะขนานกันก็ต่อเมื่อมุมแย้งมีขนาดเท่ากัน

และเนื่องจาก $\angle ADC = \angle DCF$

ดังนั้น $\overleftrightarrow{EF}$ ขนานกับ $\overleftrightarrow{AB}$ และผ่านจุด C

เหตุผลแบบที่ 2 เส้นตรงสองเส้นจะขนานกันก็ต่อเมื่อมุมที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดรวมกัน

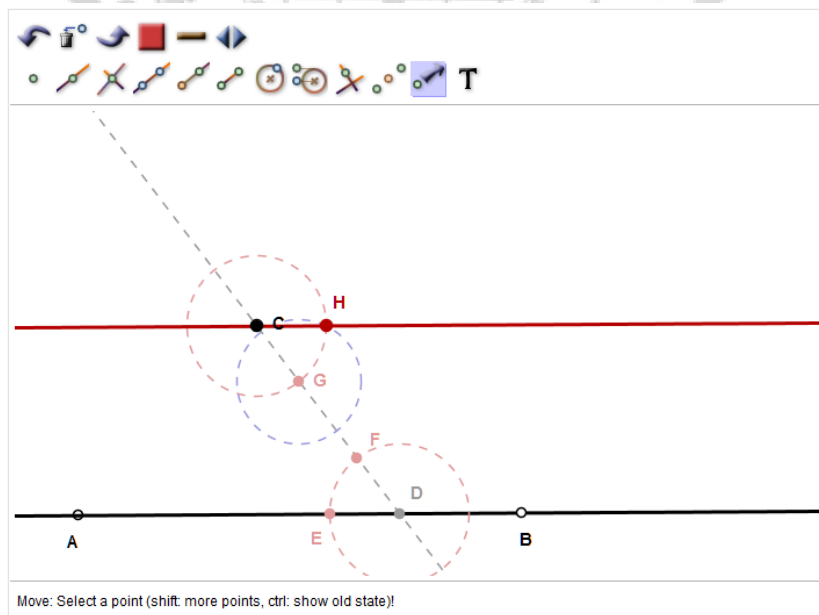
เท่ากับ 180°

และเนื่องจาก $\angle ADC = \angle DCE = 90^\circ$

ดังนั้น $\angle ADC + \angle DCE = 180^\circ$ และ $\angle BDC + \angle DCF = 180^\circ$

ดังนั้น $\overleftrightarrow{EF}$ ขนานกับ $\overleftrightarrow{AB}$ และผ่านจุด C

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างเส้นตรงจากจุด C ตัด $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด D
2. สร้างวงกลมที่มี D เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวพอสมควรตัด $\overleftrightarrow{AB}$ ที่จุด E และตัด $\overleftrightarrow{CD}$ ที่จุด F
3. สร้างวงกลมที่มี C เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว DE ตัด $\overleftrightarrow{CD}$ ที่จุด G
4. สร้างวงกลมที่มี G เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว EF ตัดวงกลม C ที่จุด H
5. ลาก $\overleftrightarrow{CH}$ ซึ่งขนานกับ $\overleftrightarrow{AB}$ ผ่านจุด C

คำถาม : ทำไมเส้นที่สร้างจึงขนานกับ $\overleftrightarrow{AB}$ และผ่านจุด C

เหตุผล เส้นตรงสองเส้นจะขนานกันก็ต่อเมื่อมุมแย้งมีขนาดเท่ากัน

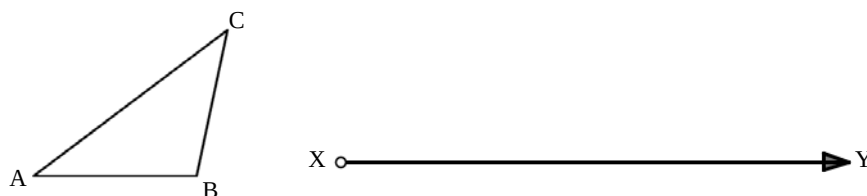
และเนื่องจาก $\widehat{EDF} = \widehat{GCH}$

ดังนั้น $\overleftrightarrow{CH}$ ขนานกับ $\overleftrightarrow{AB}$



เจลอัยการกรรมที่ 1.3 : การสร้างรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด

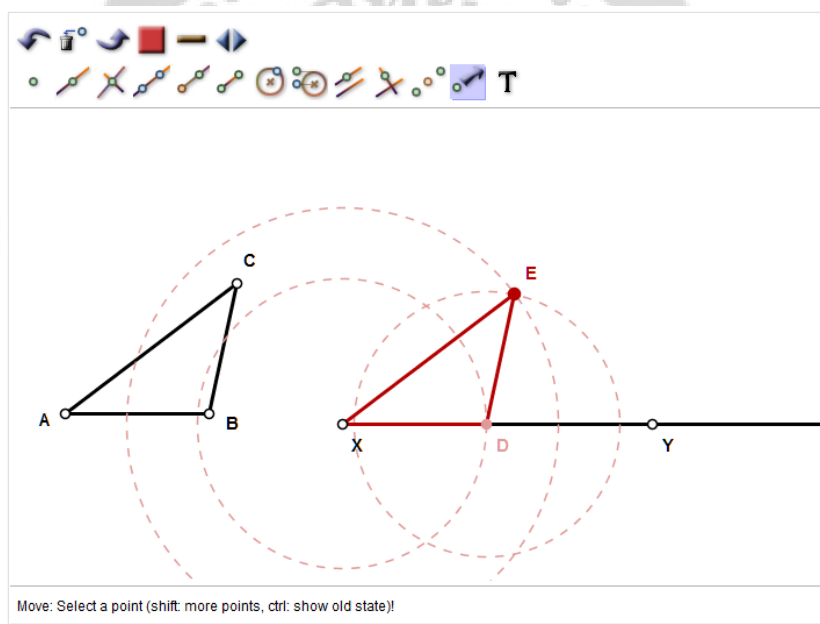
ข้อที่ 1 กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC และ $\overrightarrow{XY}$ ดังรูป



จงสร้างรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการกับรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้

ข้อตกลง : สร้าง $\overline{AB}$ ทับ $\overrightarrow{XY}$ โดยสร้างจากจุด X

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างวงกลมที่มี X เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว AB ตัด $\overrightarrow{XY}$ ที่จุด D
2. สร้างวงกลมที่มี D เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว BC
3. สร้างวงกลมที่มี X เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว AC ตัดวงกลม D ที่จุด E
4. ลาก XD, DE, EX จะได้ $\triangle XDE \cong \triangle ABC$

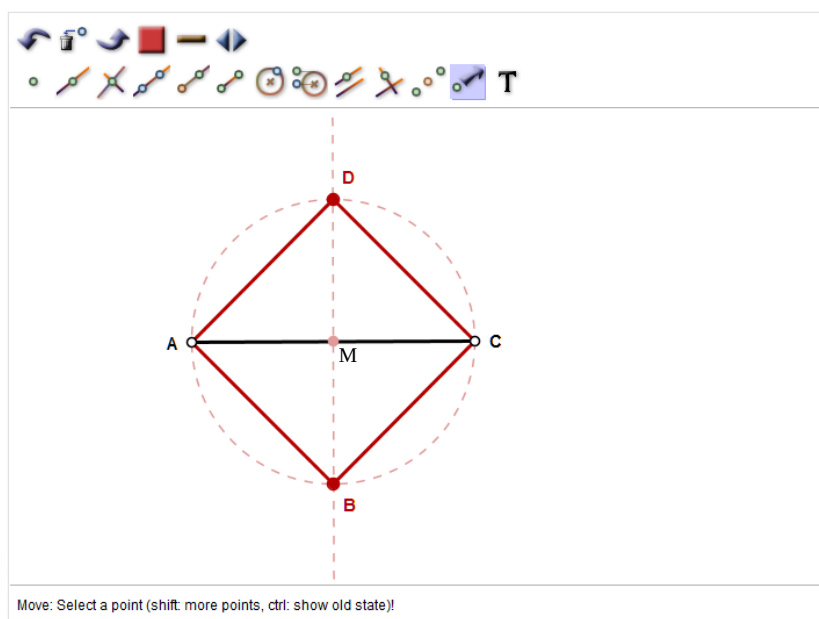
คำถาม : ทำไมรูปสามเหลี่ยมที่สร้างจึงเท่ากันทุกประการกับรูปสามเหลี่ยม ABC

เหตุผล $\triangle XDE \cong \triangle ABC$ เพราะว่า $XD = AB$, $DE = BC$ และ $EX = CA$

ข้อที่ 2 กำหนด $\overline{AC}$ ดังรูป



จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABCD$ ที่มี $\overline{AC}$ เป็นเส้นทแยงมุม
แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างจุดกึ่งกลาง M ระหว่างจุด A และ C
2. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overline{AC}$ ที่จุด M
3. สร้างวงกลมที่มี M เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว MC ตัดเส้นตั้งฉากในข้อ 2 ที่จุด B และ D
4. ลาก AB, BC, CD, DA
5. ดังนั้น $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มี $\overline{AC}$ เป็นเส้นทแยงมุม

คำถาม : ทำไมรูปสี่เหลี่ยมที่สร้างจึงเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

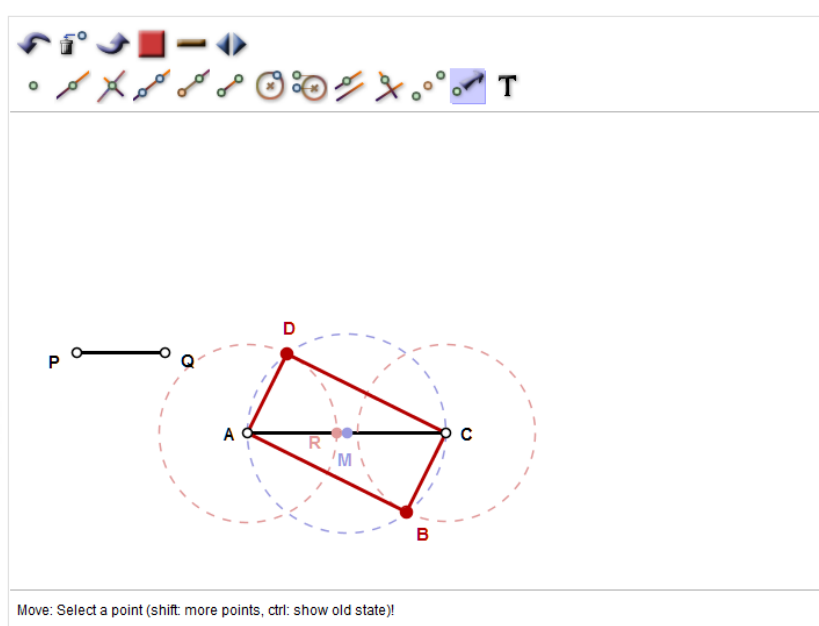
เหตุผล $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉากและด้านทุกด้านยาวเท่ากัน
และมี $\overline{AC}$ เป็นเส้นทแยงมุม

ข้อที่ 3 กำหนด $\overline{AC}$, $\overline{PQ}$ ดังรูป

P ——— Q

A ——— C

จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มี $\overline{AC}$ เป็นเส้นทแยงมุมและด้านด้านหนึ่งยาว PQ
แนวคิดหนึ่ง



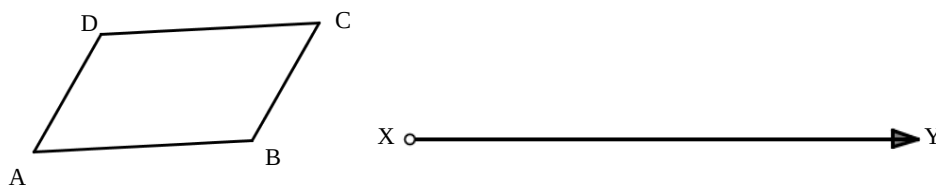
ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างจุดกึ่งกลาง M ระหว่างจุด A และ C
2. สร้างวงกลมที่มี M เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว MC
3. สร้างวงกลมที่มี A เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว PQ ตัดวงกลม M ที่จุด D
4. สร้างวงกลมที่มี C เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว PQ ตัดวงกลม M ที่จุด B
5. ลาก AB, BC, CD, DA
6. $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่มี $\overline{AC}$ เป็นเส้นทแยงมุมและด้านด้านหนึ่งยาว PQ

คำถาม : ทำไมรูปสี่เหลี่ยมที่สร้างจึงเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

เหตุผล $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉากและมี $\overline{AC}$ เป็นเส้นทแยงมุมและด้านด้านหนึ่งยาว PQ

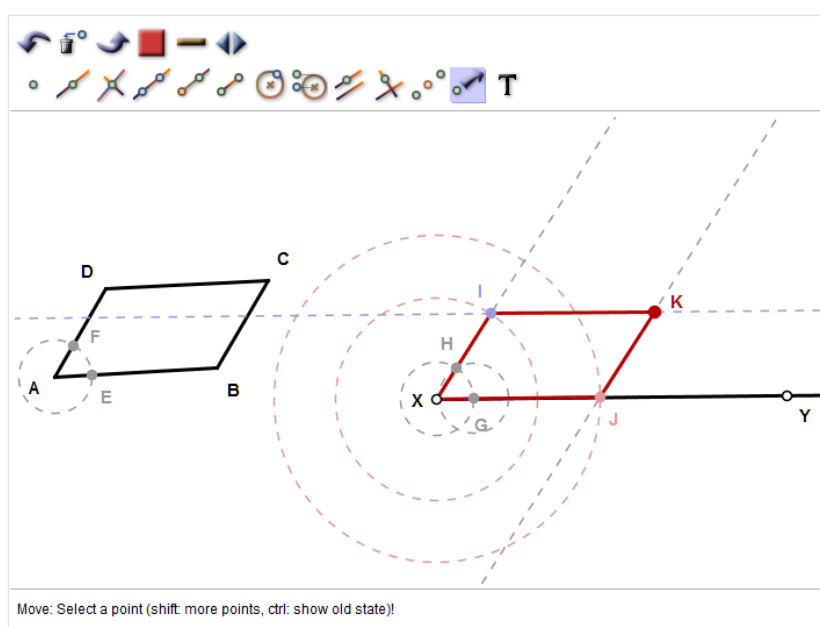
ข้อที่ 4 กำหนดรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ABCD และ $\overrightarrow{XY}$ ดังรูป



จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่เท่ากันทุกประการกับรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่กำหนดให้

ข้อตกลง : สร้าง $\overline{AB}$ ทับ $\overrightarrow{XY}$ โดยสร้างจากจุด X

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

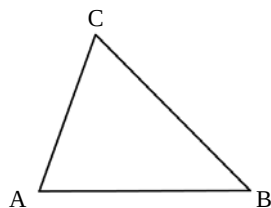
1. สร้างวงกลมที่มี A เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาวพอสมควรตัด $\overline{AB}$ และ $\overline{DA}$ ที่จุด E และ F
2. สร้างวงกลมที่มี X เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว AE ตัด $\overrightarrow{XY}$ ที่จุด G
3. สร้างวงกลมที่มี G เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว FE ตัดวงกลม X ที่จุด H
4. ลาก $\overrightarrow{XH}$ และสร้างวงกลมที่มี X เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว DA ตัด $\overrightarrow{XH}$ ที่จุด I
5. สร้างวงกลมที่มี X เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว AB ตัด $\overrightarrow{XY}$ ที่จุด J
6. สร้างเส้นขนานกับ $\overrightarrow{XH}$ ที่จุด J
7. สร้างเส้นขนานกับ $\overrightarrow{XY}$ ที่จุด I
8. ลาก XJ, JK, KI และ IX จะได้ $\square XJKI \cong \square ABCD$

คำถาม : ทำไมรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่สร้างจึงเท่ากับทุกประการกับรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนดให้

เหตุผล $\square XJKI$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เพราะว่า $XJ \parallel KI$ และ $JK \parallel IX$

และ $\square XJKI \cong \square ABCD$ เพราะว่า $\square XJKI$ มีด้านเท่ากับ 4 คู่ และมุมเท่ากับ 4 คู่

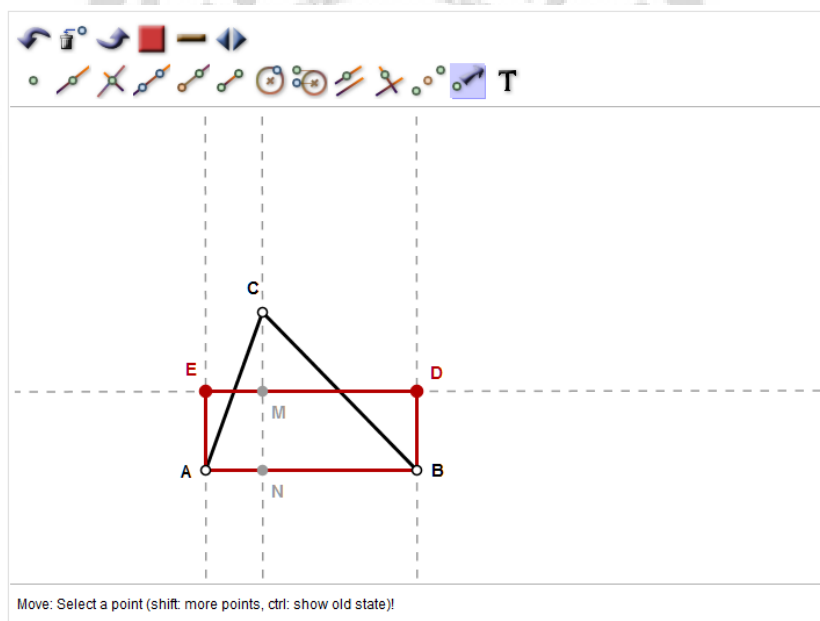
ข้อที่ 5 กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC ดังรูป



จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABC

ข้อตกลง : ให้ $\overline{AB}$ เป็นด้านด้านหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมที่สร้าง

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overline{AB}$ ผ่านจุด C ตัด $\overline{AB}$ ที่จุด N
2. สร้างจุดกึ่งกลาง M ระหว่างจุด C และ N
3. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{CN}$ ที่จุด M
4. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overline{AB}$ ที่จุด A ตัดเส้นตั้งฉากในข้อ 3 ที่จุด E
5. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overline{AB}$ ที่จุด B ตัดเส้นตั้งฉากในข้อ 3 ที่จุด D

6. ลาก $\overline{AB}$, $\overline{BD}$, $\overline{DE}$, $\overline{EA}$

7. จะได้ $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABC

คำถาม : ทำไมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่สร้างมีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABC

เหตุผล $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก

$$\text{พื้นที่ของ } \square ABCD = AB \times MN$$

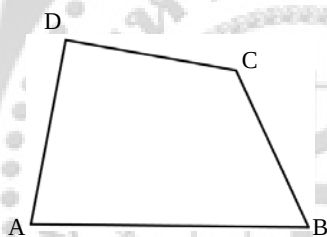
$$\text{พื้นที่ของ } \triangle ABC = \frac{1}{2} \times AB \times CN$$

$$= AB \times \frac{CN}{2}$$

$$= AB \times MN$$

ดังนั้น พื้นที่ของ $\square ABCD$ เท่ากับ พื้นที่ของ $\triangle ABC$

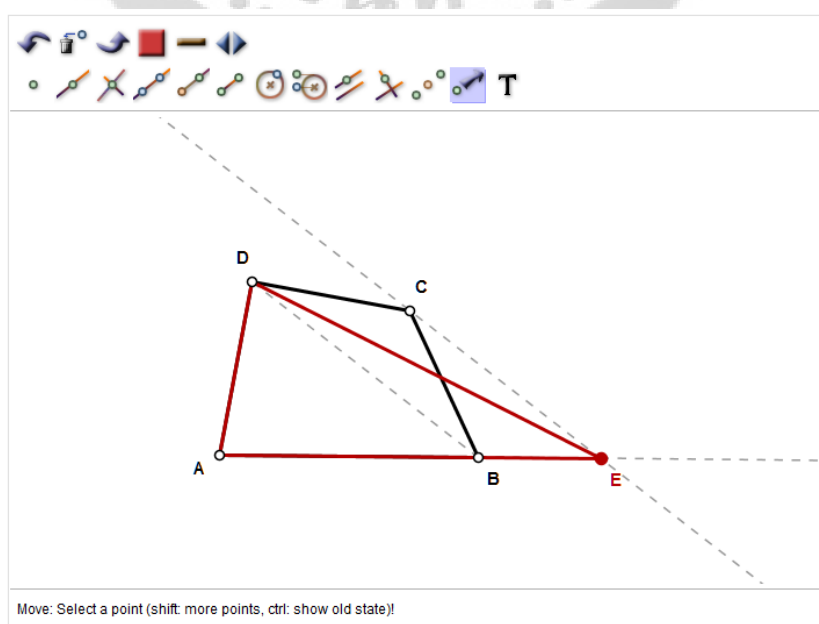
ข้อที่ 6 กำหนดรูปสี่เหลี่ยม $ABCD$ ดังรูป



จงสร้างรูปสามเหลี่ยมที่มีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม $ABCD$

ข้อตกลง : ให้ AD เป็นด้านด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมที่สร้าง

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. ลาก $\overrightarrow{AB}$ และ $\overrightarrow{DB}$
2. สร้างเส้นขนานกับ $\overrightarrow{DB}$ ที่จุด C ตัด $\overrightarrow{AB}$ ที่จุด E
3. ลาก $\overrightarrow{DE}$
4. จะได้ พื้นที่ของ $\triangle AED$ เท่ากับพื้นที่ของ $\square ABCD$

คำถาม : ทำไมรูปสามเหลี่ยมที่สร้างมีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม $ABCD$

$$\text{พื้นที่ของ } \triangle DBC = \text{พื้นที่ของ } \triangle DBE$$

$$\text{จะได้ว่า พื้นที่ของ } \triangle ABD + \text{พื้นที่ของ } \triangle DBC = \text{พื้นที่ของ } \triangle ABD + \text{พื้นที่ของ } \triangle DBE$$

ดังนั้น พื้นที่ของ $\square ABCD$ เท่ากับ พื้นที่ของ $\triangle AED$

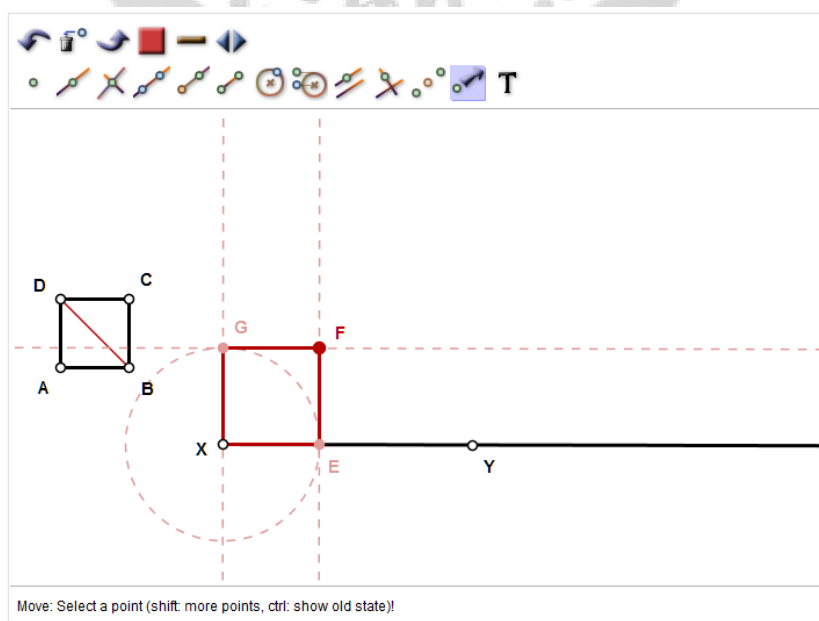
ข้อที่ 7 กำหนด $ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีแต่ละด้านยาว 1 หน่วย ดังรูป



จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เป็นสองเท่าของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABCD$

ข้อตกลง : ให้ด้านหนึ่งของรูปที่สร้างทับ $\overrightarrow{XY}$ โดยสร้างจากจุด X

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. ลาก $\overline{DB}$ จะได้ว่า $DB = \sqrt{2}$
2. สร้างวงกลมที่มี X เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว DB ตัด $\overrightarrow{XY}$ ที่จุด E
3. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overline{XE}$ ที่จุด X ตัดวงกลม X ที่จุด G
4. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{XG}$ ที่จุด G
5. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overline{XE}$ ที่จุด E ตัดเส้นตั้งฉากในข้อ 4 ที่จุด F
6. $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เป็นสองเท่าของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม $ABCD$

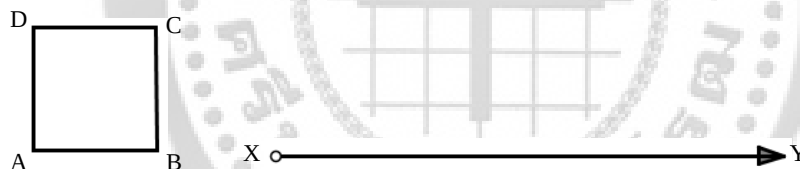
คำถาม : ทำไมรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สร้างจึงมีพื้นที่เป็นสองเท่าของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABCD$

พื้นที่ของ $\square ABCD = 1 \times 1 = 1$ ตารางหน่วย

พื้นที่ของ $\square XEFG = \sqrt{2} \times \sqrt{2} = 2$ ตารางหน่วย

ดังนั้น พื้นที่ของ $\square XEFG$ เป็นสองเท่าของพื้นที่ $\square ABCD$

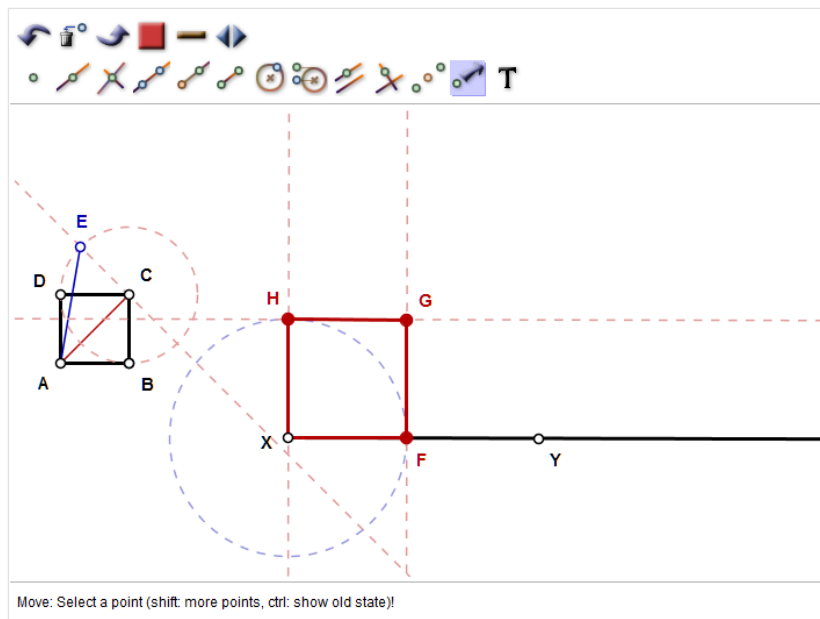
ข้อที่ 8 กำหนด $ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีแต่ละด้านยาว 1 หน่วย ดังรูป



จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เป็นสามเท่าของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส $ABCD$

ข้อตกลง : ให้ด้านหนึ่งของรูปที่สร้างทับ $\overrightarrow{XY}$ โดยสร้างจากจุด X

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. ลาก $\overline{AC}$ จะได้ $AC = \sqrt{2}$
2. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overline{AC}$ ที่จุด C
3. สร้างวงกลมที่มี C เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว DC ตัดเส้นตั้งฉากในข้อ 2 ที่จุด E
4. ลาก $\overline{AE}$ จะได้ $AE = \sqrt{3}$
5. สร้างวงกลมที่มี X เป็นจุดศูนย์กลาง รัศมียาว AE ตัด $\overline{XY}$ ที่จุด F
6. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overline{XF}$ ที่จุด X ตัดวงกลม X ที่จุด H
7. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overline{XH}$ ที่จุด H
8. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overline{XF}$ ที่จุด F ตัดเส้นตั้งฉากในข้อ 7 ที่จุด G
9. ลาก $\overline{XF}, \overline{FG}, \overline{GH}, \overline{HX}$
10. $\square XFGH$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เป็นสามเท่าของพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม ABCD

คำถาม : ทำไมรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สร้างจึงมีพื้นที่เป็นสามเท่าของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD

พื้นที่ของ $\square ABCD = 1 \times 1 = 1$ ตารางหน่วย

พื้นที่ของ $\square XFGH = \sqrt{3} \times \sqrt{3} = 3$ ตารางหน่วย

ดังนั้น พื้นที่ของ $\square XFGH$ เป็นสามเท่าของพื้นที่ของ $\square ABCD$



เฉลยหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 : การนำไปใช้

คำชี้แจง

1. หน่วยการเรียนรู้นี้ประกอบด้วยตัวอย่างการนำไปใช้ ดังนี้
 - การนำไปใช้ในวิทยาการด้านต่าง ๆ
 - การนำไปใช้ในการแก้ปัญหา
2. ให้นักเรียนทำกิจกรรมในแฟ้มคำสั่งจากโปรแกรม C.a.R. ที่ครูเตรียมไว้ให้





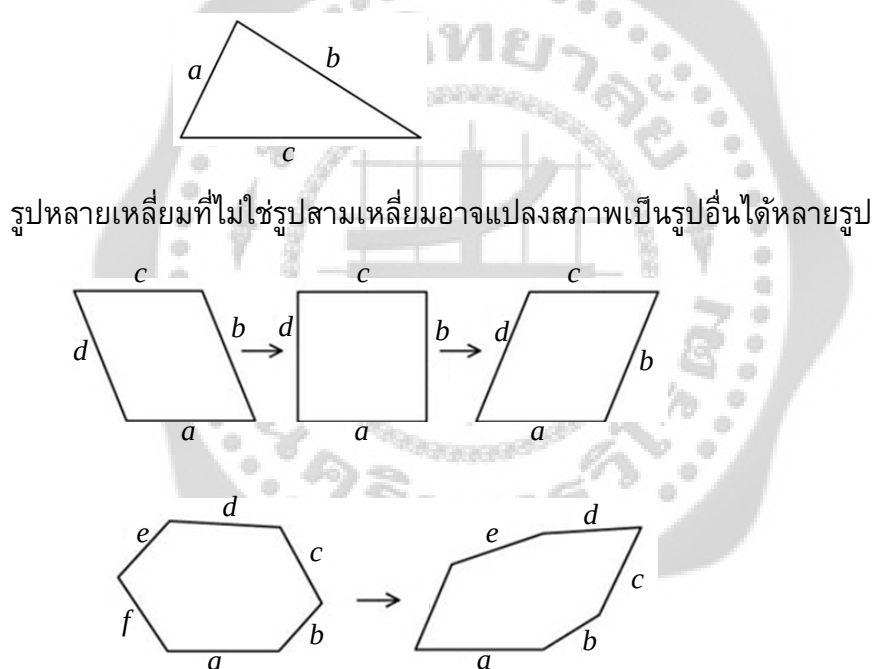
การนำไปใช้

การนำไปใช้ในวิทยาการด้านต่าง ๆ

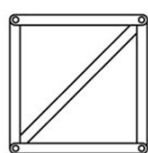
ความรู้เกี่ยวกับการสร้างทางเรขาคณิตเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อวิทยาการในด้านต่าง ๆ ซึ่งเห็นได้จากสิ่งต่าง ๆ ที่มนุษย์คิดค้นและสร้างขึ้นมาส่วนใหญ่ล้วนแต่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตที่มีการสร้างเป็นพื้นฐานสำคัญ

ตัวอย่างที่ 1 การก่อสร้างสิ่งต่าง ๆ

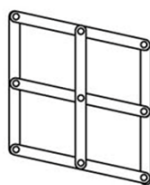
ในการก่อสร้างสิ่งต่าง ๆ ความแข็งแรงทนทานสำคัญที่สุด มีการใช้ความรู้การสร้างรูปสามเหลี่ยมซึ่งสร้างได้เพียงรูปเดียว ไม่สามารถแปลงสภาพเป็นรูปอื่นได้



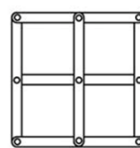
ดังนั้น การทำโครงสร้างให้แข็งแรงจึงต้องเสริมให้มีรูปสามเหลี่ยมเป็นรูปย่อยตามความจำเป็น ดังรูปที่ 1 แต่รูปที่ 2, 3 อาจแปลงสภาพได้จึงทำให้ไม่แข็งแรง



รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3



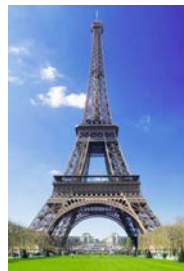
โครงหลังคา



โครงปั้นจั่นใช้เคลื่อนย้ายสิ่งก่อสร้าง



โครงเสาไฟฟ้าแรงสูง



หอไอเฟล



โครงปั้นจั่นยกลูกตุ้มตอกเสาเข็ม



เต็นท์



สะพานพุทธ

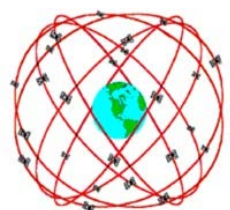


จีโอเดสิกโดม (geodesic dome)

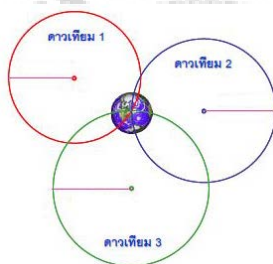
นอกจากนี้สิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ยังใช้หลักการทางเรขาคณิต เช่น คานรับน้ำหนักเพราะว่าวัสดุ ยิ่งหนายิ่งทนแรงอัดมาก (สะพานลอย สะพานทางด่วน โค้งประตูวิหารที่รับน้ำหนักผนังส่วนบน คานบ้าน บันได) โครงสร้างวงกลมที่นำการส่งแรง (สะพานไม้ไผ่ หลอดฟลูออเรสเซนต์) หลักการของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (บานเกร็ด บันไดเลื่อน สายพาน ประตูเหล็ก เติียงปรับระดับของคนไข้) การสร้างถนน เชือกกันน้ำ เป็นต้น

ตัวอย่างที่ 2 ระบบ GPS (Global Positioning System)

เป็นระบบบอกตำแหน่งบนโลก โดยอาศัยการคำนวณพิกัดจากดาวเทียมระบุตำแหน่งที่โคจรรอบโลก ทำให้สามารถบอกตำแหน่งได้ทุกแห่งบนโลกตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจและใกล้ตัวเราอย่างมาก



ซึ่งหลักการของเครื่อง GPS คือ การคำนวณระยะทางระหว่างดาวเทียมกับอุปกรณ์รับ GPS โดยจะต้องทราบตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวง ประกอบกับได้ระยะทางจากดาวเทียม 3 ดวงขึ้นไป แล้วอุปกรณ์ GPS ก็จะคำนวณหาจุดตัดกันของวงกลมของระยะทางของดาวเทียม GPS แต่ละดวงได้



และด้วยความสามารถของ GPS สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น การค้นหาสถานที่จากแผนที่ การสำรวจพื้นที่ การนำทาง (เครื่องบิน เรือเดินสมุทร รถยนต์ การเดินป่า) ติดตามการเคลื่อนที่ของคน สิ่งของ (ไอโฟน รถยนต์ ฯลฯ) การขุดอุโมงค์ (สร้างรถไฟใต้ดิน) ตรวจวัดการเคลื่อนที่ของเปลือกโลกและสิ่งก่อสร้าง

ตัวอย่างที่ 3 การออกแบบทางวิศวกรรม

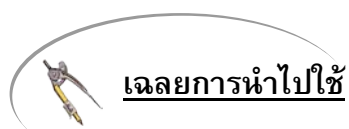
การเขียนแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เช่น โช้ ตัวถัง ตะเกียบ นอต และส่วนอื่น ๆ ของรถจักรยานยนต์ ประแจปากตายเดี่ยว

ตัวอย่างที่ 4 ศิลปกรรม

การออกแบบตราสัญลักษณ์ เครื่องหมายจราจร ลวดลายต่าง ๆ ซึ่งลวดลายมีฐานกำเนิดมาจากรูปเรขาคณิตทั้งวงกลม รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม ลวดลายไทยตามประตูหน้าต่างโบสถ์ วิหาร ตู้พระธรรม ฝาผนัง ลวดลายพื้น หนังสือ หรือเครื่องใช้ไม้สอยทั่ว ๆ ไป เบญจรงค์ ปราสาท ซึ่งเป็นความงามในศิลปะที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการทางเรขาคณิต

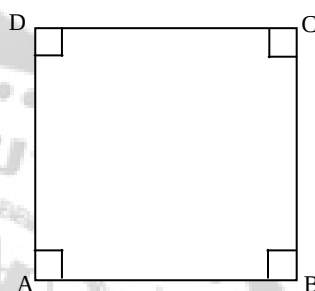
การนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

นอกจากการนำไปใช้ในวิทยาการด้านต่าง ๆ แล้ว สิ่งหนึ่งที่สำคัญมากในการเรียนเรขาคณิต คือทำให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดตามแนวทางของปัญหาที่กำหนด และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาตามเงื่อนไขของโจทย์ได้ รวมทั้งได้ฝึกกระบวนการให้เหตุผลเพื่อยืนยันสิ่งที่สร้าง



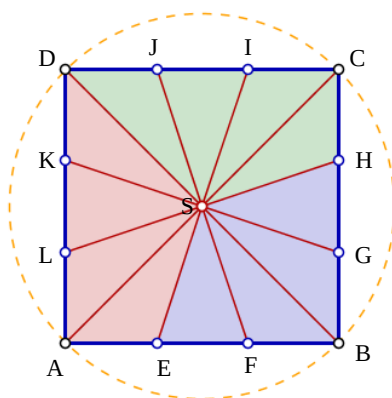
เฉลยการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 1 จงแบ่งเค้กทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็น 3 ชั้น ทุกชั้นต้องมีหน้าเค้กและเนื้อเค้กเท่ากัน



หน้าเค้กที่จำลอง

แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. ลากเส้นทแยงมุม AC และ BD
2. แบ่ง $\overline{AB}$, $\overline{BC}$, $\overline{CD}$, $\overline{DA}$ ออกเป็นสามส่วนเท่า ๆ กัน
3. ลาก $\overline{SE}$, $\overline{SF}$, $\overline{SG}$, $\overline{SH}$, $\overline{SI}$, $\overline{SJ}$, $\overline{SK}$, $\overline{SL}$
4. จะได้ว่า $\triangle AESD$, $\triangle EBHS$, $\triangle SHCD$ มีพื้นที่เท่ากัน

คำถาม : ทำไมเค้กที่แบ่งแต่ละชั้นมีหน้าเค้กและเนื้อเค้กเท่ากัน

เหตุผล พิจารณารูปสามเหลี่ยมทั้ง 12 รูป

เนื่องจากแต่ละรูปมีฐานเท่ากันทุกฐานและส่วนสูงเท่ากันทุกรูป

ดังนั้นรูปสามเหลี่ยมทั้ง 12 รูปมีพื้นที่เท่ากัน

จะได้ว่า $\square AESD$ มีพื้นที่เท่ากับ $\triangle ESA + \triangle ASL + \triangle LSK + \triangle KSD$

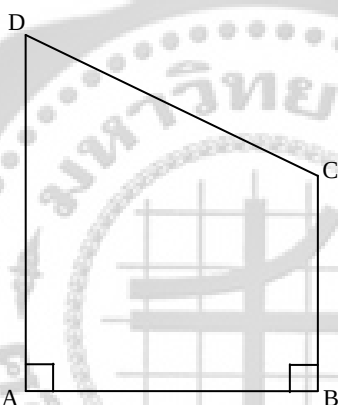
$\square EBHS$ มีพื้นที่เท่ากับ $\triangle ESF + \triangle FSB + \triangle BSG + \triangle GSH$

$\square SHCD$ มีพื้นที่เท่ากับ $\triangle HSC + \triangle CSI + \triangle ISJ + \triangle JSD$

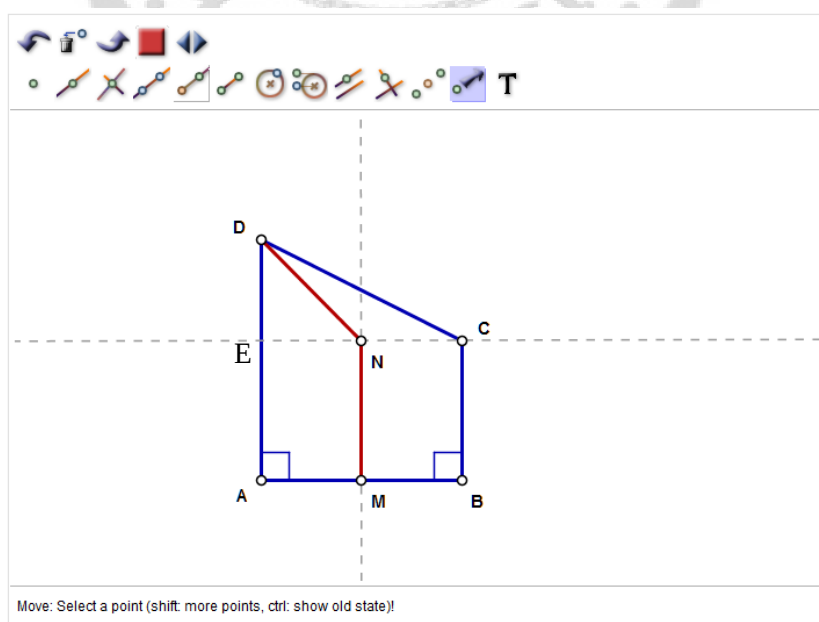
นั่นคือถ้าต้องการแบ่งเค้ก จะต้องแบ่งหน้าเค้กออกเป็นรูป $\square AESD$, $\square EBHS$, $\square SHCD$ ทุกชิ้นจึงมีหน้าเค้กและเนื้อเค้กเท่ากัน

ตัวอย่างที่ 2 กำหนดบริเวณที่ดินมาให้ ดังรูป

จงแบ่งที่ดินดังกล่าวออกเป็นสองส่วนให้มีพื้นที่เท่ากัน



แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. สร้างจุดกึ่งกลาง M บน $\overline{AB}$
2. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overline{AB}$ ที่จุด M
3. สร้างเส้นตั้งฉากกับ $\overline{AD}$ ผ่านจุด C ตัดเส้นตั้งฉากในข้อ 2 ที่จุด N
4. ลาก $\overline{DN}$ และ $\overline{DM}$
5. จะได้รูป ADNM มีพื้นที่เท่ากับรูป MNDCB

คำถาม : ทำไมพื้นที่ทั้งสองส่วนที่แบ่งจึงมีพื้นที่เท่ากัน

เหตุผล รูป ADNM มีพื้นที่เท่ากับ พื้นที่ $\triangle EDN$ + พื้นที่ $\square AMNE$

รูป MNDCB มีพื้นที่เท่ากับ พื้นที่ $\triangle NDC$ + พื้นที่ $\square MBCN$

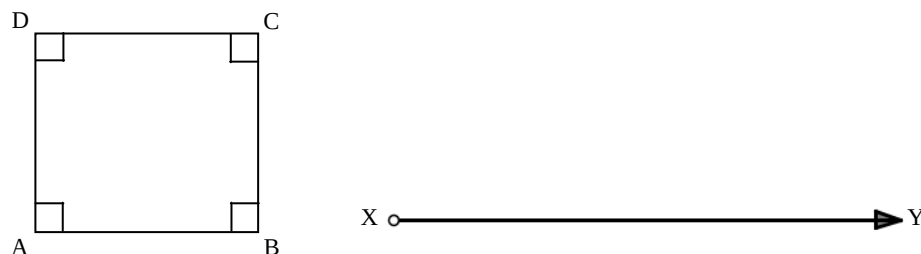
$$\begin{aligned}\text{เนื่องจาก พื้นที่ } \triangle EDN &= \frac{1}{2} \times EN \times DE \\ &= \frac{1}{2} \times NC \times DE \\ &= \text{พื้นที่ } \triangle NDC\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{และเนื่องจาก พื้นที่ } \square AMNE &= AM \times MN \\ &= MB \times MN \\ &= \text{พื้นที่ } \square MBCN\end{aligned}$$

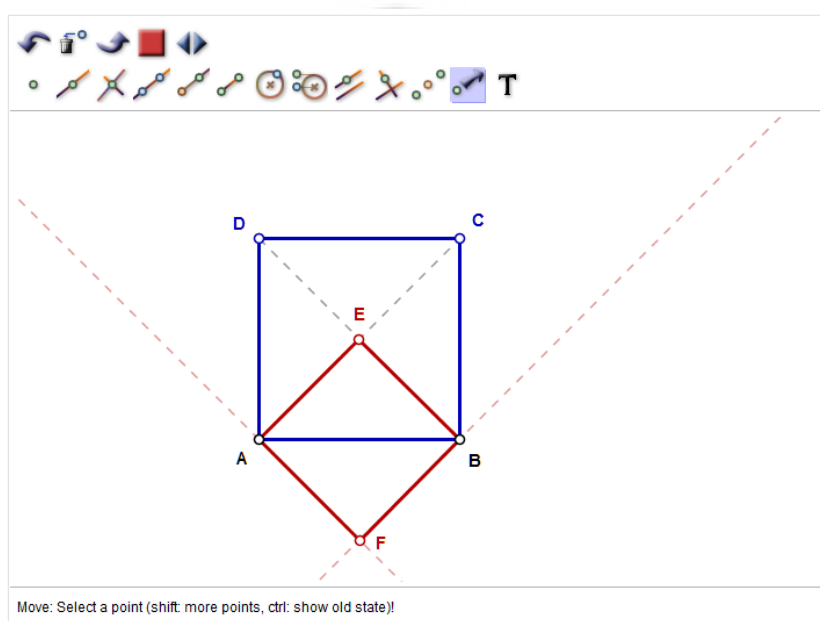
จะได้ว่า พื้นที่ $\triangle EDN$ + พื้นที่ $\square AMNE$ เท่ากับ พื้นที่ $\triangle NDC$ + พื้นที่ $\square MBCN$

ดังนั้น รูป ADNM มีพื้นที่เท่ากับรูป MNDCB

ตัวอย่างที่ 3 จงย่อรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD ให้มีพื้นที่เป็นครึ่งหนึ่งของรูปเดิม
(สร้างด้านด้านหนึ่งบน $\overrightarrow{XY}$ โดยสร้างจากจุด X)



แนวคิดหนึ่ง



ขั้นตอนการสร้าง

1. ลาก $\overline{AC}$ และ $\overline{BD}$ ตัดกันที่จุด E
2. สร้างเส้นขนานกับ $\overline{AE}$ ที่จุด B
3. สร้างเส้นขนานกับ $\overline{BE}$ ที่จุด A ตัดเส้นขนานในข้อ 2 ที่จุด F
4. จะได้รูปสี่เหลี่ยม AFBE เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีพื้นที่เป็นครึ่งหนึ่งของรูปที่กำหนดให้

คำถาม : ทำไมรูปสี่เหลี่ยมที่ย่อจึงมีพื้นที่เป็นครึ่งหนึ่งของรูปเดิม

เหตุผล พิจารณา รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส AFBE ที่มี AB เป็นเส้นทแยงมุม

ดังนั้น จะได้ว่า $\triangle AEB$ มีพื้นที่เท่ากับ $\triangle AFB$

แต่เนื่องจาก $\triangle AEB = \triangle BEC = \triangle CED = \triangle DEA$ นั่นคือ $\triangle AEB = \triangle BEC = \triangle AFB$

ดังนั้น $\triangle AEB + \triangle AFB$ มีพื้นที่เป็นครึ่งหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่กำหนดให้

ภาคผนวก จ
แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานในการเรียน
เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน

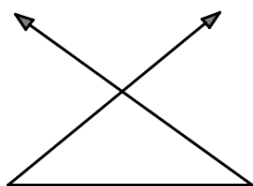
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย $\times$ ลงในกระดาษคำตอบแต่ละข้อ โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
4. อาจอาศัยการวาดรูปเรขาคณิตช่วยในการทำแบบทดสอบบางข้อ
5. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

1. ข้อใดต่อไปนี้ ไม่ถูกต้อง

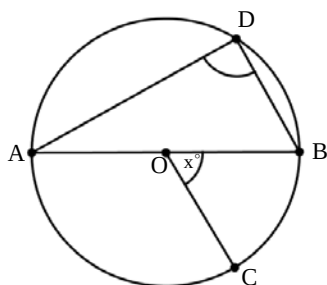
- ก. จุดเป็นสิ่งที่ใช้บอกตำแหน่ง
- ข. เส้นตรง AB เขียนแทนด้วย $\overleftrightarrow{AB}$ มีความหมายเหมือนกับ $\overleftrightarrow{BA}$
- ค. ส่วนของเส้นตรง AB เขียนแทนด้วย $\overline{AB}$ มีความหมายเหมือนกับ $\overline{BA}$
- ง. รังสี AB เขียนแทนด้วย $\overrightarrow{AB}$ มีความหมายเหมือนกับ $\overrightarrow{BA}$

2. สิ่งใด ไม่อยู่ในรูปที่กำหนดให้



- ก. เส้นตรง
- ข. ส่วนของเส้นตรง
- ค. รังสี
- ง. มุม

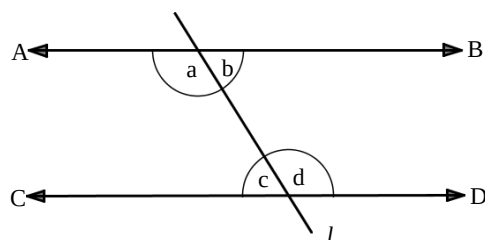
3. พิจารณารูปวงกลมที่กำหนดให้



จากรูป ข้อใด ไม่ถูกต้อง

- ก. เรียกวงกลมนี้ว่า “ วงกลม O ” เพราะมี O เป็นจุดศูนย์กลาง
- ข. $\overline{OA}$, $\overline{OB}$ และ $\overline{OC}$ เป็นรัศมีของวงกลม O ที่ยาวเท่ากัน
- ค. $\angle BOC = x^\circ$ เขียนแทนขนาดของมุม BOC เท่ากับ x องศา
- ง. $\angle ADB$ เป็นมุมในครึ่งวงกลม ซึ่ง $\angle ADB \neq 90^\circ$

4. กำหนด $\overleftrightarrow{AB} \parallel \overleftrightarrow{CD}$ และ l เป็นเส้นตัด $\overleftrightarrow{AB}$ และ $\overleftrightarrow{CD}$ ดังรูป



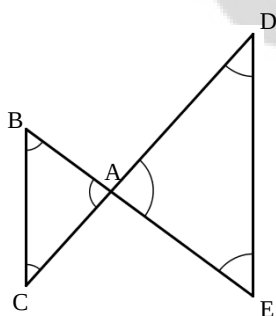
พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- (1) $\hat{a}$ แแย้งกับ $\hat{b}$ และ $\hat{c}$ แแย้งกับ $\hat{d}$
- (2) $\hat{a}$ แแย้งกับ $\hat{d}$ และ $\hat{b}$ แแย้งกับ $\hat{c}$
- (3) มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน
- (4) $\hat{a}$ กับ $\hat{b}$ เป็นมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด และ $\hat{c}$ กับ $\hat{d}$ เป็นมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด
- (5) $\hat{a}$ กับ $\hat{c}$ เป็นมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด และ $\hat{b}$ กับ $\hat{d}$ เป็นมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด
- (6) ผลรวมของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดไม่เท่ากับ 180°

จากข้อความข้างต้น ข้อใดบ้างที่ถูกต้อง

- | | |
|--------------------|--------------------|
| ก. (1) , (4) , (6) | ข. (2) , (3) , (5) |
| ค. (1) , (5) , (6) | ง. (2) , (3) , (4) |

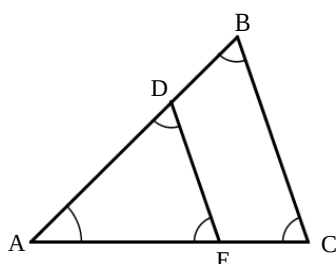
5. ให้ $\overline{BC} \parallel \overline{DE}$, $\overline{CD}$ ตัด $\overline{BE}$ ที่จุด A ดังรูป



จากรูป ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. $\hat{BAC} \neq \hat{EAD}$
- ข. $\hat{CBA} \neq \hat{ADE}$
- ค. $\hat{CBA} = \hat{AED}$
- ง. $\hat{BCA} = \hat{ADE}$

6. กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABC และ ADE ดังรูป โดยที่ $\overline{DE} \parallel \overline{BC}$ ดังรูป



จากรูป ข้อใดไม่ถูกต้อง

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| ก. $\hat{AED} = \hat{ACB}$ | ข. $\hat{ADE} = \hat{ABC}$ |
| ค. $\hat{AED} = \hat{ADE}$ | ง. $\hat{BAC} = \hat{DAE}$ |

7. รูปสี่เหลี่ยมชนิดใดที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน แต่ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน และมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก

ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ค. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

8. รูปสี่เหลี่ยมชนิดใดที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากันและขนานกันและมุมแต่ละมุมไม่เป็นมุมฉาก

ก. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

ข. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

ค. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ง. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

9. รูปสี่เหลี่ยมชนิดใดที่มีด้านตรงข้ามขนานกันเพียงหนึ่งคู่เท่านั้น

ก. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

ข. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ค. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ง. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

10. รูปสี่เหลี่ยมชนิดใดที่มีด้านที่อยู่ติดกันยาวเท่ากันเพียง 2 คู่เท่านั้น

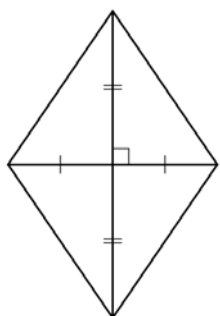
ก. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

ข. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ค. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ง. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

11. กำหนดรูปสี่เหลี่ยมที่มีเส้นทแยงมุมยาวไม่เท่ากัน แบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน และตัดกันเป็นมุมฉาก ดังรูป



รูปสี่เหลี่ยมนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด

ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ข. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

ค. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ง. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

12. เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมชนิดใดที่ยาวเท่ากัน และแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน

ก. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

ข. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ค. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ง. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

13. เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมชนิดใดที่ยาวไม่เท่ากัน และแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน

ก. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

ข. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ค. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ง. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

14. เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมชนิดใดยาวไม่เท่ากัน ไม่แบ่งครึ่งซึ่งกันและกันแต่ตั้งฉากกัน

ก. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

ข. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ค. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ง. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

15. ข้อใดต่อไปนี้เป็นความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ก. 1 , 2 , 3

ข. 2 , 3 , 4

ค. 3 , 4 , 5

ง. 4 , 5 , 6

16. ข้อใดกล่าวถึงรูปสามเหลี่ยมไม่ถูกต้อง

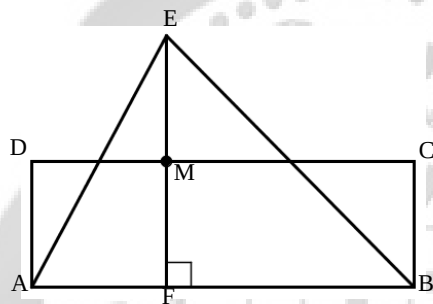
ก. ความยาวของด้านตรงข้ามมุมที่เท่ากันจะมีขนาดเท่ากัน

ข. ผลรวมมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมเท่ากับ 180°

ค. เส้นแบ่งครึ่งมุมของรูปสามเหลี่ยมจะแบ่งครึ่งฐานด้วย

ง. ขนาดของมุมแต่ละมุมของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีขนาด 60°

17. กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABE ที่มีส่วนสูง EF และรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ABCD ที่มีส่วนสูงเป็นครึ่งหนึ่งของ EF



ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ถูกต้อง

ก. พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABE เท่ากับพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ABCD

ข. พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABE เป็นครึ่งหนึ่งของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ABCD

ค. พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABE เป็นสองเท่าพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ABCD

ง. พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ABE เป็นสองในสามเท่าของพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ABCD

18. ข้อใดกล่าวถึงรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วไม่ถูกต้อง

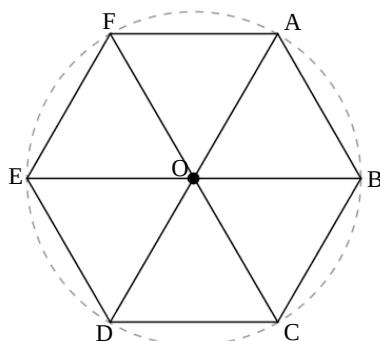
ก. ด้านยาวเท่ากันสองด้าน

ข. มุมมีขนาดเท่ากันสองมุม

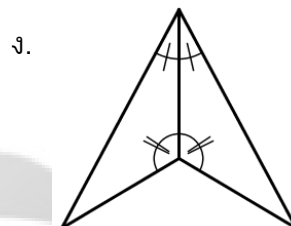
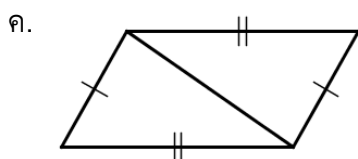
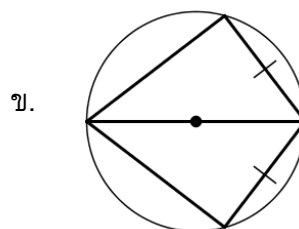
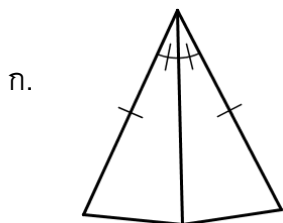
ค. ส่วนสูงสามเส้นยาวเท่ากัน

ง. เส้นแบ่งครึ่งมุมที่หน้าจั่วแบ่งครึ่งและตั้งฉากกับฐาน

กำหนดรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าแนบในวงกลม O ดังรูป



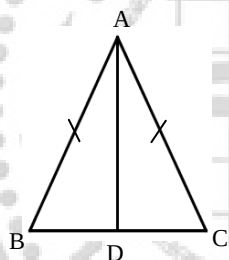
จงใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามในข้อ 26 – 27



26. ข้อใดเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการแบบ ม.ด.ม.

27. ข้อใดเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการแบบ จ.ด.ด.

กำหนดรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ABC ที่มี D เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{BC}$ ลาก $\overline{AD}$ ดังรูป



จงตอบคำถามข้อ 28 – 30

28. จากรูป ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. มีรูปสามเหลี่ยมมุมฉากสองรูป

ข. รูปสามเหลี่ยม ABC มีมุมเท่ากันสามมุม

ค. รูปสามเหลี่ยม ABD และรูปสามเหลี่ยม ACD มีมุมที่เท่ากันสองคู่เท่านั้น

ง. ถูกต้องทั้งสามข้อ

29. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

ก. $AB = AC$

ข. $AC = 2DC$

ค. $BD = \frac{1}{2}BC$

ง. $\hat{A}BD = \hat{A}CD$

30. เหตุผลในข้อใดไม่เพียงพอที่จะสรุปว่า $\triangle ABD \cong \triangle ACD$

ก. ด.ด.ด.

ข. ม.ม.ม.

ค. ด.ม.ด.

ง. จ.ด.ด.



ภาคผนวก จ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด

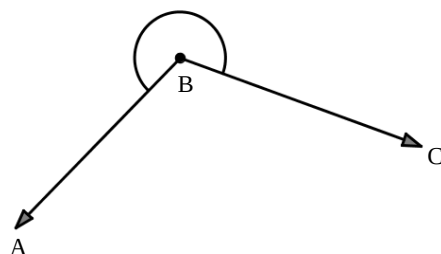
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล
2. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ข้อละ 10 คะแนน
3. ให้นักเรียนสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนดในแต่ละข้อโดยใช้แฟ้มงานที่เตรียมไว้ให้ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการสร้างของตนเองอย่างละเอียด
4. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 2 คาบ (คาบละ 50 นาที)



ข้อที่ 1: กำหนด $\widehat{ABC}$ ดังรูป



จงสร้างรังสีแบ่งครึ่งมุมกลับ ABC

ขั้นตอนการสร้าง

คำถาม : ทำไมรังสีที่สร้างจึงเป็นรังสีแบ่งครึ่งมุมกลับ ABC

ข้อที่ 4 : กำหนด $\overline{AB}$, $\overline{CD}$ ดังรูป

A  B

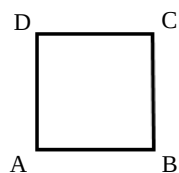
C  D

จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนให้มีเส้นทแยงมุมยาว AB และ CD

ขั้นตอนการสร้าง

คำถาม : ทำไมรูปสี่เหลี่ยมที่สร้างจึงเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ข้อที่ 5 : กำหนดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD ดังรูป

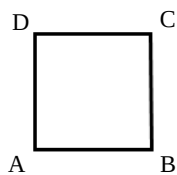


จงสร้างรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วให้มีพื้นที่เป็นสองเท่าของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่กำหนดให้

ขั้นตอนการสร้าง

คำถาม : ทำไมรูปสามเหลี่ยมที่สร้างจึงเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีพื้นที่เป็นสองเท่าของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่กำหนดให้

ข้อที่ 6 : กำหนดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD ดังรูป

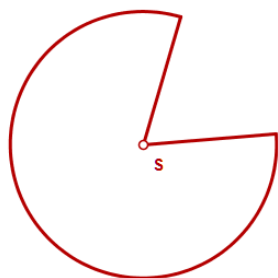


จงสร้างรูปแปดเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าให้มี A, B, C, D เป็นจุดยอดมุมด้วย

ขั้นตอนการสร้าง

คำถาม : ทำไมรูปแปดเหลี่ยมที่สร้างจึงเป็นรูปแปดเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

ข้อที่ 7 : กำหนดพิชชาที่ตัดออกไป 1 ชิ้น ดังรูป



จงแบ่งพิชชาส่วนที่เหลือออกเป็น 4 ชิ้น ทุกชิ้นต้องมีเนื้อพิชชาเท่ากัน

การสร้าง

เหตุผล



ภาคผนวก ข
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์ ที่ได้รับความอนุเคราะห์ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหาและความเหมาะสมของชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยใช้โปรแกรม C.a.R. ที่เสริมสร้างการให้เหตุผล ความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานในการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด และความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการสร้างตามเงื่อนไขที่กำหนด มีดังนี้

1. อาจารย์ธัญชัย ภูอุดม

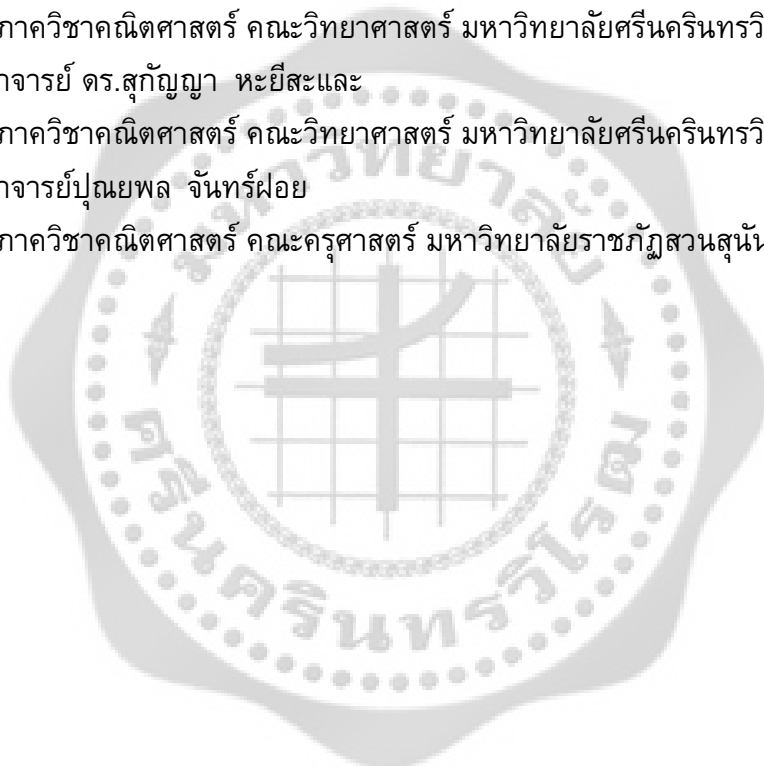
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. อาจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสะและ

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. อาจารย์ปยุตพล จันทร์ฝอย

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา





ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาววนิดา แยมยีนสุข
วันเดือนปีเกิด	9 สิงหาคม 2529
สถานที่เกิด	อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	14/6 หมู่6 ตำบลทรงคนอง อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ
ตำแหน่งหน้าที่งานปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2542	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนวัดป่าเกิด จังหวัดสมุทรปราการ
พ.ศ. 2545	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จาก โรงเรียนวิสุทธิกษัตริ์ จังหวัดสมุทรปราการ
พ.ศ. 2548	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนวิสุทธิกษัตริ์ จังหวัดสมุทรปราการ
พ.ศ. 2553	การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) เกียรตินิยมอันดับสอง สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2557	การศึกษาระดับมหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ