



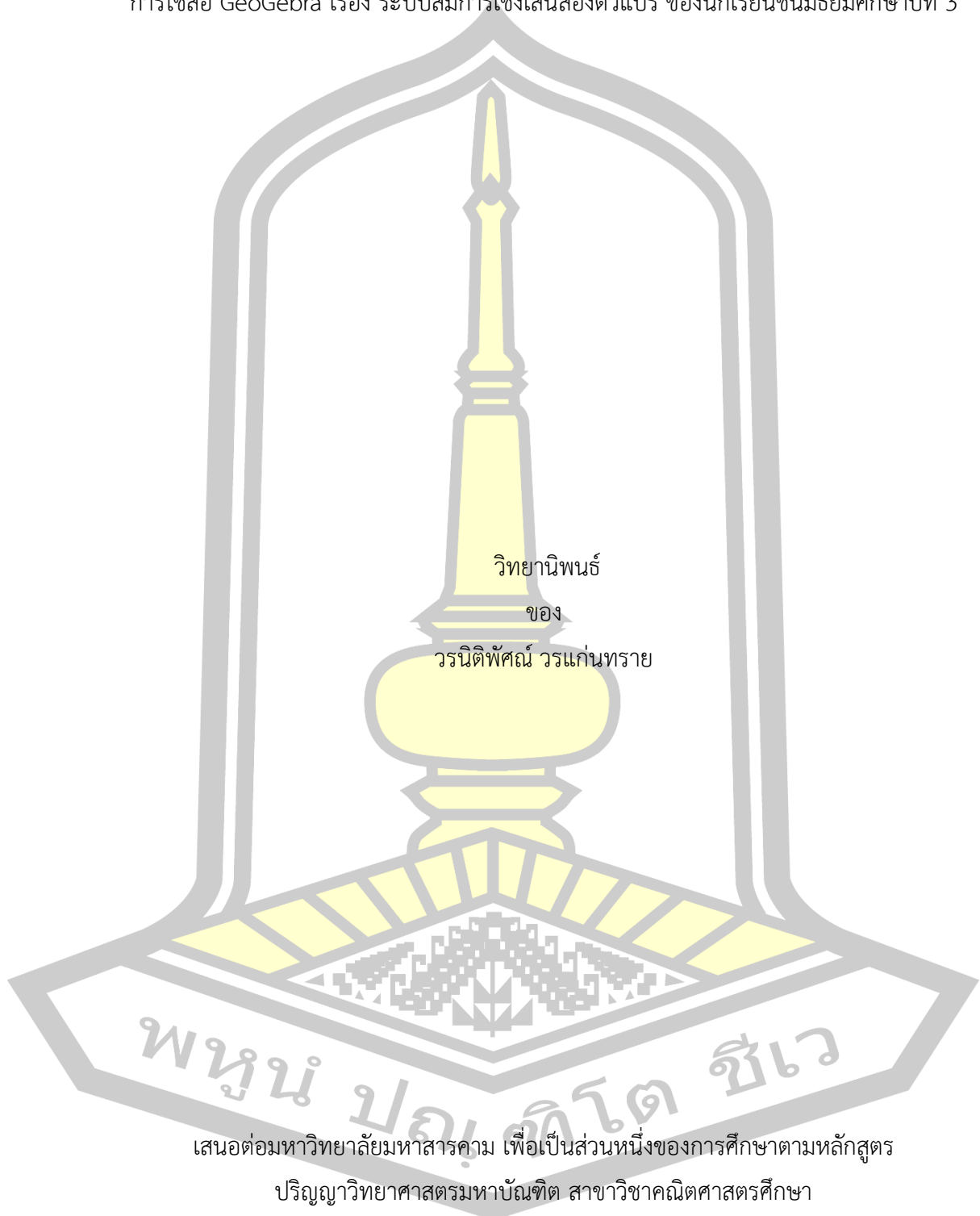
การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิทยานิพนธ์
ของ
วรนิติพัศน์ วรแก่นทราย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
มิถุนายน 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



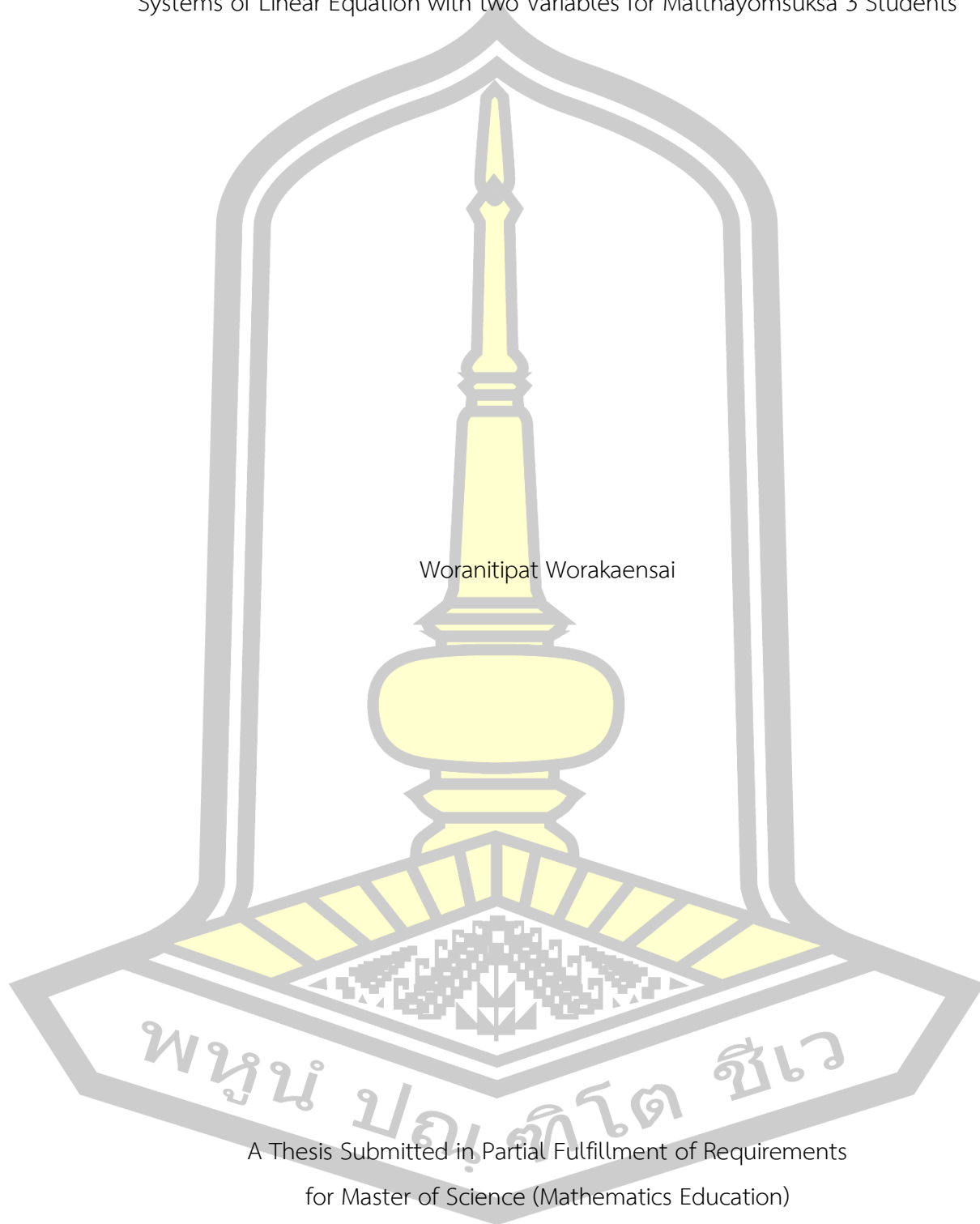
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

มิถุนายน 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of the Mathematical Connection ability using 4 MAT with GeoGebra on
Systems of Linear Equation with two Variables for Matthayomsuksa 3 Students



Woranitipat Worakaensai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Science (Mathematics Education)

June 2025

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายวรนิติพัศน์ วรแก่นทราย แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. สุพจน์ สีบุตร)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. นางลักษณ์ วิริยะพงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผศ. ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์)

กรรมการ

(รศ. ดร. ชวลิต บุญปก)

กรรมการ

(รศ. ดร. นิภาพร ชุตินันต์)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน บัณฑิต ชีวะ

(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล)

(ผศ. ดร. พลเดช เขาวรัตน์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3		
ผู้วิจัย	วรนิติพัศณ์ วรแก่นทราย		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนชยา เจียงประดิษฐ์		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ กับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 26 คน โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ 4) แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ E1/E2 และการทดสอบสถิติ Hotelling T² ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 82.11/76.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้, การสอนแบบ 4 MAT, สื่อ GeoGebra

TITLE	Development of the Mathematical Connection ability using 4 MAT with GeoGebra on Systems of Linear Equation with two Variables for Matthayomsuksa 3 Students		
AUTHOR	Woranitipat Worakaensai		
ADVISORS	Assistant Professor Nongluk Viriyapong , Ph.D. Assistant Professor Monchaya Chiangpradit , Ph.D.		
DEGREE	Master of Science	MAJOR	Mathematics Education
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2025

ABSTRACT

The objectives for this research were: 1) to determine the efficiency of learning management on the Systems of Linear Equations with two Variables for Matthayomsuksa 3 students using 4 MAT with GeoGebra to meet the 75/75 criteria; 2) to compare learning achievements and mathematical connection ability against the 75% benchmark ; and 3) to study the satisfaction for students using 4 MAT with GeoGebra. Based on cluster random sampling, the samples for this study were 26 Matthayomsuksa 3/2 students from Khuanchangwittayakarn School, during the second semester of 2024. In addition, the study used four research tools, including lesson plans, achievement tests, mathematical connection ability tests, and a student satisfaction questionnaire. The statistics for analyzing results were the average, standard deviation, and Hotelling's T^2 test. The results showed that the efficiency of learning management was 82.11/76.67, which was above the criteria of 75/75 as well as learning achievement and mathematical connection ability were significantly higher than the 75% at 0.05. Additionally, student satisfaction with the 4 MAT with GeoGebra was at the highest level.

Keyword : Mathematical Connection ability, 4 MAT, GeoGebra

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูง ยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนชยา เจียงประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ สืบบุตร ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร. ขวลิต บุญปก กรรมการสอบ และ รองศาสตราจารย์ ดร. นิภาพร ชุตินันต์ กรรมการสอบ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์และได้ตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งอาจารย์คอยให้แนวคิดให้ประสบการณ์ในหลาย ๆ ด้าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ อาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา อาจารย์ ดร.สาวิตรี ราญมีชัย อาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา นางสาววงเดือน แสงวงผล ครูโรงเรียนคำเขื่อนแก้วชนูปถัมภ์ นายวุฒิชัย ภูดี ครูโรงเรียนอนุชนพัฒนา และนายแสงจันทร์ ศรีเสน ครูโรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำในการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย จนได้เป็นเครื่องมือที่ถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร คณะครูอาจารย์ โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน จังหวัดศรีสะเกษทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ และชอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 และ 3/2 ที่ให้ความร่วมมือในการเรียนการสอนเป็นอย่างดี ทำให้การทำวิจัยครั้งนี้สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และคนรอบข้างทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ให้ความรัก ความห่วงใย คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือจนสามารถทำวิจัยให้เสร็จสิ้นไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว ครอบครัววรแก่นทราย เป็นอย่างสูงที่ให้ การสนับสนุนการศึกษา คอยดูแล ห่วงใย ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ของงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนครูบาอาจารย์ที่ เป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้กับผู้วิจัย

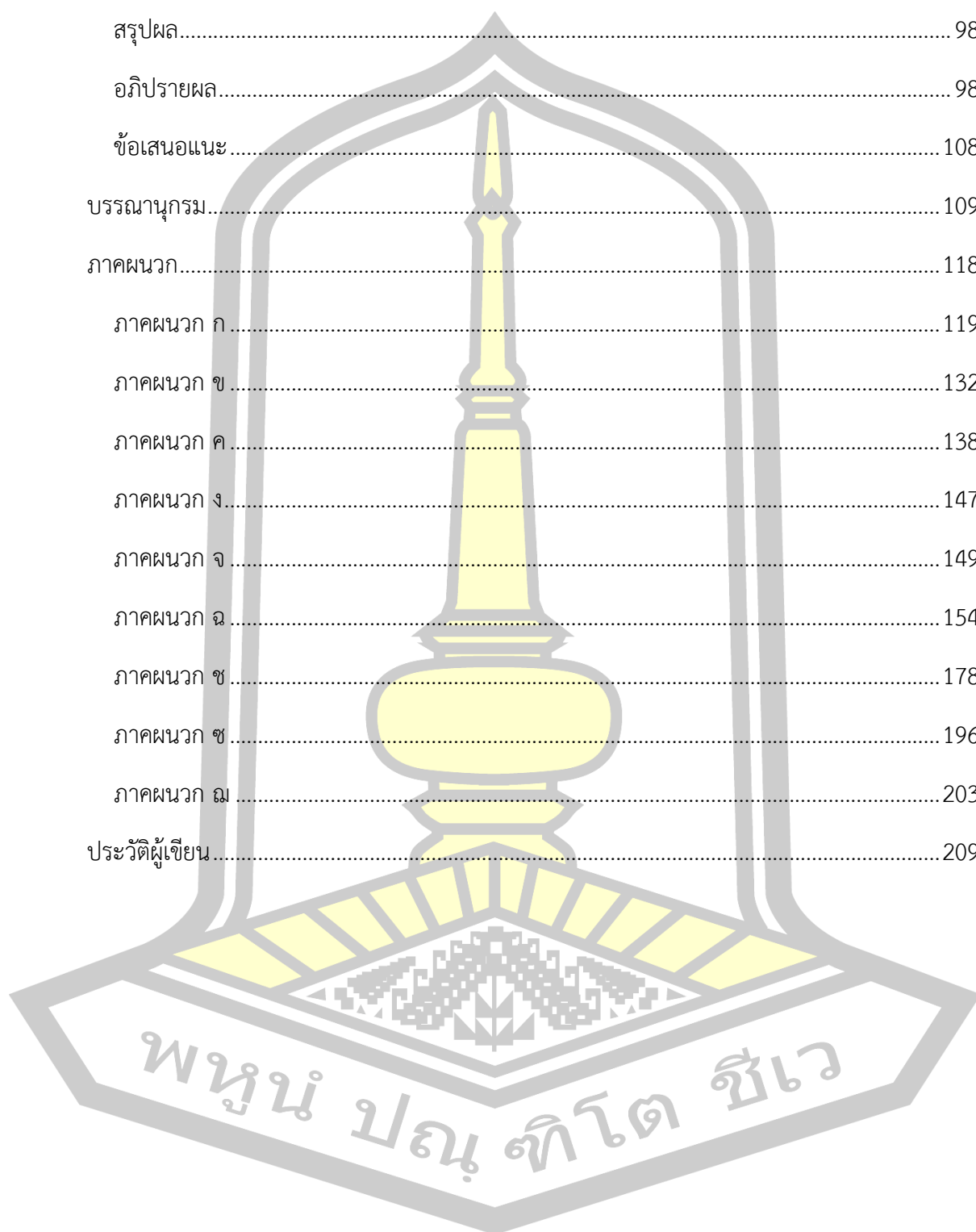
วรนิติพัศน์ วรแก่นทราย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
หลักการและเหตุผล.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
สมมติฐานการวิจัย.....	5
ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
บทที่ 2.....	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	10
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	13
การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT.....	17

สื่อ GeoGebra.....	26
แผนการจัดการเรียนรู้.....	27
ประสิทธิภาพของนวัตกรรม.....	38
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	41
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	51
ความพึงพอใจ.....	58
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	61
บทที่ 3.....	69
วิธีดำเนินการวิจัย.....	69
ประชากรและตัวอย่าง.....	69
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	69
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	70
แบบแผนการทดลอง.....	80
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	80
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
บทที่ 4.....	88
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	89
บทที่ 5.....	97
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	97
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	97

สมมติฐานการวิจัย.....	97
สรุปผล.....	98
อภิปรายผล.....	98
ข้อเสนอแนะ.....	108
บรรณานุกรม.....	109
ภาคผนวก.....	118
ภาคผนวก ก.....	119
ภาคผนวก ข.....	132
ภาคผนวก ค.....	138
ภาคผนวก ง.....	147
ภาคผนวก จ.....	149
ภาคผนวก ฉ.....	154
ภาคผนวก ช.....	178
ภาคผนวก ซ.....	196
ภาคผนวก ฌ.....	203
ประวัติผู้เขียน.....	209



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เนื้อหา ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง.....	70
ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบปรนัย เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	74
ตาราง 3 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบอัตนัย เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	76
ตาราง 4 แบบแผนการทดลองแบบศึกษากลุ่มเดียววัดครั้งเดียว	80
ตาราง 5 คะแนนจากแผนการจัดการเรียนรู้ และคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนที่ได้ใช้การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra	90
ตาราง 6 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra	92
ตาราง 7 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	93
ตาราง 8 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ Hotelling T^2	94
ตาราง 9 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75.....	94
ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	95
ตาราง 11 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	151

ตาราง 12 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	173
ตาราง 13 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และแปลผลคุณภาพของข้อสอบของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	175
ตาราง 14 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_c) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	177
ตาราง 15 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	194
ตาราง 16 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (D) และแปลผลคุณภาพของข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	195
ตาราง 17 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (α) และของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	195
ตาราง 18 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra.....	200
ตาราง 19 ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) และแปลผลคุณภาพของข้อคำถามของแบบวัดความพึงพอใจต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra	201
ตาราง 20 ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบวัดความพึงพอใจต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra	202



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 แผนภูมิแสดงร้อยละของคะแนนรวมจากแผนการจัดการเรียนรู้.....	89
ภาพ 2 แผนภูมิแสดงคะแนนร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียน	90
ภาพ 3 แผนภูมิแสดงร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยง93	
ภาพ 4 กิจกรรมการเขียนกราฟเส้นตรงผ่านสื่อ GeoGebra.....	101
ภาพ 5 กิจกรรมการเขียนกราฟของระบบสมการผ่านสื่อ GeoGebra	102
ภาพ 6 การแก้ระบบสมการโดยวิธีแทนค่าตัวแปร ผ่านสื่อ GeoGebra Notes โดยใช้ Graspable Math.....	103
ภาพ 7 กิจกรรมการสร้างโจทย์ปัญหาจากกราฟของระบบสมการที่กำหนดให้.....	104
ภาพ 8 กิจกรรมการสร้างโจทย์ปัญหาจากกราฟของระบบสมการที่กำหนดให้.....	104



บทที่ 1

บทนำ

หลักการและเหตุผล

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) ได้จัดทำบนพื้นฐานของยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) มุ่งพัฒนาให้คนไทยมีทักษะและคุณลักษณะที่เหมาะสมกับโลกยุคใหม่ ทั้งทักษะในด้านความรู้ ทักษะทางพฤติกรรม และคุณลักษณะตามบรรทัดฐานที่ดีของสังคม และพัฒนาศักยภาพให้สอดคล้องกับพลวัตและเงื่อนไขใหม่ของโลก เพื่อให้ประเทศไทยสามารถเติบโตต่อไปได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลง ความไม่แน่นอนและความซับซ้อนที่มากขึ้นของโลกยุคใหม่ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2565) ซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) จากความสำคัญดังกล่าว หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในมาตรฐานและตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ได้มีการคำนึงถึง การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญนั่นคือการเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชากรโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ตามที่ได้มีการกำหนดคุณภาพของนักเรียน เมื่อนักเรียนเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐานแล้ว นักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ตระหนักให้เห็นคุณค่าว่าเป็นวิชาพื้นฐานในศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น การประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา ซึ่งมีความสำคัญต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ ช่วยในการพัฒนาเยาวชนของชาติ แต่ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จาก การประเมินต่าง ๆ เช่น ระดับนานาชาติ โครงการ PISA 2022 (Programme for International Student Assessment) เป็นการประเมินนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งส่วนใหญ่เรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หรือ 4 พบว่า นักเรียนไทยทำคะแนนเฉลี่ยได้ 394 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ OECD ที่มีคะแนนเฉลี่ย คือ 472 คะแนน (ศูนย์ดำเนินการงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) นอกจากนี้ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test : O-NET) ปีการศึกษา 2566 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนทั่วประเทศได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 25.38 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยเมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยวิชาอื่น ๆ พบว่า วิชาคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำที่สุด สอดคล้องกับในเขตพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ และเมื่อพิจารณาในระดับโรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เท่ากับ 23.07 และคะแนนเฉลี่ยของสาระจำนวนและพีชคณิต เท่ากับ 22.17 คะแนน ซึ่งเป็นสาระการเรียนรู้ที่ควรจะต้องเร่งพัฒนา เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ และในสาระการเรียนรู้นี้มีเนื้อหาเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ด้วย (โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน, 2567) ฉะนั้นการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ในเนื้อหาจึงจำเป็นต้องจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เกิดความรู้ที่มีประสิทธิภาพ

จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2566 พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานของโรงเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยการสำรวจและวิเคราะห์จากการทำแบบฝึกหัด การทำแบบทดสอบที่เป็นแบบอัตนัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้จากเนื้อหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หรือความรู้ทฤษฎีที่จะนำไปสู่การหาคำตอบของระบบสมการได้ ทำให้ไม่สามารถที่จะแก้โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ และปัญหาในตัวด้านผู้สอน พบว่า ผู้สอนยังคงสอนด้วยวิธีการที่ครูเป็นจุดศูนย์กลาง สื่อการสอนที่ไม่มีความหลากหลาย ทำให้นักเรียนไม่

เกิดความสนใจในบทเรียน ดังนั้นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ให้สามารถบรรลุและสูงมากกว่าเกณฑ์มาตรฐานของโรงเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้น จึงเห็นว่าความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญกับการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน เนื่องจากการเชื่อมโยงเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) และ เป็นความสามารถที่ใช้การคิดวิเคราะห์ในการนำเนื้อหาสาระ และความรู้ทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เกิดเป็นการเรียนรู้แนวคิดใหม่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งส่งเสริมความถนัดของผู้เรียนและส่งเสริมการใช้สมอง 2 ซีกอย่างสมดุลกัน อันจะส่งผลให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ และผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ (ทิสนา แคมมณี, 2557) สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ที่กล่าวว่า เป็นการจัดกระบวนการเรียนการสอน ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 คุณลักษณะ กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ ซึ่งได้แก่ ผู้เรียนแบบที่ 1 (Why) ผู้เรียนที่มีจินตนาการเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 2 (What) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์และเก็บรวบรวมรายละเอียดเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 3 (How) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยสามัญสำนึกหรือประสาทสัมผัส และผู้เรียนแบบที่ 4 (If) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ยังมีข้อจำกัดคือ ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากพอสมควร ดังนั้นถ้าผู้สอนยังจัดตารางสอนเป็นรายคาบ ควรวางแผนการสอนให้เหมาะสม (สุวิทย์ มูลคำ, 2554: 165-166) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำสื่อ GeoGebra มาสร้างเป็นสื่อช่วยในการจัดการเรียนรู้ สอดแทรกเข้าไปในขั้นตอนของวิธีการสอนแบบ 4 MAT เช่น ขั้นการพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด นักเรียนได้ศึกษาความรู้จากสื่อที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ขั้นการพัฒนาความคิดรวบยอด ครูเตรียมการสอนโดยใช้สื่อเชื่อมโยงให้เข้าใจเนื้อหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้มากยิ่งขึ้น เป็นต้น ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในยุคปัจจุบันจะต้องมีการสร้างสื่อที่ทันสมัยโดยเป็นสื่อที่สร้างความน่าสนใจให้กับนักเรียน ซึ่ง GeoGebra เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ คือ

สามารถสร้างกราฟต่าง ๆ ภาคตัดกรวย สามารถแสดงสมการเป็นรูปทั่วไป หรือสมการมาตรฐานของ กราฟนั้น ๆ ได้ (พงศศักดิ์ วุฒิสันต์, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับสำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553) ที่กล่าวว่า GeoGebra เป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์แบบโต้ตอบกับผู้ใช้งาน สำหรับ การศึกษาในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส วงกลม ส่วน ตัดของวงกลม GeoGebra สามารถสร้างจุด ภาคตัดกรวย สมการ ซึ่งเป็นสื่อที่ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถปรับแต่งค่า รวมถึงรูปร่างของสื่อได้เป็นอย่างดี

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการ เชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาระบบ การคิด เกิดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการใช้สื่อ GeoGebra จะช่วย ให้เข้าใจในบทเรียนมากขึ้น เข้าใจกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ทำให้การเรียนการสอนมี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะสามารถช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะต่าง ๆ ตามความสำคัญของ คณิตศาสตร์

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra ให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ได้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra ที่มีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เกิดประโยชน์กับนักเรียนมากยิ่งขึ้น
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและตัวอย่าง

ประชากรและตัวอย่าง

1. ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ศึกษาในโรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 4 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 125 คนโดยแต่ละห้องเรียนมีการจัดชั้นเรียนแบบความสามารถของผู้เรียน
2. กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งได้ตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 26 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ
 - 1.1 การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra
2. ตัวแปรตาม มีจำนวน 3 ตัว ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ

GeoGebra

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ (ค23102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ประกอบด้วย เนื้อหา ดังนี้

- | | |
|--|-----------------|
| 1.1 แนะนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร | จำนวน 1 ชั่วโมง |
| 1.2 การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร | จำนวน 9 ชั่วโมง |
| 1.3 การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร | จำนวน 3 ชั่วโมง |

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 13 ชั่วโมง ไม่รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบ หลังเรียน และการทำแบบวัดความพึงพอใจ

ขอบเขตด้านสถานที่

โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน ตำบลเขิน อำเภอน้ำเกี๋ย จังหวัดศรีสะเกษ

นียมศัพท์เฉพาะ

การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาการทำงานของสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวา เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้สื่อ GeoGebra สอดแทรกในขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาความรู้จากสื่อและยังช่วยลดเวลาในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 คือ การสร้างประสบการณ์ ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและพิจารณาว่าทำไมจึงต้องเรียนรู้เนื้อหา

ขั้นที่ 2 คือ การวิเคราะห์ประสบการณ์ ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนโดยนำสื่อ GeoGebra เพื่อให้ผู้เรียนอยากดูและสนใจในสิ่งที่จะได้เรียน โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาเหตุผล ผ่านตัวอย่างหรือกิจกรรม

ขั้นที่ 3 คือ การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำสื่อ GeoGebra มาช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิด เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการวิเคราะห์นำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 4 คือ การพัฒนาความคิดรวบยอด ผู้สอนให้ทฤษฎีหลักการ เนื้อหาสาระรายละเอียดสำคัญ ข้อมูลต่าง ๆ ของบทเรียน โดยใช้สื่อ GeoGebra ประกอบการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและพัฒนาความคิดรวบยอดของตน โดยให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย

ขั้นที่ 5 คือ การลงมือปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับในขั้นที่ 3 – 4 มาทดลองปฏิบัติจริง ผ่านการทำแบบฝึกหัด ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยก่อนปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นที่ 6 การสร้างสรรค์ผลงาน ผู้สอนให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้จากขั้นที่ 5 ไปปรับประยุกต์ใช้ในการสร้างผลงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง เช่น การสร้างโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงานและการประยุกต์ใช้ ผู้สอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์ผลงานของตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงผลงาน ได้ชื่นชมกับความสำเร็จ และเรียนรู้ที่จะวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งรับฟังข้อคิดเห็น เพื่อการปรับปรุงงานให้ดีขึ้น และการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ขั้นนี้เป็นขั้นของการขยายขอบข่ายของความรู้โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นแก่กันและกัน และร่วมกันอภิปรายเพื่อนำการเรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต ซึ่งอาจนำไปสู่การเปิดประเด็นใหม่สำหรับผู้เรียนในการเริ่มต้นของการเรียนรู้ในเรื่องใหม่ต่อไป

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงเนื้อหาาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรกับเนื้อหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้จริง โดยวัดโดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 โดยมีความหมายดังนี้

- 75 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยคำนวณจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้ระหว่างเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป

- 75 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยคำนวณจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วย มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประเมินได้จากแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 10 ข้อ เป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของตามวิธีการของลิเคอร์ท

กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ขอนำเสนอรายละเอียดตามลำดับดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
3. การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT
4. สื่อ GeoGebra
5. แผนการจัดการเรียนรู้
6. ประสิทธิภาพของนวัตกรรม
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
9. ความพึงพอใจ
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 10.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กล่าวว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดวิสัยทัศน์ หลักการจุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และคุณภาพของผู้เรียน เพื่อเป็นแนวทางให้ สถานศึกษาและครูผู้สอนคณิตศาสตร์สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

1. วิสัยทัศน์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 4) กล่าวว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการเรียนต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2. หลักการ

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 4) กล่าวว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมีหลักการที่สำคัญดังนี้

2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

3. จุดหมาย

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 5) กล่าวว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุขมีศักยภาพในการเรียนต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของ เศรษฐกิจพอเพียง

3.2 มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การ แก้ปัญหาการใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถี ชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และ พัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันใน สังคมอย่างมีความสุข

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 6-7) กล่าวว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐาน การเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสารมี วัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อ แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูล ข่าวสารด้วยหลักการ เหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

4.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิด สังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่ การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและ อุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูล สารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้

ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 7) กล่าวว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะ เป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กล่าวถึงคู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้

1. เป้าหมายหลักสูตร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560: 7) ได้กล่าวถึงเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบหลักสูตร ดังนี้

1.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี ในสาระคณิตศาสตร์ที่จำเป็น พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ได้

1.2 มีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง ให้เหตุผล และมีความคิดสร้างสรรค์

1.3 มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น ตลอดจนการประกอบอาชีพ

1.4 มีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูล ที่เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน และการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

2. เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560: 10) ได้กล่าวถึงสาระการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

2.1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ความยาว ระยะทาง น้ำหนักพื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิต ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติการเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560: 11) ได้กล่าวถึงสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ พังก์ชัน ลำดับ และอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือ ช่วยแก้ปัญหา ที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเน ขนาดของสิ่ง ที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของ รูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการ แก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

4. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560: 12) ได้กล่าวถึงทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่ง ต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและ ต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

4.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

4.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการ ใช้รูปภาพและสัญลักษณ์ในทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้ อย่างถูกต้องชัดเจน

4.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

4.5 การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิมหรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนางานความรู้

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560: 13) ได้กล่าวว่าการกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

5.1 ทำความเข้าใจหรือสร้างกรณีทั่วไปโดยใช้ความรู้ที่ได้จากการศึกษากรณีตัวอย่างหลาย ๆ กรณี

5.2 มองเห็นว่าจะสามารถใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

5.3 มีความมุ่งมั่นในการทำทำความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5.4 สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่างสมเหตุสมผล

5.5 ค้นหาลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ และประยุกต์ใช้ลักษณะดังกล่าวเพื่อทำความเข้าใจหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

6. คุณภาพผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560: 13) ได้กล่าวว่าคุณภาพระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อผ่านหลักสูตร จะมีคุณภาพ คือ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้ นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง พังก์ชัน ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน และเข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล เพื่อประกอบการตัดสินใจ

การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

McCarthy (1995) เชื่อว่ารูปแบบการเรียนรู้เกิดจากความสัมพันธ์ 2 มิติ คือ การรับรู้ (Perception) และกระบวนการจัดการข้อมูล (Processing) การรับรู้ของบุคคลอาจเป็นประสบการณ์ตรง อาจเป็นความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ที่เป็นนามธรรม ส่วนกระบวนการจัดการกระทำกับข้อมูลคือการลงมือปฏิบัติ ในขณะที่บางคนเรียนรู้โดยผ่านการสังเกต และนำข้อมูลนั้นมาคิดอย่างไตร่ตรองในที่นี้ McCarthy แบ่งผู้เรียนออกเป็น 4 แบบ คือ

- 1) ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้โดยจินตนาการ (Imaginative Learners)
- 2) ผู้เรียนที่ถนัดการรับรู้มโนทัศน์ที่เป็นนามธรรม นำกระบวนการสังเกตอย่างไตร่ตรอง หรือเรียกว่าผู้เรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ (Analytic Learners)
- 3) ผู้เรียนที่ถนัดการรับรู้มโนทัศน์แล้วผ่านกระบวนการลงมือทำ หรือที่เรียกว่าผู้เรียนที่ถนัดการใช้สามัญสำนึก (Commonsense Learners)
- 4) ผู้เรียนที่ถนัดการรับรู้จากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม (Concrete Learners)

ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และ ไพเราะ พุ่มมัน (2543) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะ ดี เก่ง มีสุข

เอียร พานิช (2544) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT หมายถึง การจัดการกระบวนการเรียนการสอนที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ กับการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามรูปแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 21) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 คุณลักษณะ กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ ซึ่งได้แก่

ผู้เรียนแบบที่ 1 (Why) ผู้เรียนที่มีจินตนาการเป็นหลัก
ผู้เรียนแบบที่ 2 (What) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์และเก็บรวบรวม
รายละเอียดเป็นหลัก

ผู้เรียนแบบที่ 3 (How) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยสามัญสำนึกหรือประสาทสัมผัส

ผู้เรียนแบบที่ 4 (If) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติ

ทิตนา แชมมณี (2557: 262) ได้กล่าวถึงนิยามของการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งส่งเสริมความถนัดของผู้เรียนและส่งเสริมการใช้สมอง 2 ซีกอย่างสมดุลกัน อันจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ และผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ

จากการศึกษา ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาการทำงานของสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนที่แบ่งออกได้ 4 แบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) การจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 แบบ กับพัฒนาการสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล ซึ่งเบอร์นิส แมคคาร์ธีย์ (Bernice Mc Carthy) ได้กำหนดลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ 4 MAT ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผู้เรียนแบบที่ 1 เรียนรู้จากประสบการณ์และการเฝ้าสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Imaginative Learners) มักใช้คำถามว่า Why โดยบทบาทของครูผู้สอน คือ ผู้สอนคอยกำกับให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์สิ่งที่สังเกตได้อย่างไตร่ตรอง และมีวิธีการจัดกิจกรรม คือ ใช้คำถามถามข้อมูลเพื่อให้นักเรียนสังเกตการร่วมกันอภิปรายการให้ผู้เรียนได้พบของจริงและให้ผู้เรียนทำกิจกรรม ในส่วนที่ 1 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรกระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจให้ผู้เรียนคิด โดยใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกต การออกไปปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมจริงของสิ่งที่เรียน

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาเหตุผล ผูกทำกิจกรรมกลุ่มอย่างหลากหลาย เช่น ฝึกเขียนแผนผังมโนคติ ช่วยกันระดมสมอง อภิปรายผลร่วมกัน

ส่วนที่ 2 ผู้เรียนแบบที่ 2 เรียนรู้จากการสังเกตอย่างไตร่ตรองไปสู่การสร้างความคิดรวบยอด (Analytic Learners) มักใช้คำถามว่า What โดยมีบทบาทของผู้สอน คือ เตรียมข้อมูลที่ผู้เรียนควรทราบ และสาธิต และมีวิธีการจัดกิจกรรม คือ ให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าเนื้อหาที่จะต้องเรียนจาก

แหล่งต่างๆ เช่น ใบความรู้ วิดีทัศน์ เล่นเกม ผู้สอนเป็นผู้ให้ข้อมูล เล่นเกม เป็นต้น ในส่วนที่ 2 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรเน้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์อย่างไตร่ตรอง นำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้า โดยจัดระบบวิธีการวิเคราะห์ เปรียบเทียบการจัดลำดับความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนพัฒนาความคิด (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ทฤษฎีหลักการที่ลึกซึ้ง โดยเฉพาะรายละเอียดของข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ และพัฒนาความคิดรวบยอดของตนเองในเรื่องที่เรียนกิจกรรมควรเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนค้นคว้าจากใบความรู้ แหล่งวิทยากรท้องถิ่น การสาธิต การทดลอง การใช้ห้องสมุด วิดีทัศน์ สื่อประสมต่าง ๆ

ส่วนที่ 3 ผู้เรียนแบบที่ 3 สร้างความคิดรวบยอดไปสู่การลงมือปฏิบัติ และสร้างชิ้นงานในลักษณะเฉพาะตัว (Commonsense Learners) มักใช้คำถามว่า How โดยมีบทบาทของผู้สอน คือ เป็นผู้คอยแนะนำชี้แนะ (Coach) และผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) แก่ผู้เรียน และมีวิธีการจัดกิจกรรม คือ ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง สรุปผล การทดลองทำแบบฝึกหัดตามความเหมาะสมของเนื้อหาที่เรียน ในส่วนที่ 3 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง จากใบงาน การทดลอง ทำแบบฝึกหัดการสรุปผลการปฏิบัติการทดลอง สรุปผลการทดลองที่ถูกต้องชัดเจน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยก่อนปฏิบัติการทดลอง ฝึกเล่นอุปกรณ์ บันทึกผลการทดลอง โดยผู้สอนจะเป็นพี่เลี้ยง

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา) ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้แสดงความสามารถของตนเองตามความถนัด ความสนใจเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานตามจินตนาการของตนเองที่แสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียน ให้เห็นเป็นรูปธรรมในรูปแบบต่าง ๆ โดยเลือกวิธีการนำเสนอผลงานในลักษณะเฉพาะตัวชิ้นงานที่สร้างอาจเป็นภาพวาด นิทาน สมุดรวบรวมสิ่งที่เรียน สิ่งประดิษฐ์ แผ่นพับ เป็นต้น

ส่วนที่ 4 ผู้เรียนแบบที่ 4 เรียนรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติในชีวิตจริง (Dynamic Learners) มักใช้คำถามว่า If เป็นช่วงที่ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานของตนเอง โดยสอดแทรกการอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรคในการปฏิบัติการทดลอง วิธีการแก้ปัญหา เพื่อปรับปรุงชิ้นงานจนสำเร็จและเป็นประโยชน์ต่อตนเอง ซึ่งสามารถบูรณาการการประยุกต์ใช้เชื่อมโยงกับชีวิต

จริง/อนาคตโดยมีบทบาทของผู้สอน คือ ให้คำแนะนำ ร่วมประเมินผลงานแนะนำวิธีการปรับปรุงผลงาน และการรวบรวมผลงาน และมีวิธีการจัดกิจกรรม คือ ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานที่ปรับปรุงอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น ในส่วนที่ 4 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ชิ้นงานของตนเองโดยอธิบายขั้นตอนการทำงาน ปัญหา อุปสรรคในการทำงาน และวิธีการแก้ไข โดยการบูรณาการการประยุกต์ใช้เพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริง/อนาคต ซึ่งอาจจะวิเคราะห์ชิ้นงานในรูปกลุ่มย่อยหรือกลุ่มใหญ่ก็ได้ตามความเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานของตนเองมานำเสนอหรือจัดแสดงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการ ป้ายนิเทศ เพื่อให้เพื่อน ๆ ได้ชื่นชมถือเป็นการแบ่งปันโอกาสทางด้านความรู้และประสบการณ์ให้ผู้อื่นได้ทราบซึ่ง ผู้เรียนควรได้รับการวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ทิศนา แคมมณี (2557) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ว่ามีขั้นตอนการดำเนินการ 8 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ผู้สอนเริ่มต้นจากการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนตอบคำถามได้ว่า ทำไมตนจึงต้องเรียนรู้เรื่องนี้

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ประสบการณ์ ผู้สอนสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักรู้ และยอมรับความสำคัญของเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 3 การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอดหรือแนวคิด เมื่อผู้เรียนเห็นคุณค่าของเรื่องที่เรียนแล้ว ผู้สอนจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดขึ้นด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 การพัฒนาความรู้ความคิด เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์และเกิดความคิดรวบยอดหรือแนวคิดพอสมควรแล้ว ผู้สอนจึงกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความคิดของตนเองให้กว้างขวางและลึกซึ้งขึ้น โดยการให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย การเรียนรู้ในขั้นที่ 3 และ 4 นี้คือการตอบคำถามว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้คือ อะไร

ขั้นที่ 5 การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ในขั้นนี้ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ความคิดที่ได้รับจากการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 - 4 มาทดลองปฏิบัติจริง และศึกษาผลที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 6 การสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเองจากการปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ในขั้นที่ 5 ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ถึงจุดเด่นจุดด้อยของแนวคิด ความเข้าใจแนวคิดนั้นจะกระจ่างขึ้น ในขั้นนี้ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถของตน โดยการนำความรู้ความเข้าใจนั้นไปใช้หรือปรับประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง ดังนั้น คำถามหลักที่ใช้ในขั้นที่ 5 - 6 ก็คือ จะทำอย่างไร

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงานและแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้เมื่อผู้เรียนได้สร้างสรรค์ชิ้นงานของตนตามความถนัดแล้ว ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงผลงานของตน ชื่นชมกับความสำเร็จ และเรียนรู้ที่จะวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งรับฟังข้อวิพากษ์วิจารณ์เพื่อการปรับปรุงงานของตนให้ดีขึ้น และการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด ขั้นนี้เป็นขั้นของการขยายขอบข่ายของความรู้โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นแก่กันและกัน และร่วมกันอภิปรายเพื่อการนำการเรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต คำถามหลักในการอภิปราย คือ ถ้า.... ซึ่งอาจนำไปสู่การเปิดประเด็นใหม่สำหรับผู้เรียนในการเริ่มต้นของการเรียนรู้ในเรื่องใหม่ต่อไป

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550: 118) ได้สรุปขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์

ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 4 สรุปเป็นทฤษฎีหลักการสาระความรู้

ขั้นที่ 5 ทำตามแนวคิดที่กำหนด

ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานตามความถนัด

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์ชิ้นงานและประยุกต์ใช้

ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์

แมคคาร์ธี (McCarthy 1990: 194 – 195 อ้างถึงใน สุคนธ์ สิ้นธพานนท์, 2554: 80 – 81) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (พัฒนาสมองซีกขวา) ผู้สอนกระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจให้ผู้เรียนคิดโดยใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตการออกไปปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมจริงของสิ่งที่เรียน

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (พัฒนาสมองซีกซ้าย) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียน ออยากรู้และสนใจในสิ่งที่เรียน โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาเหตุผล ให้ฝึกทำกิจกรรมกลุ่มอย่าง หลากหลาย เช่น ฝึกเขียนแผนผังมโนคติ (Concept Mapping) ผู้เรียนช่วยกันระดมสมอง มีการ อภิปรายร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกขวา) ผู้สอนเน้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์อย่างไตร่ตรอง นำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้า โดยจัดระบบวิเคราะห์ เปรียบเทียบการจัดลำดับความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (พัฒนาสมองซีกซ้าย) ผู้สอนให้ทฤษฎี หลักการที่ลึกซึ้ง โดยเฉพาะรายละเอียดของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและพัฒนาความคิดรวบ ยอดของตนในเรื่องที่เรียน จึงควรจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้จากใบความรู้ แหล่ง วิทยาการท้องถิ่น การสาธิต การทดลอง ดูวีดิทัศน์การใช้ห้องสมุด

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (พัฒนาสมองซีกซ้าย) ผู้สอนให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ทำแบบฝึกหัด การสรุปผลการทดลอง สรุปผลการทำ แบบฝึกหัดที่ถูกต้อง ชัดเจน ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยก่อนปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (พัฒนาสมองซีกขวา) ผู้สอนให้ผู้เรียนแสดงความสามารถของตนเองตามความถนัด ความสนใจ เพื่อสร้างสรรค์ ชิ้นงานของ ตนเอง เป็นการแสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชาการที่เรียน ชิ้นงาน ได้แก่ สมุดรวบรวม สิ่งประดิษฐ์ ภาพวาด นิทาน แผ่นพับ ฯลฯ

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (พัฒนาสมองซีกซ้าย) ผู้สอนให้ ผู้เรียนวิเคราะห์ชิ้นงานของตน อธิบายขั้นตอนการทำงาน อุปสรรคในการทำงาน และวิธีการแก้ไข โดยบูรณาการประยุกต์ใช้เพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรืออนาคต อาจวิเคราะห์ชิ้นงานในกลุ่มย่อยหรือ กลุ่มใหญ่ตามความเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น (พัฒนาสมองซีกขวา) ผู้สอน ให้ผู้เรียนนำผลงานของตนเองมานำเสนอจัดแสดงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการ จัดป้าย นิเทศ โดยให้สมาชิกกลุ่มอื่นได้ชื่นชมและผลัดกันวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์เป็นการฝึกให้ผู้เรียน รู้จักรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

จากการศึกษาขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT สรุปได้ว่า ขั้นตอนของ การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม 8 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 คือ การสร้างประสบการณ์ ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยใช้คำถามเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและพิจารณาว่าทำไมจึงต้องเรียนรู้เนื้อหา

ขั้นที่ 2 คือ การวิเคราะห์ประสบการณ์ ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้และสนใจในสิ่งที่จะได้เรียน โดยให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาเหตุผล ผ่านตัวอย่างหรือกิจกรรม

ขั้นที่ 3 คือ การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความคิด เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการวิเคราะห์ นำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 4 คือ การพัฒนาความคิดรวบยอด ผู้สอนให้ทฤษฎีหลักการ เนื้อหาสาระ รายละเอียดสำคัญ ข้อมูลต่าง ๆ ของบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและพัฒนาความคิดรวบยอดของตนเอง โดยให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย

ขั้นที่ 5 คือ การลงมือปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับในขั้นที่ 3 - 4 มาทดลองปฏิบัติจริง ผ่านการทำแบบฝึกหัด ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยก่อนปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นที่ 6 การสร้างสรรค์ผลงาน ผู้สอนให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้จากขั้นที่ 5 ไปปรับประยุกต์ใช้ในการสร้างผลงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง เช่น การสร้างโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงานและการประยุกต์ใช้ ผู้สอนให้ผู้เรียนวิเคราะห์ผลงานของตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงผลงาน ได้ชื่นชมกับความสำเร็จ และเรียนรู้ที่จะวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งรับฟังข้อคิดเห็น เพื่อการปรับปรุงงานให้ดีขึ้น และการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ขั้นนี้เป็นขั้นของการขยายขอบข่ายของความรู้ โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นแก่กันและกัน และร่วมกันอภิปรายเพื่อการนำการเรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและอนาคต ซึ่งอาจนำไปสู่การเปิดประเด็นใหม่สำหรับผู้เรียนในการเริ่มต้นของการเรียนรู้ในเรื่องใหม่ต่อไป

3. ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2554, หน้า 82) ได้เสนอข้อดีและข้อเสียไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนได้พัฒนาสมองทั้งซีกขวาและซีกซ้าย

2. ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักทำงานร่วมกัน เป็นกลุ่มฝึกความเป็นประชาธิปไตย รู้จักรับฟังและรู้จักยอมรับความคิดเห็นผู้อื่น

3. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดและการตัดสินใจในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ แสดงออกซึ่งเป็นความคิดสร้างสรรค์

4. ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้จากชิ้นงานต่าง ๆ ด้วยตนเอง มีความภาคภูมิใจ ในความสำเร็จของตนเอง

ข้อจำกัด

1. ผู้สอนต้องวางแผนการจัดกิจกรรมอย่างหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะ ในการพัฒนาสมองและการสร้างชิ้นงาน

2. ผู้สอนต้องติดตามการเข้าร่วมกิจกรรมของผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ และคอย ชี้แนะผู้เรียนบางคนหรือบางกลุ่มที่ไม่สามารถพัฒนาตนได้เท่าเทียมกับเพื่อน

3. ใช้เวลาหรือชั่วโมงในการจัดกิจกรรมจำนวนมากหลายชั่วโมง ผู้สอนจึงควร ระบุเวลาแต่ละชั่วโมงให้ชัดเจน

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2554: 165-166) ได้กล่าวไว้ ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนรู้อย่างเท่าเทียมกันตาม ความถนัดของตนเอง

2. ช่วยพัฒนาสมองของผู้เรียนทั้งซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล

3. เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

4. ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้ จากการค้นพบสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง

5. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ และประสบการณ์ไปใช้ได้จริง

6. ส่งเสริมทักษะทางสังคมอันดีงามในตัวผู้เรียน

ข้อจำกัด

1. ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากพอสมควร ดังนั้นถ้าผู้สอนยังจัด ตารางสอนเป็นรายคาบ ควรวางแผนการสอนให้เหมาะสม

2. ถ้าผู้เรียนขาดความรับผิดชอบในการเรียนรู้ จะไม่สามารถประสบความสำเร็จ ในการเรียน

3. ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกวิธีการค้นคว้าหาความรู้ตามความสนใจ

4. ไม่มีรูปแบบการเรียนรู้ใดที่ดีที่สุด เพราะแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกัน

5. ถ้าผู้สอนไม่ศึกษาและไม่ทำความเข้าใจเกี่ยวกับความถนัดของผู้เรียนที่ตนเองรับผิดชอบอย่างเพียงพอ อาจทำให้ผู้เรียนบางคนไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน

จากการศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT สรุปได้ว่ามีข้อดี คือ เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ช่วยพัฒนาสมองได้ทั้งซีกซ้ายและซีกขวา สามารถนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยง ต่อยอดได้ และมีข้อจำกัด คือ ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ต้องคอยเอาใจใส่ผู้เรียน เพราะถ้าผู้เรียนขาดความรับผิดชอบ จะได้ทำไม่ให้เกิดความสำเร็จ

4. ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1990 : 31 - 37) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ว่าช่วยทำให้เกิดการปลูกฝังความรักซึ่งกันและกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน เพราะการได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งยังเกิดการยอมรับซึ่งกันและกัน

อุษณีย์ โพธิสุข (2542 : 62) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ว่าเป็นวิธีการสอนที่ไม่ยาก ผู้เรียนสนุกสนานและช่วยในการสังเกตพฤติกรรมเพื่อสำรวจดูว่าเด็กคนไหนตอบสนองการเรียนแบบใดมากที่สุด ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ว่าเด็กน่าจะมีศักยภาพทางการเรียนรู้ลักษณะใด

กิตติคม คาวีรัตน์ (2543 : 34) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีคุณลักษณะ เก่ง ดี มีสุข ทำให้ผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกันได้มีศักยภาพของตนเอง ผู้เรียนและผู้สอนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันได้ เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ มีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เกิดการเรียนรู้ตามสภาพจริง มีสื่อที่ทันสมัย และมีการประเมินผลตามสภาพจริงเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้

ไผท สิทธิสุนทร (2543 : 23) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ว่าทำให้เกิดบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ที่สนุกสนานเต็มตามศักยภาพของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน และเกิดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องไม่รู้จักจบ

จากการศึกษา ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT สรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมบรรยากาศในการจัดการเรียนการสอนให้มีความสนุกสนาน มีกิจกรรมที่หลากหลาย ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน ทำให้สามารถบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

สื่อ GeoGebra

สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553: 28) ได้กล่าวว่า โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์แบบโต้ตอบกับผู้ใช้งาน สำหรับการศึกษาในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัส วงกลม ส่วนตัดของวงกลม GeoGebra สามารถสร้างจุด ภาคตัดกรวย สมการ นอกจากนี้ยังสามารถในการส่งออกไฟล์ที่สร้างขึ้นในรูปแบบของภาษา Java ซึ่งเป็นสื่อที่ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถปรับแต่งค่า รวมถึงรูปร่างของสื่อได้เป็นอย่างดี

พงศักดิ์ วุฒิสันต์ (2556: 13) ได้กล่าวว่า GeoGebra มาจากคำว่า Geometry รวมกับ Algebra เป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ อีกโปรแกรมหนึ่งที่น่านำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย สามารถสร้างกราฟ ภาคตัดกรวย แสดงสมการทั่วไป หรือ สมการมาตรฐานของกราฟนั้น ๆ ได้ด้วย นอกจากนี้ยังมีวิดีโอสอนการใช้งานมากมายใน Youtube ทั้งภาษาอังกฤษ ฝรั่งเศส สเปน ฯลฯ

Geogebra.org (2556) ได้อธิบายไว้ว่า GeoGebra เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์ที่เป็นพลวัต ออกแบบมาเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิต พีชคณิต กราฟ สถิติ และแคลคูลัส GeoGebra เป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในหลาย ๆ ประเทศ และเป็นซอฟต์แวร์ทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) และนวัตกรรมด้านการเรียนการสอนทั่วโลก

วุฒิชัย ภูดี (2558) ได้กล่าวไว้ว่า GeoGebra เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์โปรแกรมหนึ่งที่สามารถอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ในเรื่องเรขาคณิตได้ เมื่อปลายปี พ.ศ. 2557 โปรแกรม GeoGebra ได้พัฒนาเวอร์ชัน 5.0 ซึ่งได้เพิ่มในส่วนของมุมมอง 3D Graphics เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษารูปเรขาคณิตสามมิติโดยสามารถสร้างรูปทรงต่าง ๆ พร้อมทั้งสามารถคลี่ ตัด และดูในมุมมองต่าง ๆ ได้

จากการศึกษาเกี่ยวกับสื่อ GeoGebra สรุปได้ว่า สื่อ GeoGebra เป็นโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ที่สามารถช่วยในการจัดการเรียนการสอน โดยเป็นเครื่องมือเพื่ออำนวยความสะดวกให้ครูผู้สอนจัดทำสื่อประกอบการสอน โดยสามารถสร้างกราฟ แสดงสมการ ซึ่งถือว่าเป็นตัวช่วยสำคัญในการจัดการเรียนรู้เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นกราฟของสมการ และยังเป็นเครื่องมือที่สามารถเชื่อมโยงในการแก้ระบบสมการกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้

แผนการจัดการเรียนรู้

1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

กชกร ธิปัตตี (2555: 25) ได้กล่าวถึงแผนการสอนหรือแผนการจัดการเรียนรู้ว่า แผนการสอนหรือแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กำหนดการหรือแผนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระยะสั้น เช่น แผนการจัดการเรียนรู้รายวันหรือแผนการเรียนรู้รายสัปดาห์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่สำคัญคือกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการเรียนรู้โดยทั่วไปจะประกอบด้วยวิชา ชั้น ชื่อแผน เวลาที่สอน สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ ปลายทาง จุดประสงค์นำทาง เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วย ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป สื่อการเรียนรู้ หรือแหล่งการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้เป็นสำคัญ

ลัดดา ภูศรีโสม (2558: 45) ได้กล่าวถึงความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ว่า เป็นการวางแผนจัดเตรียมรายละเอียดของการสอนที่ผู้สอนสามารถนำไปใช้ได้ทันที และครูคนอื่น ๆ ก็สามารถนำไปใช้เพื่อสอนแทนได้ การสร้างแผนการสอน จึงจัดทำเป็นหน่วยเล็ก ๆ เพื่อสะดวกในการสอนแต่ละครั้งโดยมีหัวข้อรายละเอียดต่าง ๆ ที่จำเป็น

สำลี รักสุทธี (2559: 16) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ว่า คือ การนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำการสอนตลอดภาคเรียน มาสร้างเป็นแผนการจัดการเรียนการสอน การใช้สื่อ อุปกรณ์การสอนและวัดผลประเมินผลสำหรับเนื้อสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ย่อย ๆ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์หรือจุดเน้นของหลักสูตร สถาปนาผู้เรียนความพร้อมของโรงเรียนในด้านวัสดุ อุปกรณ์ และตรงกับชีวิตจริงในท้องถิ่น

จากการศึกษาความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นการวางแผนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการสอนในแต่ละครั้ง แล้วสามารถนำไปใช้ในการสอนได้ และยังเป็นแนวทางให้ครูคนอื่น ๆ ก็สามารถนำไปใช้ในการสอนแทนได้

2. ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำและคณะ (2549) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีสอนที่ดีวิธีเรียนที่ดีที่เกิดจากการผสมผสานความรู้และจิตวิทยาการศึกษา
2. ช่วยให้ผู้สอนมีคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำไว่วางหน้าด้วยตนเอง และทำให้ครูมีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมาย
3. ช่วยให้ผู้สอนทราบว่า การสอนของตนได้เดินไปในทิศทางใด หรือทราบว่า จะสอนอะไรด้วยวิธีใด สอนทำไม สอนอย่างไร จะใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อะไร และจะวัดผลและประเมินผลอย่างไร
4. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนไปศึกษาหาความรู้ทั้งเรื่องหลักสูตร วิธีการจัดการเรียนรู้ จะจัดหาและใช้สื่อแหล่งเรียนรู้ตลอดจนการวัดผลประเมินผล
5. ใช้เป็นคู่มือสำหรับครูที่มาสอน (จัดการเรียนรู้) แทนได้
6. แผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้และพัฒนาแล้วจะเกิดประโยชน์ต่อวงการศึกษ
7. เป็นผลงานทางวิชาการที่แสดงถึงความชำนาญและความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน สำหรับประกอบการประเมินเพื่อขอเลื่อนตำแหน่งและวิทยฐานะครูให้สูงขึ้น

วัฒนาพร ระวังบุทช์ (2558 : 2) ได้ให้ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร เทคนิคการเรียนการสอน การเลือกใช้สื่อ การวัดผลและประเมินผลตลอดจนประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจำเป็น
2. เป็นคู่มือการสอนสำหรับตัวครูสอนและครูที่สอนแทน นำไปใช้ปฏิบัติการสอนอย่างมั่นใจ
3. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน และการวัดผลและประเมินผลที่จะใช้เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนต่อไป
4. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานวิชาการ

สำลี รักสุทธี (2559: 78) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ช่วยให้ครูได้มีโอกาสศึกษาหลักสูตร แนวการสอน วิธีวัดผล ประเมินผล ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและการบูรณาการกับวิชาอื่น
2. ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถจัดเตรียมกระบวนการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ทั้งในเรื่องทรัพยากรของโรงเรียน ทรัพยากรท้องถิ่น ค่านิยม ความเชื่อ และสภาพที่เป็นจริงของท้องถิ่น ตลอดจนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับวิชาอื่น ๆ
3. เป็นเครื่องมือครูในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีคุณภาพมีความมั่นใจในการสอนมากขึ้น
4. ผู้สอนสามารถใช้เป็นข้อมูลที่ต้องการ เที่ยงตรง เสนอแนะแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้อง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง เพื่อนครูที่สอนวิชาอื่น
5. ใช้เป็นคู่มือสำหรับครูที่สอนแทนได้
6. เป็นการพัฒนาวิชาชีพและมาตรฐานวิชาชีพครูที่แสดงว่างานสอนต้องได้รับการฝึกโดยเฉพาะ มีเครื่องมือและเอกสาร ที่จำเป็นสำหรับการประกอบวิชาชีพด้วย

จากการศึกษาความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูทำการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถปฏิบัติการสอนได้อย่างมั่นใจ และยังทำให้ครูผู้สอนทราบว่าการสอนว่าการสอนในแต่ละครั้งจะต้องเป็นไปในทิศทางใด ใช้อะไรเป็นสื่อการสอน และมีหลักในการวัดและประเมินผลอย่างไร

3. ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้

สุพิน บุญวงศ์ (2557: 123) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. ช่วยให้ครูสามารถดำเนินงานในการเรียนการสอนได้ตรงหลักสูตร
2. ช่วยให้ครูสามารถดำเนินการสอนได้ผลดี มีประสิทธิภาพสูงและมีความชำนาญ
3. ช่วยให้ครูมีเวลามากพอในการจัดทา และจัดสื่อการเรียนการสอนไว้ให้พร้อมสำหรับ
4. ช่วยให้ครูสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกิจกรรมให้เหมาะสมกับนักเรียนได้

สุนทร ภูริเวทย์ (2559: 253) ได้กล่าวว่า แผนการสอนที่ผู้สอนหรือผู้เกี่ยวข้องในการสอนได้เขียนขึ้นมา เมื่อเขียนแผนการสอนเสร็จแล้ว จะก่อให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

1. ผู้สอนมีเวลาเตรียมการสอนมากขึ้น และลดเวลาการสอนให้น้อยลงได้
2. ผู้สอนเกิดความมั่นใจไม่ว่าจะเป็นก่อนหรือกำลังสอน

3. ผู้สอนแทนสามารถดำเนินการสอนแทน และสามารถบรรลุจุดประสงค์ตามแผนการสอนได้

4. ทำให้ผู้สอนทราบว่าในแต่ละคาบที่จะสอนนั้น จะสอนเนื้อหาอะไร จะใช้วิธีสอนแบบใด ใช้เทคนิคกระบวนการอย่างไร จะใช้สื่ออะไร และจะมีการวัดผลประเมินผลโดยวิธีใด

5. ทำให้ผู้สอนสามารถประสบผลสำเร็จในการสอน สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะได้กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้ล่วงหน้าแล้ว

6. ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และได้รับประสบการณ์เร็วขึ้นและมากขึ้น สามารถบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

7. ทำให้ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เพราะได้มีการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ล่วงหน้าแล้ว ผู้สอนสามารถแยกกิจกรรมของตนเองและกิจกรรมของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน

สำลี รักสุทธี (2559: 70) ได้กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีประโยชน์ต่อครูผู้สอนและผู้เรียนหลายประการ ดังนี้

1. เป็นการเตรียมความพร้อมของการจัดการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้า ซึ่งจะให้มีทิศทาง การเรียนที่ชัดเจนและส่งผลดีต่อประสิทธิภาพของการเรียนรู้ได้อย่างดียิ่ง

2. ช่วยให้ผู้สอนเลือกเทคนิควิธีการสอนที่ดี สื่อ การวัดผลประเมินผลตรงจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้และสอดคล้องกับจุดหมายของหลักสูตร

3. ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสะดวกสบาย และดำเนินการไปได้อย่างมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ สะดวกต่อผู้มาสอนแทน กรณีที่ครูผู้สอนประจำวิชาไม่สามารถทำการสอนได้ ใช้เป็นหลักฐานแสดงการเรียนรู้เชิงประจักษ์ หากมีข้อบกพร่องสามารถแก้ไขปรับปรุงได้ง่าย

4. เป็นเอกสารหลักฐานสำคัญในการแสดงความชำนาญหรือความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน หรือหลักฐานอ้างอิง เพื่อขอปรับปรุงวิทยฐานะหรือส่งผลงานเข้าประกวดเป็นครูดีเด่น ครูแกนนำ ครูแห่งชาติ หรือใช้เป็นหลักฐานแสดงเป็นผลงานเพื่อการประเมินพิจารณาความดีความชอบ

จากการศึกษาประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้จะช่วยทำให้ครูสอนตรงตามหลักสูตร ดำเนินการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สะดวกต่อครูที่มาสอนแทน สามารถช่วยให้การเรียนการสอนนั้นประสบความสำเร็จได้มากยิ่งขึ้น และยังเอกสารเพื่อแสดงความชำนาญหรือความเชี่ยวชาญของครูผู้สอนอีกด้วย

4. องค์ประกอบที่สำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

สำลี รักสุทธี (2544) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ (Lesson plan) ประกอบด้วย 9 หัวข้อ โดยการบูรณาการของหน่วย ศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ 7 หัวข้อ เพิ่มเติมของคณะกรรมการ ข้าราชการครู 9 หัวข้อดังนี้

1. สาระสำคัญ (Concept) เป็นความคิดรวบยอดหรือหลักการของเรื่องหนึ่งที่ต้องการ ให้เกิดกับนักเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objective) เป็นการกำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว
3. เนื้อหา (Content) เป็นเนื้อหาที่จัดกิจกรรมและต้องการให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนการสอน (Instructional Activities) เป็นการเสนอขั้นตอนหรือ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะนำไปสู่จุดประสงค์ที่กำหนดไว้
5. สื่อและอุปกรณ์ (Instructional Media) เป็นสื่อและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้
6. การวัดผลประเมินผล (Measurement and Evaluation) เป็นการกำหนด ขั้นตอนหรือวิธีการวัดผลประเมินผลว่านักเรียนบรรลุจุดประสงค์ตามกำหนดในกิจกรรมการเรียน การสอน แยกประเมินผลเป็นประเมินผลก่อนสอน ขณะสอนและหลังการสอน
7. กิจกรรมเสนอแนะเป็นกิจกรรมการบันทึกการสอนก่อนนำไปใช้สอน
8. ข้อเสนอแนะของผู้บังคับบัญชา เป็นการบันทึกการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสนอแนะหลังจากได้ตรวจสอบความถูกต้อง การกำหนดรายละเอียดในหัวข้อต่าง ๆ ในแผนการ เรียนรู้มีความสมบูรณ์ เช่น การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน การใช้ สื่อและการวัดผลประเมินผลให้มีความสอดคล้อง ส่งเสริมการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนการสอน
9. บันทึกการสอน เป็นการบันทึกของผู้สอน บันทึกหลังจากนำแผนการใช้สื่อและ การวัดผล ประเมินผลไปใช้แล้วเพื่อนำแผนไปปรับปรุงและใช้สอนในคราวต่อไป

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2556: 98-104) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการสอนเกิดขึ้นจาก ความพยายามตอบคำถาม ดังต่อไปนี้

1. สอนอะไร (หน่วย หัวเรื่อง ความคิดรวบยอด หรือสาระสำคัญ)
2. เพื่อจุดประสงค์อะไร (จุดประสงค์พฤติกรรม)

3. ด้วยสาระอะไร (โครงสร้างเนื้อหา)
4. ใช้วิธีการใด (กิจกรรมการเรียนการสอน)
5. ใช้เครื่องมืออะไร (สื่อการเรียนการสอน)
6. ทราบได้อย่างไรว่าประสบความสำเร็จหรือไม่ (วัดผลประเมินผล) เพื่อตอบคำถาม

ดังกล่าว จึงกำหนดให้แผนการสอนมีองค์ประกอบดังนี้

- 6.1 วิชา หน่วยที่สอน และสาระสำคัญ (ความคิดรวบยอด) ของเรื่อง
- 6.2 จุดประสงค์
- 6.3 เนื้อหา
- 6.4 กิจกรรมการเรียนการสอน
- 6.5 สื่อการเรียนการสอน
- 6.5 การวัดผลประเมินผล

นิคม ชมภูหลง (2558: 18) ได้กล่าวว่า ส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยดำเนินการสอนบรรลุเป้าหมาย จุดประสงค์การเรียนรู้ มีหลายข้อแตกต่างกันไปแต่ส่วนประกอบที่ขาดไม่ได้จะต้องมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่

1. เนื้อหาสาระ
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. กิจกรรมการเรียนการสอน
4. สื่อการเรียนการสอน
5. การวัดและประเมินผล

จากการศึกษาองค์ประกอบที่สำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่า ส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้จะช่วยให้ดำเนินการสอนนั้นบรรลุเป้าหมาย มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ชื่อเรื่อง จำนวนชั่วโมง สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร และบันทึกผลหลังสอน

5. ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

สุวิทย์ มูลคำและคณะ (2549) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีจะต้องมีรายละเอียดชัดเจนถึงกิจกรรมนักเรียน บทบาทของครู การใช้สื่อ การวัดผล จนผู้อ่านมองเห็นภาพพฤติกรรมจริง ๆ ในห้องเรียนได้สมบูรณ์ จึงถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีและไม่จำเป็นต้องทำบันทึกการ

สอนอีกก็ได้เพราะแผนการจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจนใช้แทนบันทึกการสอนได้ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีควรมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เข้าลักษณะ 4 ประการ คือ

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติให้มากที่สุด โดยครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะส่งเสริมหรือกระตุ้นให้กิจกรรมดำเนินไปตามความมุ่งหมาย
2. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบหรือทำสำเร็จด้วยตนเอง โดยครูพยายามลดบทบาทจากผู้ออกคำตอบ มาเป็นผู้คอยกระตุ้นด้วยคำถามหรือปัญหาให้ผู้เรียนคิดแก้หรือหาแนวทางไปสู่ความสำเร็จในการทำกิจกรรมเอง
3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการมุ่งให้ผู้เรียนรับรู้และนำกระบวนการไปใช้จริง
4. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น

อารมณ์ ใจเที่ยง (2558: 218-219) ได้กล่าวว่า แผนการสอนที่ดีมีลักษณะ ดังนี้

1. สอดคล้องกับหลักสูตร และ แนวทางการสอน ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
2. นำไปใช้สอนได้จริงและมีประสิทธิภาพ
3. เขียนอย่างถูกต้องตามหลักวิชา เหมาะสมกับวัยผู้เรียนและเวลาที่กำหนด
4. มีความกระชับชัดเจน ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและเข้าใจได้ตรงกัน
5. มีรายละเอียดมากพอที่ทำให้ผู้อ่านสามารถนำไปใช้สอนได้
6. ทุกหัวข้อในแผนการสอนมีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน

นิคม ชมภูหลง (2558: 181) ได้กล่าวไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เข้าลักษณะ 4 ประการ คือ

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติให้มากที่สุด โดยครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะ ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้กิจกรรมดำเนินไปตามความมุ่งหมาย
2. เป็นแผนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบคำตอบหรือทำสำเร็จด้วยตนเอง โดยครูพยายามลดบทบาทจากการออกคำตอบ มาเป็นผู้คอยกระตุ้นด้วยคำถามหรือปัญหาให้นักเรียนคิดหรือหาแนวทางไปสู่ความสำเร็จในการทำกิจกรรมเอง
3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการ มุ่งให้นักเรียนรับรู้และนำกระบวนการไปใช้จริง

4. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถจัดหาสื่อการเรียนการสอนได้ในท้องถิ่น หลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์สำเร็จรูปราคาสูง

จากการศึกษาลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีต้องเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติให้มากที่สุด ส่งเสริมให้ประสบความสำเร็จได้ตามเป้าหมาย และจะต้องสอดคล้องกับหลักสูตร สามารถนำไปใช้สอนได้จริงและมีประสิทธิภาพ เขียนอย่างถูกต้องตามหลักวิชา เหมาะสมกับวัยผู้เรียนและเวลาที่กำหนด และในทุกหัวข้อในแผนการสอนมีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน

6. ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

ลำสิ รักษุทธิ์ (2559: 79) ได้เสนอขั้นตอนการทำแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ศึกษาเวลาที่จะใช้งานจริงหรือกำหนดปฏิทินงาน โดยเมื่อได้รับทราบวิชาสอนวิชาใดแล้วต้องศึกษาว่าสอนสัปดาห์ละกี่คาบ ในหนึ่งภาคเรียนมีกี่สัปดาห์ มีวันหยุดหรือวันที่ใช้กิจกรรมของโรงเรียนเท่าใด เหลือเวลาที่ใช้สอนจริงเท่าใด จดบันทึกไว้

2. ศึกษาหลักสูตร โดยละเอียดในกลุ่มประสบการณ์หรือวิชาที่ทำแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เป้าหมายสำคัญของหลักสูตร จุดประสงค์ของกลุ่มประสบการณ์หรือวิชานั้น ศึกษาเนื้อหากิจกรรมเสนอแนะจากคำอธิบายวิชาในหลักสูตร คู่มือหลักสูตร คู่มือการสอน ศึกษาเนื้อหาว่ามีความสัมพันธ์กับวิชาใดบ้าง เพื่อจะได้นำมาบูรณาการ

3. กำหนดโครงสร้างของเนื้อหา สาระ จุดประสงค์การสอน ตลอดภาคเรียนของกลุ่มประสบการณ์หรือวิชานั้น โดยใช้จุดประสงค์ในคำอธิบายในหลักสูตรเป็นจุดประสงค์ปลายทางใช้คำอธิบายเชิงเนื้อหาเป็นกรอบเนื้อหา โดยใช้เอกสารอื่นประกอบด้วย เช่น หนังสือเรียน หนังสืออ้างอิงข้อมูลทางสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรมในท้องถิ่น มากำหนดเป็นเนื้อหาย่อย

4. กำหนดโครงสร้างของวิชาที่สอน โดยนำจำนวนคาบหรือจำนวนชั่วโมงสอนที่มีจริงในแต่ละภาคเรียนมากำหนด

5. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่ออุปกรณ์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้บูรณาการกับวิชาอื่น รวมทั้งกำหนดวิธีวัดผลและประเมินผลด้วย ซึ่งอาจจะเป็นรายชั่วโมงหรือรายหัวข้อเรื่องก็ได้ โดยให้มีการบูรณาการกับวิชาอื่นด้วย

อ้อยทิพย์ ทองดี (2559: 4) ได้เสนอขั้นตอนในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร เพื่อการทำแผนการจัดการเรียนรู้ จะต้องศึกษาหลักการ โครงสร้างจุดมุ่งหมาย หลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา เพื่อจะวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ และเป็น กรอบทิศทางในการจัดการเรียนการสอน

2. ทำความเข้าใจกับคำอธิบายรายวิชา ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

2.1 กิจกรรม ข้อความส่วนนี้หลักสูตรจะวางแนวทางให้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนด ข้อความนี้มักเริ่มต้นด้วยกริยา เพื่อแสดงอาการกระทำ เช่น ศึกษา ปฏิบัติ ทดลอง สังเกต รวบรวม อภิปราย บันทึก เปรียบเทียบ

2.2 เนื้อหาข้อความในส่วนนี้หลักสูตรจะวางให้ครูผู้สอนทราบเนื้อหาหลัก หรือ เรื่องที่ครูผู้สอนจะนำไปจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งครูผู้สอนจะต้องนำไปวิเคราะห์ ร่วมกับกิจกรรม/จุดประสงค์ในคำอธิบายรายวิชาเสียก่อน จึงทำให้ครู ได้เนื้อหาย่อยในการเรียนรู้ต่อไป ส่วนมากส่วนนี้มักจะเริ่มต้นด้วยคำว่า การ หรือเรื่องราวเกี่ยวกับ หรือเกี่ยวกับ หรือเขียนเป็น กิจกรรม

2.3 จุดประสงค์ ข้อความในส่วนนี้จะอยู่ท้ายสุดของคำอธิบายรายวิชา มักจะ เริ่มต้นด้วยคำว่า เพื่อ ซึ่งจุดประสงค์ในคำอธิบายรายวิชาจะเป็นจุดประสงค์ปลายทางของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนด้วยและจะครอบคลุมทักษะการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน

2.3.1 ด้านปัญญา (พุทธิพิสัย เป็นจุดประสงค์ที่มุ่งเน้นความสามารถทางการ คิดของสมองมักใช้คำว่า เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ ซึ่งครูควรพัฒนาให้ครบทั้ง 6 ระดับ คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

2.3.2 ด้านจิตใจ (จิตพิสัย) เป็นจุดประสงค์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีคุณลักษณะ ทางจิตใจ มักใช้คำว่า ปฏิบัติตน สานิต ทดลอง แก้ปัญหา คิดคำนวณ เป็นต้น ซึ่งครูควรพัฒนาให้ครบ ทั้ง 5 ระดับ คือ การรับ การตอบสนอง การสร้างคุณค่า การจัดระบบคุณค่า และการสร้างลักษณะ นิสัย

2.3.3 ด้านทักษะ (ทักษะพิสัย) เป็นจุดประสงค์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือ ปฏิบัติมักใช้คำว่า ปฏิบัติตน สานิต การทดลอง แก้ปัญหา คิดคำนวณ เป็นต้น ซึ่งครูควรพัฒนาให้ครบ ทั้ง 5 ระดับ คือ การเลียนแบบ การทำตามแบบ การทำอย่างถูกต้อง การทำอย่างต่อเนื่อง และการทำ เองโดยเหมือนธรรมชาติ

3. วิเคราะห์ จุดประสงค์ปลายทาง เพื่อเขียนเป็นจุดประสงค์นำทาง เพราะจุดประสงค์นำทางเป็นสิ่งที่ทำให้ครูผู้สอนรู้ว่าจะสอนเนื้อหาอะไรบ้าง ในการกำหนดจุดประสงค์นำทางนั้นมีความสำคัญมากเพราะจะต้องนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล. ดังนั้น เมื่อกำหนดจุดประสงค์นำทางแล้ว ครูผู้สอนต้องวิเคราะห์นำทางว่า

3.1 ทำให้บรรลุถึงจุดประสงค์ปลายทางแล้วหรือยัง

3.2 จุดประสงค์นำทางเป็นตามขั้นตอนหรือกระบวนการเรียนรู้หรือไม่

3.3 จุดประสงค์นำทางนั้นระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดหรือประเมินได้หรือไม่

4. กำหนดระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง การกำหนดคาบสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์ปลายทางว่าในแต่ละจุดประสงค์จะใช้เวลาสอนกี่คาบ ทั้งนี้เพื่อจะได้วางแผน/โครงการสอนได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์

5. กำหนดเทคนิค/กระบวนการที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยเลือกใช้เทคนิควิธีการที่เหมาะสม สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา สอดคล้องกับนักเรียน โดยเฉพาะการเน้นให้นักเรียนฝึกค้นคว้า สังเกต รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ตัวอย่างที่หลากหลายสร้างสรรค์ และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

6. การเขียนรายละเอียดหรือเนื้อหาสาระของแผนการจัดการเรียนรู้ตามส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีคำแนะนำดังนี้

6.1 การเขียนสาระสำคัญ ต้องคำนึงถึงเรื่องที่จะนำมาให้นักเรียนนั้นคือ เรื่องอะไร คืออย่างไร หรือสำคัญอย่างไร และเรียนแล้วจะได้อะไร ต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาสาระที่ปรากฏในแผนการจัดการเรียนรู้นั้น

6.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ปลายทาง นำทางให้นำมาจากข้อ 3 ได้เลย

6.3 เนื้อหา เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์นำทางที่กำหนดไว้ ควรระบุว่า เรียนเรื่องอะไรบ้างตามจุดประสงค์นำทาง และควรเขียนเป็นเนื้อหาโดยสรุปหรืออาจเขียนเป็นข้อ ๆ ส่วนเนื้อหาโดยละเอียดควรเขียนไว้ในส่วนของภาคผนวก เช่น ใบความรู้ หรือเอกสารประกอบการเรียนตามความเหมาะสมเพิ่มเติมก็ได้

6.4 กิจกรรมการเรียนการสอน การที่จะมีการเรียนรู้จุดประสงค์นำทาง จะนำวิธีใดมาทำให้เกิดการเรียนอย่างไรบ้าง และต้องเขียนตามลำดับขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มต้นสอนจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการสอนแผนนั้น ๆ เพื่อมอบให้เห็นพฤติกรรมการสอนจริง ทั้งบทบาทของครูผู้สอน และนักเรียน โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนเกิดความสนใจ ปฏิบัติง่าย และเกิดความคิดสร้างสรรค์ของผู้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เองโดยทั่วไปควรมี 3 ขั้นตอน คือ ชี้นำเข้าสู่บทเรียนขั้นดำเนินการสอนและขั้นสรุป โดยเทคนิค กระบวนการที่นำมาใช้จะแทรกอยู่ในขั้นดำเนินการสอน

6.5 สื่อการเรียนการสอน ในการเรียนการสอนที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้นั้นต้องใช้สื่ออุปกรณ์อะไรบ้าง สื่อที่นำมาใช้ต้องให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ โดยใช้เวลาน้อย ง่าย ประหยัด และน่าสนใจ ถูกต้องตามหลักวิชาการ เหมาะสมกับเนื้อหา และลักษณะของนักเรียน

6.6 การวัดผลประเมินผล ในการวัดผลจะต้องรู้ก่อนว่าจะวัดอะไร ด้วยเครื่องมืออะไร ระบุว่าเครื่องมือจะใช้วิธีใด เมื่อใด และมีเกณฑ์การประเมินอย่างไร ตามวัตถุประสงค์ข้อใด เช่น สังเกตพฤติกรรมนักเรียน การปฏิบัติงานกลุ่ม หรือการตรวจผลการปฏิบัติงานทดสอบผลสัมฤทธิ์ เครื่องมือวัดใช้เครื่องมืออะไร เช่น แบบสังเกตพฤติกรรม แบบทดสอบ แบบตรวจผลการปฏิบัติงาน เป็นต้น เมื่อวัดผลแล้วจะนำข้อมูลนั้นไปทำอะไร โดยมีเกณฑ์การประเมินผลกำหนดไว้

7. การเขียนบันทึกหลังการสอน เป็นการประเมินผลการสอนว่าครูผู้สอนนั้นสอนเป็นอย่างไร สอนแล้วนักเรียนได้รับผลอย่างไรบ้าง โดยส่วนใหญ่จะเขียนตามวิธีการวัดผลประเมินผลจากการศึกษาขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่า ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ควรดำเนินการตามขั้นตอนตั้งแต่การศึกษาหลักสูตร โครงสร้าง จุดมุ่งหมาย จุดประสงค์รายวิชา เพื่อจะวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ กระบวนการวัดและประเมินผล สื่อและแหล่งการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับสภาพของผู้เรียน และเขียนบันทึกหลังสอน

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ สรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดเขียนแผนการจัดการเรียนรู้นั้นควรดำเนินการเริ่มตั้งแต่ ศึกษาหลักสูตร ทำความเข้าใจกับคำอธิบายรายวิชา วิเคราะห์จุดประสงค์ กำหนดระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียน การกำหนดเทคนิคและกระบวนการที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียน การเขียนรายละเอียดหรือเนื้อหาสาระของแผนการจัดการเรียนรู้ตามส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ และการเขียนบันทึกหลังการสอน

ประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2559: 494) ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะว่ามีความจำเป็นหลายประการ คือ

1. สำหรับหน่วยงานผลิตแบบฝึกทักษะ เป็นการประกันคุณภาพของแบบฝึกทักษะว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะสมที่จะผลิตออกมาจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อน แล้วผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็จะต้องทำใหม่เป็นการสิ้นเปลืองเวลาและเงินทอง

2. สำหรับผู้ใช้แบบฝึกทักษะ จะทำหน้าที่สอนโดยที่ช่วยสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องช่วยครูสอน บางครั้งสอนแทนครู ดังนั้น ก่อนนำแบบฝึกทักษะไปใช้ครูจึงควรมั่นใจว่า แบบฝึกทักษะนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้เรามีแบบฝึกทักษะที่มีคุณค่าทางการสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. สำหรับผู้ผลิตแบบฝึกทักษะ การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่า เนื้อหาสาระที่บรรจุในแบบฝึกทักษะหรือชุดฝึกง่ายต่อการเข้าใจ ช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น

เผชิญ กิจระการ (2559: 44-51) ได้กล่าวถึงเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพ ของสื่อการเรียนการสอน จะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 3 ลักษณะ คือ 80/80, 85/85, และ 90/90 ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชา และเนื้อหาที่นำมาสร้างสื่อ ถ้าเป็นวิชาค่อนข้างยาก อาจตั้งเกณฑ์ 80/80 หรือ 85/85 สำหรับวิชาที่มีเนื้อหาง่าย อาจตั้งไว้ 90/90 เป็นต้น นอกจากนี้ ยังตั้งเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนไว้เท่ากับ ร้อยละ 2.5 ซึ่งหมายความว่า ถ้าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 90/90 เมื่อคำนวณแล้วได้ค่าที่ถือว่าใช้ได้ คือ 87.5/87.5 และได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของสื่อไว้ว่า เมื่อผลิตสื่อขึ้นมาใช้ประกอบการเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็นชุดการสอน บทเรียนสำเร็จรูป หนังสือแบบหน่วยหรือชุดฝึกก็ตาม ควรจะได้ประเมินประสิทธิภาพของสื่อว่าเหมาะที่จะนำไปใช้ต่อไปหรือไม่ สื่อนี้จะส่งเสริมหรือสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ หรืออย่างไร จะได้หาข้อบกพร่อง เพื่อปรับปรุงแก้ไขต่อไป การหาประสิทธิภาพของสื่อ มีขั้นตอนโดยทั่วไป ดังนี้

1. ขั้นตอนหาประสิทธิภาพ 1 : 1 (แบบเดี่ยว) เป็นการทดลองกับผู้เรียน เด็ก่อน ปานกลาง และเก่ง จำนวน 3 คน นำมาทดลองใช้ก่อนเพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับการใช้ถ้อยคำ การใช้ภาษา ความชัดเจนของการนำเสนอเนื้อหา และการสื่อความหมายต่าง ๆ เพื่อจะได้นำไปปรับปรุงในเบื้องต้น ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ในขั้นที่ 2

2. ชั้นหาประสิทธิภาพ 1 : 10 (แบบกลุ่ม) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 10 คน กลุ่มเก่ง จำนวน 3 คน กลุ่มปานกลาง จำนวน 4 คน และกลุ่มอ่อน จำนวน 3 คน โดยให้นักเรียนได้ทดลองเรียนจริง ๆ กิจกรรมการเรียนการสอนเหมือนกันทุกอย่าง เพียงแต่เป็นกลุ่มเล็กกว่าห้องเรียนจริง เท่านั้นเป็นการทดลองหาข้อบกพร่องในด้านต่าง ๆ ของสื่ออีกครั้งหนึ่ง เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขต่อไป

3. ชั้นหาประสิทธิภาพ 1 : 100 (ภาคสนาม) เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30 คนขึ้นไปเป็นการใช้สื่อในห้องเรียนจริง ๆ ตามปกติ ซึ่งเป็นการประเมินประสิทธิภาพของสื่อว่าเชื่อถือได้หรือไม่ ซึ่งอาจดำเนินการได้โดยการทดสอบความแตกต่างของคะแนน จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หรือ 90/90

เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หรือ 90/90 นั้น เป็นเกณฑ์การเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการประเมินกระบวนการเรียนการสอน กับคะแนนที่ได้จากการทดสอบสุดท้าย หลังการเรียนจบบทหรือเรื่องแล้วการตั้งเกณฑ์ 80/80 หรือ 90/90 นั้น อยู่ที่ดุลยพินิจว่า นักเรียนของเรามีความสามารถในการเรียนระดับใดและควรจะต้องตั้งเกณฑ์เท่าไร ถ้านักเรียนเรียนดีมากจะตั้งเกณฑ์สูง 90/90 ก็ได้ แต่ถ้านักเรียนค่อนข้างดีอาจตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 อาจสูงพอก็ได้

80 ตัวแรก หรือ 90 ตัวแรก เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งห้องเรียนทำแบบฝึกทักษะได้ระหว่างเรียน ชุด 10 ข้อ เมื่อสอนไปได้ทำแบบฝึกทักษะไป หรือแบบทดสอบโดยให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน จะได้คะแนนเต็ม 50 คะแนน เมื่อตรวจแบบฝึกทักษะ พร้อมให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ทำถูก และ 0 สำหรับข้อที่ทำผิดหรือไม่ทำ

80 หลัง หรือ 90 หลัง เป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งห้องเรียนทำแบบทดสอบเป็นการประเมินหลังเรียนจบเรื่องแล้ว โดยปกติจะนิยมเขียนเป็นรูปสมการ $E_1 : E_2 = 80 : 80$ หรือ $E_1 : E_2 = 90 : 90$

เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะในที่นี้ ยกตัวอย่าง $E_1/E_2 = 80/80$ ดังนี้

1. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกทักษะหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วน 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนร้อยละ 80 ส่วนการหาค่า E_1 และ E_2 ใช้สูตรดังนี้

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะหรือแบบทดสอบย่อยในระหว่างเรียน
 A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกทักษะหรือแบบทดสอบย่อย
 N แทน จำนวนนักเรียน

$$\text{สูตร } E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 N แทน จำนวนนักเรียน

2. นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบฝึกทักษะของแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียนได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน (E_1) ส่วน 80 ตัวหลัง คือนักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนร้อยละ 80 เช่น มีนักเรียน 40 คน ร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด คือ นักเรียน 32 คน แต่ละคนได้คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนถึงร้อยละ 80

3. เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 80 ตัวแรก (E_1) นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนน ร้อยละ 80 ส่วน 80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูก มีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่า ข้อไม่มีประสิทธิภาพ และชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีความบกพร่อง)

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 โดยมีความหมายดังนี้

- 75 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยคำนวณจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้ระหว่างเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป

- 75 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยคำนวณจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข (2548: 125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2548: 161) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงปริมาณของความรู้หรือคุณภาพของความรู้ ความสามารถ พฤติกรรม หรือลักษณะทางจิตใจ โดยการเปลี่ยนแปลงเป็นไปในทิศทางที่พึงประสงค์ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร อันเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนการสอนที่ครูผู้สอนจัดให้

ปราณี กองจินดา (2549: 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกันพัฒนาทักษะในการเรียน อาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมาย

ทิสนา แคมณี (2551: 10) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ การให้หรือทั้งสองอย่าง หรือทักษะที่ได้รับและพัฒนาจากการเรียนการสอน โดยการอาศัยการ ทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลของความรู้หรือทักษะที่ผู้เรียนได้รับมาจากวิชาต่าง ๆ ที่ได้เรียน

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนหมายถึง ความสามารถหรือความสำเร็จที่รับมาจากการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการ เปลี่ยนแปลงปริมาณของความรู้หรือความสามารถ ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่จะบรรลุตาม จุดประสงค์ โดยสามารถพิจารณาได้จากคะแนนสอบหรือคะแนนงานที่ครูมอบหมายให้

2. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2556: 53) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ เนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

สมนึก ภัททิยธนี (2557: 73-95) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้าน ต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

วิรัช วรรณรัตน์ (2558: 49) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้วัด ความรู้ ความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการเรียนรู้ โดยต้องการทราบว่าผู้สอบมีความรู้อะไรบ้างมาก น้อยเพียงใด เมื่อผ่านการเรียนไปแล้ว

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2558: 96) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทาง วิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

จากการศึกษาความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถ สมรรถภาพของ สมองในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนได้จากการเรียนรู้ในเรื่องที่ผ่านมาแล้ว ว่าบรรลุผลตามเป้าหมาย จุดประสงค์ที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด

3. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2544: 73-97) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay Test) ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียน บรรยายตามความรู้ และ ข้อคิดเห็นของแต่ละคน
2. ข้อสอบแบบกาถูก - ผิด (True - false Test) ลักษณะทั่วไป ถือได้ว่าข้อสอบแบบกาถูก - ผิด คือ ข้อสอบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก - ผิด, ใช่ - ไม่ใช่, จริง - ไม่จริง, เหมือนกัน - ต่างกัน เป็นต้น
3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยคหรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง
4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ลักษณะทั่วไป ข้อสอบประเภทนี้ คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์(ข้อสอบแบบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกระชับได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง
5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) ลักษณะทั่วไป คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีจำนวนที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

วนิดา เดชตานนท์ (2558: 9) ได้จำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบมาตรฐานเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นอย่างมีหลักเกณฑ์ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้โดยผู้เชี่ยวชาญ มีการทดลองใช้ มีการตรวจสอบคุณภาพ วิเคราะห์และแก้ไขจนมีประสิทธิภาพสูง สามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง มีมาตรฐานในวิธีการดำเนินการสอบเพื่อจะได้นำไปดำเนินการสอบเหมือนกันหมด ไม่ว่าจะนำแบบทดสอบไปใช้ที่ใด เวลาใด พร้อมทั้งมีมาตรฐานในการตรวจสอบให้คะแนน การแปลความหมายของคะแนนโดยเทียบกับเกณฑ์ปกติ

2. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อใช้ในชั้นเรียนโดยเฉพาะ และนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐาน เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน เพื่อตรวจสอบจุดเด่นจุดด้อยของผู้เรียน เพื่อตัดสินได้ - ตก เป็นต้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นนี้ โดยปกติจะไม่มีมีการทดลองใช้เพื่อตรวจสอบความเป็นมาตรฐานเหมือนแบบทดสอบมาตรฐาน

พิชิต ฤทธิจรูญ (2558: 96) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้ แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบคือ แบบทดสอบถูก - ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไปซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

จากการศึกษาประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นิยมใช้มี 6 แบบ คือ ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง ข้อสอบแบบกา ถูก - ผิด ข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ข้อสอบแบบจับคู่ และข้อสอบแบบเลือกตอบ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบมาตรฐานเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นอย่างมีหลักเกณฑ์ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้โดยผู้เชี่ยวชาญ และ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อใช้ในชั้นเรียนโดยเฉพาะ

4. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2554: 32-34) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบที่ดีว่า ผลของการวัดจะถูกต้อง เชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของแบบทดสอบนั้นคือแบบทดสอบนั้นต้องมีคุณสมบัติที่ดี ซึ่งมีดังนี้

1. ความตรงหรือความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึงแบบทดสอบนั้นให้ผลการวัดได้ตรงคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัด

1.1 ความตรงตามเนื้อหา (Content validity) หมายถึงคุณลักษณะของแบบทดสอบที่สามารถวัดเนื้อหาครบถ้วนครอบคลุมตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

1.2 ความตรงตามโครงสร้าง (Construct validity) หรือความตรงตามทฤษฎีของสิ่งที่วัดครั้งนั้น

1.3 ความตรงตามพยากรณ์ (Predictive) หมายถึงคุณลักษณะของแบบทดสอบที่สามารถทำนายความสามารถ หรือความสำเร็จในอนาคตได้

1.4 ความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) หมายถึงคุณลักษณะของแบบทดสอบที่สามารถวัดความสามารถหรือคุณลักษณะต่าง ๆ ได้ตามสภาพที่แท้จริงของบุคคล

2. ความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่สามารถวัดแล้วได้ผลคงเดิม ไม่ว่าจะนำมาใช้วัดกี่ครั้งก็ตาม

2.1 แบบสอบซ้ำ (Test retest)

2.2 แบบแบ่งครึ่งการทดสอบ (Split-half)

2.3 แบบคู่ขนาน (Parallel form)

2.4 แบบวัดสอดคล้องภายใน (Internal consistency)

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึงคุณลักษณะของแบบทดสอบที่อ่านแล้วสามารถเข้าใจได้ตรงกัน ให้คะแนนได้ตรงกันและแปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน

4. ค่าอำนาจจำแนกเหมาะสม (Discrimination) หมายถึงคุณลักษณะของแบบทดสอบที่สามารถแสดงความแตกต่างของสิ่งที่ต้องการวัดได้ ซึ่งสามารถแยกนักเรียนเก่งและอ่อนได้

5. ค่าความยากง่ายเหมาะสม (Difficulty) หมายถึงคุณลักษณะข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายเหมาะสมกับเนื้อหา

6. มีความยุติธรรม (Fairness) หมายถึงแบบทดสอบนั้นต้องไม่ประกอบด้วยข้อสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เข้าสอบคนใดคนหนึ่งคนใดได้ถูก และต้องครอบคลุมหลักสูตรทั้งหมด

7. ถามลึก (Searching) หมายถึงแบบทดสอบฉบับนั้นต้องไม่ประกอบด้วยข้อสอบถามพฤติกรรมความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ไม่ถามเฉพาะความรู้ความจำเพียงอย่างเดียว

8. มีความจำเพาะเจาะจง (Definite) หมายถึงแบบทดสอบนั้นต้องประกอบด้วยข้อสอบที่มีคำถามเฉพาะเจาะจง มีความหมายเดียว

9. มีลักษณะท้าทาย (Challenge) และการเป็นตัวอย่างที่ดี (Exemplary) หมายถึงแบบทดสอบนั้นประกอบด้วยข้อสอบที่มีลักษณะท้าทายให้อยากทำข้อสอบและเป็นตัวอย่างที่ดี

10. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึงแบบทดสอบนั้นสามารถนำไปใช้ได้ง่าย ไม่ยุ่งยากไม่สิ้นเปลืองเวลา เงินและแรงงานมาก และสามารถนำผลการสอบไปใช้ได้อย่างคุ้มค่า

วนิดา เดชตานนท์ (2558: 26-28) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบที่ดีนั้นมิใช่จะทำหน้าที่ประเมินผลอย่างเดียว แต่จะทำหน้าที่ส่งเสริมการเรียนรู้อีกด้วย ดังนั้นการสร้างจะต้องยึดหลักลักษณะของแบบทดสอบที่ดี 10 ประการ คือ

1. มีความเที่ยงตรง หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ในสิ่งที่จะวัด หรือคะแนนจากแบบทดสอบนั้น ให้ความหมายตรงตามที่ต้องการ ซึ่งความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบ่งได้ 4 ชนิด คือ

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา หมายถึง แบบทดสอบนั้นมีความสอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหาวิชาที่ระบุไว้ในหลักสูตรและได้สัดส่วนที่ถูกต้องตรงตามความจริง ซึ่งสามารถ

ตรวจสอบได้ จากการนำไปเปรียบเทียบกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ทำไว้ในด้านเนื้อหาวิชาถ้าพิจารณาจากจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม คือ ดูส่วนที่เป็นสถานการณ์และเกณฑ์

1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่จะวัดพฤติกรรมทางสมอง หรือพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนได้ตรงตามที่ได้ระบุไว้ในหลักสูตรซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการนำไปเปรียบเทียบกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ทำไว้ในด้านพฤติกรรม ถ้าพิจารณาจากจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม คือ ดูจากส่วนที่เป็นพฤติกรรมและเกณฑ์

1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่สามารถทำให้ผู้เรียนตอบสนองออกมาตรงตามสภาพความเป็นจริงของเขา ซึ่งดูได้จากการสังเกตหรือการสอบภาคปฏิบัติ เกณฑ์ที่ใช้เทียบก็คือสภาพความเป็นจริงในปัจจุบันของนักเรียน

1.4 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบที่สามารถพยากรณ์ผลการเรียนในอนาคตของผู้เรียนได้อย่างถูกต้องตามความจริง เกณฑ์ที่ใช้เทียบก็คือความสำเร็จในอนาคตของผู้เรียน

2. ความเชื่อมั่นได้ หมายถึง แบบทดสอบนั้นสามารถให้ผลการวัดที่ไม่กลับไปกลับมาว่าจะนำไปวัดกี่ครั้งกับผู้เรียนกลุ่มเดิมก็ตาม เช่น เด็กเก่งได้คะแนนมาก เด็กอ่อนได้คะแนนน้อย ถ้าทำการสอบอีกครั้งโดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกับกลุ่มเดิม เด็กเก่งก็ยังเก่งอยู่และเด็กอ่อนก็ยังอ่อนอยู่เหมือนเดิมแสดงว่าแบบทดสอบนั้นมีความเชื่อมั่นสูง การสร้างแบบทดสอบให้มีความเชื่อมั่นก็คือ ข้อคำถามของแบบทดสอบจะต้องถามพฤติกรรมในระดับสูง ไม่ควรถามแต่ความจำและมีจำนวนข้อมากพอที่จะครอบคลุมเนื้อหาในวิชานั้น ๆ

3. มีความยุติธรรม หมายถึง ข้อคำถามในแบบทดสอบนั้นต้องไม่แนะแนวทางให้ผู้เรียนเดาคำตอบได้ถูก ไม่ลำเอียงต่อเด็กกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ การที่ข้อสอบจะให้ความเสมอภาคเช่นนี้ได้ก็ต้องอาศัยการสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตรนั่นเอง

4. ถามลึก หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามวัดพฤติกรรมหลายด้าน ไม่เน้นเฉพาะด้านความจำเพียงด้านเดียว ควรใช้คำถามที่ให้นักเรียนได้ใช้สติปัญญาในการคิดหาคำตอบให้มากกว่าการจำ นั่นคือควรถาม ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

5. มีความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อควรมีคนตอบถูกและผิดอย่างละครึ่งของจำนวนคนที่เข้าสอบ ข้อสอบที่ง่ายคือ จำนวนคนตอบถูกมาก และข้อสอบที่ยากเกินไปคือมีจำนวนคนตอบถูกน้อย ซึ่งจัดได้ว่าไม่มีประโยชน์อะไร เพราะไม่สามารถจำแนกผู้เรียนได้ว่าใครเก่ง - อ่อนกว่ากัน

6. มีอำนาจจำแนก หมายถึง แบบทดสอบนั้นสามารถแยกผู้เรียนออกเป็นประเภทได้ทุกชั้นทุกระดับ ตั้งแต่อ่อนสุดถึงเก่งสุด คือ ถ้าแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่มโดยที่กลุ่มหนึ่งได้คะแนนมาก อีกกลุ่มหนึ่งได้คะแนนน้อย ถ้ากลุ่มที่ได้คะแนนมากตอบถูกมากกว่ากลุ่มที่ได้คะแนนน้อยในแต่ละข้อ แสดงว่าข้อสอบนั้น ๆ มีอำนาจจำแนกดี แต่ถ้าหากกลุ่มที่ได้คะแนนมากตอบได้คะแนนได้ถูกพอ ๆ กับกลุ่มที่ได้คะแนนน้อย ก็แสดงว่าข้อสอบนั้น ๆ ไม่มีอำนาจจำแนก

7. ความเป็นปรนัย ความเป็นปรนัยของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบ 3 ประการ คือ

7.1 มีความชัดเจนในตัวคำถาม

7.2 มีความชัดเจนในตัวคำถามให้คะแนน ทำให้ผู้ตรวจไม่ว่าใครก็ตามตรวจแล้ว

7.3 มีความชัดเจนในการแปลความหมายของคะแนน คือ คะแนนที่บอกสถานภาพคะแนนตรงกัน

8. ต้องยั่ว หมายถึง แบบทดสอบนั้นจะต้องมีลักษณะท้าทายชวนให้นักเรียนคิดค้นหาคำตอบ เช่น การเรียงลำดับคำถามจากข้อง่ายไปหาข้อยาก การใช้รูปภาพประกอบคำถาม หรือเป็นข้อสอบที่มีลักษณะยั่วเป็นเยี่ยงอย่างที่ดีให้กับผู้สอบ โดยไม่ถามสิ่งที่เป็นตัวอย่างที่ไม่เหมาะสมไม่ควรปฏิบัติ

9. จำเพาะเจาะจง หมายถึง มีความชัดเจนในคำถาม ไม่ถามหลายแง่หลายมุม หรือใช้คำคลุมเครือ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนงงได้ คำถามที่จำเพาะเจาะจง คือ ทุกคนที่อ่านแล้วต้องเข้าใจคำถามตรงกัน

10. ประสิทธิภาพ หมายถึง แบบทดสอบนั้นสามารถวัดความรู้ได้มากที่สุดในเวลาที่กำหนดให้สอบ และการตรวจให้คะแนนทำได้รวดเร็วถูกต้อง สะดวกในการคุมสอบและดำเนินการสอบ ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการจัดทำแบบทดสอบน้อย พิมพ์ได้ชัดเจน อ่านง่ายและถูกต้อง เป็นต้น

จากการศึกษาลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี สรุปได้ว่าคุณสมบัติที่ดีของแบบทดสอบนั้นต้องมีคือ ความตรงหรือความเที่ยงตรง ความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่าย ความเป็นปรนัย ถามลึก ความจำเพาะเจาะจง มีลักษณะยั่ว และมีประสิทธิภาพ

5. หลักการสร้างและขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2556: 59-66) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยดำเนินการตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหา และทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ ขั้นตอนแรกสุดจะต้องทำการวิเคราะห์ว่าเนื้อหาหรือหัวข้อที่จะสร้างข้อสอบวัดนั้นมีจุดประสงค์ของการสอนหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ว่าอย่างไรบ้าง ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวินิจฉัยว่ามีโครงสร้างอย่างไร จัดเขียนหัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อยทุกหัวข้อ พิจารณาความเกี่ยวโยง ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาเหล่านั้นจากนั้นก็จัดทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ หรือที่เรียกว่าตารางวิเคราะห์หลักสูตร ตารางนี้มี 2 มิติ คือ ด้านเนื้อหากับด้านสมรรถภาพที่ต้องการวัด และพิจารณาว่าจะออกข้อสอบทั้งหมดกี่ข้อ เขียนจำนวนข้อลงในช่องรวมข้อสุดท้าย จากนั้นพิจารณาว่า หัวข้อเรื่องใดสำคัญมากน้อยเขียนลำดับความสำคัญลงไปแล้วกำหนดจำนวนข้อที่จะวัดในแต่ละช่องขึ้นอยู่กับเรื่องนั้น ต้องการให้เกิดสมรรถภาพด้านใดมากน้อยกว่ากัน

2. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ หลักการเขียนข้อคำถาม ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบสมรรถภาพต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบเพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ

3. เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบ ใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้ในขั้นที่ 1 เป็นกรอบซึ่งทำให้สามารถออกข้อสอบวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อเนื้อหาและทุกสมรรถนะส่วนรูปแบบและเทคนิคในการเขียนข้อสอบยึดตามที่ศึกษาในขั้นที่ 2

4. ตรวจสอบข้อสอบ นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้ในขั้นที่ 3 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่งโดยพิจารณาถึงความถูกต้องตามหลักวิชา พิจารณาว่าแต่ละข้อวัดในเนื้อหาและสมรรถภาพตามตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความเข้าใจง่ายเหมาะสมดีแล้วหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมเข้าหลักเกณฑ์หรือไม่ หลังการพิจารณาทบทวนเอง แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล และด้านเนื้อหาสาระพิจารณาข้อบกพร่อง และเอาข้อวิจารณ์เหล่านั้นมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556: 31) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบไว้ ดังนี้

1. การสร้างคำถาม คำถามที่ดีควรมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1.1 สั้น ชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย

1.2 เขียนเป็นประโยคบอกเล่า ถ้าจำเป็นต้องใช้ประโยคปฏิเสธ ก็ควรเป็นข้อความหรือขีดเส้นใต้ข้อความที่แสดงการปฏิเสธ

1.3 คำถามแต่ละข้อจะต้องเป็นอิสระแก่กัน โดยไม่ให้การตอบคำถามของข้อหนึ่ง ชี้นำหรือขึ้นอยู่กับอีกข้อหนึ่ง

1.4 หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ชี้นำหรือสื่อความไปถึงคำตอบถูกหรือคำตอบผิด

1.5 แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

2. การสร้างตัวเลือก ตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

2.1 ตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกัน มีความใกล้เคียงกัน

2.2 ต้องกระจายคำตอบถูกของแบบทดสอบทั้งฉบับ ให้มีสัดส่วนของแต่ละ

ตัวเลือก

2.3 ใช้คำให้สั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ และหลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์หรือข้อความที่

เข้าใจได้ยาก

2.4 ไม่ควรใช้ตัวเลือก "ถูกทุกข้อ" หรือไม่มีข้อใดถูก (อาจสื่อเป็นความหมายไม่

แน่ใจในคำถามหรือการเลือกตอบด้วยความไม่มั่นใจก็ได้)

มะลิวัลย์ สมศักดิ์ (2559: 1-14) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

1. ระบุจุดมุ่งหมายในการทดสอบให้ชัดเจนว่าต้องการนำผลการวัดไปใช้ประเมินแบบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่ม

2. ระบุวัตถุประสงค์ของการวัดว่าต้องการวัดพฤติกรรมด้านใด คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

3. ระบุเนื้อหาให้ชัดเจนทั้งเนื้อหาที่เป็นประเด็นใหญ่และย่อย

4. ทำตารางวิเคราะห์เนื้อหากับจุดมุ่งหมายในการทดสอบ

5. จัดลำดับความสำคัญของเนื้อหา

6. กำหนดน้ำหนักของเนื้อหาอาจเทียบเป็นร้อยละหรือตารางพัน

7. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามว่าจะใช้แบบใด (ปรนัยหรืออัตนัย)

8. เขียนข้อสอบให้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในตารางวิเคราะห์เนื้อหาที่จัดทำไว้

9. ตรวจสอบคุณภาพข้อสอบที่เขียนขึ้นโดยครูผู้สอนและผู้เชี่ยวชาญในค่านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การกำหนดสัดส่วน การกำหนดน้ำหนักว่าเหมาะสมหรือไม่ ข้อคำถามแต่ละข้อวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่ นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

10. ทดลองใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ค่าอำนาจจำแนก ความยากง่าย นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

11. ทดลองใช้ครั้งที่ 2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่น

12. จัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์

จากการศึกษาหลักการสร้างและขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ต้องเริ่มจากการวิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหา และทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ จากนั้นกำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียน ทำการเขียนข้อสอบ และตรวจทานข้อสอบ

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงไว้ว่า การเชื่อมโยง หมายถึงการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกัน ให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ การเชื่อมโยงภายในวิชาที่เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันที่เกี่ยวข้องกันมาเชื่อมโยงกัน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และการเชื่อมโยงระหว่างวิชา ที่เป็นการรวมเนื้อหาตั้งแต่ 2 สาขาวิชาขึ้นไป ในหัวเรื่องที่สามารทำให้ความรู้สัมพันธ์กัน ทำให้มีความเข้าใจและทักษะในวิชาต่าง ๆ เกิดการเรียนรู้สามารถประยุกต์ใช้กับชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่ใช้การคิดวิเคราะห์ ในการนำเนื้อหาสาระ และความรู้ทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผล กับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เกิดเป็นการเรียนรู้แนวคิดใหม่

อัมพร ม้าคอง (2554) ได้กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะในการหาความเชื่อมโยงระหว่างปัญหาคณิตศาสตร์ที่ศึกษาหรือความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ กับความรู้สถานการณ์ หรือปัญหาอื่นที่พบ ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560: 4) ได้กล่าวไว้ในคู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถใน

การใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

เมราลีสธี ธัญรัตน์ศรีสกุล (2563) ได้กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการนำความรู้ หลักการ และแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาสัมพันธ์กันด้วยเหตุและผล โดยอาจใช้การคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หรือกระบวนการคิดขั้นสูง ผสมผสานกับประสบการณ์เดิม เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาหรือการเรียนรู้แนวคิดที่ซับซ้อนใน สถานการณ์ใหม่

จากการศึกษาความหมายของ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า เป็น ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ นำหลักการ ทฤษฎี แนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ต่อยอดใน การเรียนรู้คณิตศาสตร์ หรือศาสตร์วิชาอื่น ๆ และสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ในชีวิตจริงได้ ซึ่งจะส่งผล ให้การเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ความสำคัญของการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) ได้กล่าวว่า ความสำคัญของการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์ คือทำให้สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เช่น การวัด การชั่ง การตวง การซื้อขาย การคำนวณระยะทาง การวางแผนการใช้เงิน เป็นต้น

อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สะท้อนให้ เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป การเชื่อมโยงมีความสำคัญ และจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) เนื่องจากการ เชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนมองเห็น ความสำคัญ และคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้ กับศาสตร์สาขาอื่นได้ ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียน ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะห้องเรียนอีกต่อไป

वासुกรี แสงป้อม (2558) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่ควร กำหนดไว้ทั้งในหลักสูตรการศึกษาทุก ๆ ชั้น เพราะเป็นทักษะสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถ เชื่อมโยงภายในเนื้อหาและระหว่างเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ไปจนถึงการเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาอื่น จนนักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความหมายและน่าสนใจ มองเห็นถึงความสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและมีความคงทนในการเรียนรู้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

จากการศึกษา ความสำคัญของการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เกี่ยวข้องทั้งในเนื้อหาวิชา และประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้ ถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญช่วยส่งผลให้นักเรียนได้เห็นคุณค่าและประโยชน์ของคณิตศาสตร์

3. ลักษณะของการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2547) กล่าวถึงลักษณะของทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้อย่างน้อยลักษณะดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เช่น การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ต้องเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก คือ รูปสามเหลี่ยมมีขนาดเป็นครึ่งหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เท่ากับความกว้างคูณความยาว จึงได้ว่า สูตรการหา

พื้นที่สามเหลี่ยมคือ $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$

2. การเชื่อมโยงระหว่างเรื่องต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์ เช่น การดำเนินการตรงข้ามของการบวกเป็นการลบ การเชื่อมโยงการคูณกับการบวกซ้ำๆ การคูณและการหารเป็นการดำเนินการตรงกันข้าม ความสัมพันธ์ของร้อยละกับเศษส่วน เป็นต้น

3. การเชื่อมโยงแบบจำลองหลาย ๆ รูปแบบ สู่ความคิดรวบยอด เช่น การให้นักเรียน สร้างหน่วยการวัดด้วยตนเอง ก็จะได้หน่วยที่ไม่เป็นมาตรฐานหลาย ๆ แบบ แต่ทุกหน่วยจะนำไปสู่ความคิดรวบยอดเดียวกันว่าเป็นหน่วยวัดที่ไม่เป็นมาตรฐาน

4. การเชื่อมโยงความคิดรวบยอดไปสู่วิธีคิดคำนวณ เช่น การเรียนรู้เรื่องหน่วยการวัดนักเรียนต้องเกิดความคิดรวบยอดว่า การจะนำจำนวนต่าง ๆ มาบวกลบกันได้ต้องมีหน่วยการวัดเดียวกัน หากจำนวนเหล่านั้นมีหน่วยการวัดต่างกัน จะต้องมีการเปลี่ยนให้หน่วยการวัดเหมือนกันก่อนทำการบวกลบ

5. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยการกำหนดเป็นบทเรียน หรือเนื้อหาที่สนับสนุนการเชื่อมโยง

คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การกำหนดบทเรียนหรือเนื้อหาโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจ ศึกษา เกี่ยวกับเรื่องที่ตนสนใจ ทำให้นักเรียนมีการสร้างสิ่งต่างๆ ด้วยตนเอง ได้แสดงความคิดเห็น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไปพร้อม ๆ กับการเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วย ซึ่งบทเรียน เนื้อหานั้นอาจ เป็นบทเรียนเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์อย่างเดียว หรือเป็นการเรียนรู้ร่วมกันของวิชาต่าง ๆ กับวิชา คณิตศาสตร์ก็ได้

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คือการเชื่อมโยงความรู้หรือ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นการเชื่อมโยงความรู้ของ ศาสตร์อื่น กับเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกัน

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงระหว่าง เหตุการณ์หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำ กับความรู้หรือ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สถาบัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560: 51) ได้กำหนดไว้ในคู่มือ การใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กล่าวถึงลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้และทักษะและ กระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ หลากหลายวิธี และกะทัดรัดขึ้น ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับนักเรียนมากยิ่งขึ้น

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการนำความรู้ ทักษะและ กระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของ ศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนรู้ คณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และนักเรียนมองเห็นความสำคัญของการเรียน คณิตศาสตร์

3. การที่นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมให้นักเรียนเห็น ความสัมพันธ์ ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้ง มีความคงทนในการเรียนรู้ตลอดจน ช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

จากการศึกษาลักษณะของการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มี 3 ลักษณะ คือ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์วิชาอื่น ๆ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

4. แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2545) ได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. มีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่น ๆ เป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองความเห็นความเชื่อมโยงความรู้และทักษะกระบวนการระหว่างเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง
4. มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง
5. มีความเข้าใจในความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลความหมายของคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล

อัมพร ม้าคนอง (2554) ได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ว่า การที่ผู้เรียนจะสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่จะเชื่อมโยงกัน หรือมีทักษะในการเชื่อมโยง รวมไปถึงการสร้างความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับเรื่องที่จะนำไปเชื่อมโยงเป็นอย่างดี ดังนั้นการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงจึงควรสอนเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กันร่วมกัน เช่น การสอนเรื่องจำนวนและการดำเนินการร่วมกับพีชคณิตและเรขาคณิต เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา และสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้มองเห็น และเข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ผู้สอนต้องเข้าใจประเด็นนี้เพื่อที่จะพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงให้กับนักเรียน

वासुกรี ใจจันทร์ (2556) ได้กล่าวถึง วิธีการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ว่าครูผู้สอนต้องคอยกระตุ้นคิดวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองและสามารถอธิบายให้กับเพื่อนในห้องได้ โดยเมื่อนักเรียนพบปัญหาควรกระตุ้นให้นักเรียนนำแนวคิดของเพื่อนมาใช้ในการเชื่อมโยงไปสู่วิธีการของตนเอง ดังนั้น ครูผู้สอนจะต้องเตรียมการสอนมาเป็นอย่างดี คาดการณ์การแก้ปัญหาของนักเรียน

เพื่อที่จะได้กระตุ้นด้วยคำถามให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์และนำไปสู่การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560: 93-94) ได้กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เช่น การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องบูรณาการเนื้อหาเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้ในเรื่องของเซตในการให้คำจำกัดความหรือบทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามของลำดับในรูปของฟังก์ชัน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหา สาร และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เช่น เรื่องการเงิน การคิดดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลังและผลบวกของอนุกรม เพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า การซื้อขาย การคำนวณระยะทาง และเวลาที่ใช้ในการเดินทาง เพื่อให้นักเรียนได้มีการปฏิบัติจริง และมีทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้นี้ ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้นักเรียนได้ไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น ๆ แล้วนำเสนองานต่อผู้สอนและนักเรียนให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า ครูผู้สอนจะต้องมีการศึกษาเนื้อหาที่จะสอนมาเป็นอย่างดี เพราะจะสามารถทราบได้ว่าเนื้อหาที่จะสอนนั้นเชื่อมโยงกับเนื้อหาใดบ้าง และต้องสอนให้นักเรียนได้ใช้ความคิด ใช้คำถาม คอยกระตุ้นให้นักเรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ในการเชื่อมโยงแล้วนักเรียนจะสามารถสร้างองค์ความรู้ได้

5. การประเมินทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

อัมพร มาคทอง (2554) ได้กล่าวถึงการประเมินทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้โดยแบ่งทักษะการเชื่อมโยงความรู้ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น
3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) กล่าวถึงการประเมินทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า สามารถประเมินได้จากความสามารถตามขั้นตอนของทักษะ ดังนี้

1. เชื่อมโยงแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์จริง
2. การเปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระการเรียนรู้
3. หาข้อสรุปจากแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์
4. สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ
5. การเรียนรู้เนื้อหาที่ซับซ้อนโดยเชื่อมโยงความรู้ของเนื้อหาคณิตศาสตร์กับศาสตร์

อื่น

Hendriana H., Slamet U. R., and Sumarmo U. (2014) กล่าวถึงการประเมินทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ โดยแบ่งออกเป็นตัวชี้วัดไว้ 6 ตัวชี้วัด ดังนี้

1. สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ วิธีการ หรือขั้นตอนที่แตกต่างกัน
2. สามารถอธิบายถึงเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ได้ที่มีความสัมพันธ์กันได้
3. สามารถเรียนรู้วิชาอื่น ๆ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้
4. สามารถอธิบายความคล้ายคลึงของขั้นตอนวิธีการต่าง ๆ ได้
5. สามารถเชื่อมโยงวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ จากวิธีการแก้ปัญหาเดิม ที่มีความสัมพันธ์หรือใกล้เคียงกันได้
6. สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาของคณิตศาสตร์หลาย ๆ เนื้อหา และสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาของคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ได้

จากการศึกษาการประเมินทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้น จะมีทั้งการวัดการเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับชีวิตจริง และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ดังนั้นในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย เพื่อที่จะได้ทราบแนวคิดและวิธีทำ แสดงถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษา ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจะทำการเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์ โดยเชื่อมโยงเรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรกับเรื่องต่าง ๆ เช่น สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คู่อันดับและกราฟ เป็นต้น และการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เป็นการแก้โจทย์ปัญหาของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่ใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

อัญชนา สายสร้อย (2550: 82) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือการปฏิบัติกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งด้วยความรู้สึกชอบ อิ่มเอิบใจ มีความสุขในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมและต้องการดำเนินกิจกรรมนั้นสู่สำเร็จ

สมหมาย ศุภพิณี (2551: 54) กล่าวว่า ความพอใจเป็นความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความรู้สึกพึงพอใจเกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับสิ่งที่ตนต้องการ และทำให้บุคคลมีพฤติกรรมต่อสิ่งเรานั้นในเชิงบวกหรือเป็นไปตามเป้าหมายที่ตนต้องการ หรือไม่มีความรู้สึกขัดแย้งกับสิ่งเหล่านั้นและถ้าระดับความรู้สึกมีความเครียดมากจะทำให้เกิดความไม่พึงพอใจในการทำงานความพึงพอใจเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและสถานการณ์แวดล้อม

จิตติญา วัชรินทรางกูร (2553: 42) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้ชอบส่วนตัวของบุคคลต่อการปฏิบัติกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งที่ปฏิบัติด้วยความเต็มใจซึ่งกิจกรรมนั้นสามารถตอบสนองความต้องการแก่บุคคลนั้นได้ และสามารถกระตุ้นให้บุคคลมีความต้องการพบกับความสำเร็จมากขึ้นเรื่อย ๆ

จากการศึกษาความหมายของความพึงพอใจ สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ คือความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อทำงานหรือปฏิบัติกิจกรรม แล้วทำให้การปฏิบัติกิจกรรมนั้นเป็นไปด้วยความชอบ และความเต็มใจ ทำให้สามารถกระตุ้นบุคคลให้เกิดความสำเร็จในการปฏิบัติกิจกรรมได้มากขึ้น

2. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

Maslow (1970: 69-80 อ้างถึงใน แก้วตา คณะวรรณ, 2545: 50) ได้เสนอทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการ (Hierarchy of needs) นับว่าเป็นทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง ซึ่งตั้งอยู่บนฐานที่ว่า “มนุษย์เรามีความต้องการอยู่เสมอไม่มีที่สิ้นสุด เมื่อความต้องการได้รับการตอบสนองหรือพึงพอใจอย่างหนึ่งแล้ว ความต้องการสิ่งอื่น 1 ก็ก็จะเกิดขึ้นมาอีก ความต้องการของคนเราอาจซ้ำซ้อนกัน ความต้องการอย่างหนึ่งอาจยังไม่ทันหมดไปความต้องการอีกอย่างหนึ่งอาจเกิดขึ้นได้” ความต้องการของมนุษย์มีลำดับขั้นดังนี้

1. ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Needs เป็นความต้องการพื้นฐาน ของมนุษย์ เน้นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต ได้แก่ อาหาร อากาศ ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ความต้องการพักผ่อน ความต้องการทางเพศ

2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) ความมั่นคงในชีวิต ที่ทั้งความเป็นอยู่ ในปัจจุบันและอนาคต ความเจริญก้าวหน้า อบอุ่นใจ

3. ความต้องการทางสังคม (Social Needs) เป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญต่อการเกิดพฤติกรรม ให้สังคมยอมรับตนเองเข้าเป็นสมาชิก ต้องการความเป็นมิตร ความรักจากเพื่อนร่วมงาน

4. ความต้องการมีฐานะ (Esteem Needs) มีความอยากเด่นในสังคม มีชื่อเสียง อยากให้บุคคลยกย่องสรรเสริญตนเอง อยากมีความเป็นอิสระเสรีภาพ

5. ความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต (Self-actualization Needs) เป็นความต้องการในระดับสูง อยากให้ตนเองประสบผลสำเร็จทุกอย่างในชีวิต ซึ่งเป็นไปได้ยาก

ประสาธ อิศรปริดา (2546: 49) ได้เสนอแนวคิดในเรื่องการจูงใจให้เกิดความพึงพอใจ ต่อ การทำงานที่จะให้ผลเชิงปฏิบัติ มีลักษณะดังนี้

1. งานควรมีความสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัวงานนั้นจะมีความหมายสำหรับผู้ทำ

2. งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้โดยใช้ระบบการทำงานและการควบคุม ที่มีประสิทธิภาพ

3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจภายในเป้าหมายของงานจะต้องมีลักษณะ ดังนี้

3.1 คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย

3.2 ผู้ปฏิบัติได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานโดยตรง

3.3 งานนั้นทำให้สำเร็จได้ เมื่อนำแนวคิดนี้มาประยุกต์ใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนมีส่วนในการ เลือกเรียนตามความสนใจ และมีโอกาสร่วมตั้งจุดประสงค์หรือ

ความมุ่งหมายในการทำกิจกรรมได้ เลือกวิธีแสวงหาความรู้ด้วยวิธีที่ผู้เรียนถนัดและสามารถค้นหา คำตอบ

เผชิญ กิจระการ (2548: 7) ได้กล่าวถึงแนวความคิดของ Hatfieldman ที่ได้ทำการพัฒนาแนวคิดของนักวิจัยต่าง ๆ มาเป็นเครื่องมือในการวัดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน พบว่า องค์ประกอบ ที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจ ซึ่งเป็นที่นิยมแพร่หลายในปัจจุบัน ประกอบไปด้วย องค์ประกอบ 5 ประการ ดังนี้

ตัวแปรที่ 1 องค์ประกอบเกี่ยวกับงานที่ทำในปัจจุบัน แบ่งเป็น

1.1 ความตื่นตัว/น่าเบื่อ

1.2 ความสนุกสนาน/ความไม่สนุกสนาน

1.3 ความโล่ง/ความสโล่ว

1.4 ความท้าทาย/ความไม่ท้าทาย

ตัวแปรที่ 2 องค์ประกอบทางด้านค่าจ้าง ประกอบด้วย

2.1 ถือว่าเป็นรางวัล/ไม่เป็นรางวัล

2.2 มาก/น้อย

2.3 ยุติธรรม/ไม่ยุติธรรม

2.4 เป็นทางบวก/เป็นทางลบ

ตัวแปรที่ 3 องค์ประกอบทางด้านการเลื่อนตำแหน่ง

3.1 ยุติธรรม/ไม่ยุติธรรม

3.2 เชื่อถือได้/เชื่อถือไม่ได้

3.3 เป็นเชิงบวก/เป็นเชิงลบ

3.4 เป็นเหตุผล/ไม่เป็นเหตุผล

ตัวแปรที่ 4 องค์ประกอบทางด้านผู้นิเทศ ผู้บังคับบัญชา

4.1 อยู่ใกล้/อยู่ไกล

4.2 ยุติธรรมแบบจริงจัง/ยุติธรรมแบบไม่จริงจัง

4.3 เป็นมิตร/ค่อนข้างไม่เป็นมิตร

4.4 เหมาะสมทางคุณสมบัติ/ไม่เหมาะสมทางคุณสมบัติ

ตัวแปรที่ 5 องค์ประกอบทางด้านเพื่อนร่วมงาน

5.1 เป็นระเบียบเรียบร้อย/ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย

5.2 จงรักภักดีต่อสถานที่ทำงาน/ไม่จงรักภักดีต่อสถานที่ทำงาน

5.3 สนุกสนานรื่นเริง/ดูไม่มีชีวิตชีวา

5.4 คุ้นาสใจเอาจริงเอาจัง/ดูเหนียวหนาย

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ สรุปได้ว่า ความพึงพอใจนั้นจะเกิดปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความต้องการทางด้านร่างกาย ความต้องการความปลอดภัย ความต้องการทางสังคม ความต้องการมีฐานะ และความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต เป็นต้น และการสร้างความพึงพอใจจะต้องมีการปฏิบัติกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัว มีการวางแผนต้องการสร้างสิ่งจูงใจ และต้องทำการวัดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน ซึ่งในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ความพึงพอใจเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รับมอบหมายหรือต้องการปฏิบัติ

ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ครูผู้สอนซึ่งในสภาพปัจจุบันเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือให้คำแนะนำ
ปรึกษา จึงต้องคำนึงถึงความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน การทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจใน
การเรียนรู้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ภูษิต สุวรรณราช (2559) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ
4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการจัดการ
เรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบ
สมการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาค่าดัชนี
ประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
เทคนิค STAD 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ของนักเรียน
ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
เทคนิค STAD 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ของนักเรียน
ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD และ 5) ศึกษา
ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้
แบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 50 คน ภาค
เรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนบ้านท่าโป่ง อำเภอนองบัวระเหว ได้มาโดยการสุ่มแบบ
กลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบ
4MAT จำนวน 14 แผน แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD จำนวน 14 แผน 2)
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 3) แบบวัดความพึง
พอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน จำนวน 15 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ
ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test (Dependent) และ t-test (Independent) ผลการวิจัย 1.
ประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD
มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.19/87.95 และ 87.62/82.63 ตามลำดับ 2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของ
แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีค่าเท่ากับ 0,8004 และ 0.7106 ตามลำดับซึ่งหมายความว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.04 และ 71.06 ตามลำดับ 3. นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4. นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ดาวเรือง บุตรทรัพย์ (2559) ได้ศึกษาการใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4MAT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดสอบสมมติฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่องการทดสอบสมมติฐาน ระหว่างการใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดการเรียนรู้ รูปแบบ 4 MAT กับการจัดการเรียนรู้แบบเดิม 2) ความพึงพอใจเรื่องการใช้สื่อการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา และเกิดการเรียนรู้ ระหว่างการใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT กับการจัดการเรียนรู้แบบเดิม และ 3) ความพึงพอใจเรื่องการสร้างบรรยากาศให้นักเรียนมีความสุข สนุกกับการเรียนระหว่างการใช้ โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT กับการจัดการเรียนรู้แบบเดิม ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ปทุมธานี ปีการศึกษา 2558 และ 2559 ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายจำนวน 107 คน และ 105 คน ตามลำดับ (นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องการทดสอบสมมติฐาน รูปแบบการบรรยาย และอธิบาย (การจัดการเรียนรู้แบบเดิม) และการใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT แบบทดสอบหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ และการทดสอบทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t – test) ผลการศึกษาพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่องการทดสอบสมมติฐาน โดยการใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ความพึงพอใจเรื่องการใช้สื่อการเรียนการสอน ช่วยให้นักเรียน

เข้าใจเนื้อหาและเกิดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Geogebraประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบ 4 MAT สูงกว่า การจัดการเรียนรู้แบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) ความพึงพอใจเรื่องการสร้างบรรยากาศให้นักเรียนมีความสุข สนุกกับการเรียนโดยใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พิริยา สร้อยแก้ว (2560) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อศึกษา 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ระหว่างหลังเรียนและก่อนเรียน 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการเรียนรู้แบบ 4 MAT 3) ความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปกติและการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบสองกลุ่มวัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Pretest-Posttest Control Group Design) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนเทศบาล 4 (วัดนพวงศาราม) เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT จำนวน 8 แผน แผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติจำนวน 8 แผน แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .82 ดำเนินการทดลองจำนวน 18 ชั่วโมง และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสถิติทดสอบที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent samples t-test) และสถิติทดสอบที่แบบกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระจากกัน (Independent samples t-test) ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ไม่มีความแตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

นนท์ชัย ขุนวิเศษ (2564) ได้ศึกษาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง อสมการ ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้ (1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างนักเรียนที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 34 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนวัดบางพระ อำเภอนครชัยศรีจังหวัดนครปฐม และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 32 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนวัดศรีมหาโพธิ์อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบทีและการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ ผลการวิจัยพบว่า (1) ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ประมุข จันทวิ (2564) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยนี้มีมุ่งศึกษา 1) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร และ 2) ศึกษาพัฒนาการด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่องการบวก ลบ คูณ หาร ระคน โดยมีผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 9 คน และใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบสำรวจทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล และด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ มีขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ 2) การเรียนรู้จากประสบการณ์ 3) การนำความรู้ไปใช้ 4) การร่วมมือ และ 5) การถ่ายโอนความรู้ไปยังบริบทอื่น ซึ่งมีประเด็นที่ควรเน้น คือ ผู้สอนต้องเลือกใช้ปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคยและมีความเกี่ยวข้องกับบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน มีข้อคำถามกระตุ้นการคิดและมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังพบว่านักเรียนมีพัฒนาการของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยสามารถเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นได้ดีเรียงตามลำดับ

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Tatar, Enver; Dikici, Ramazan (2009) ได้ศึกษาผลของวิธีการสอนแบบ 4MAT (รูปแบบการเรียนรู้และสมองซีก) ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือการพิจารณาประสิทธิภาพของวิธีการสอนแบบ 4MAT ซึ่งคำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้และสมองซีกหนึ่งในการสอนการดำเนินการแบบไบนารีและคุณสมบัติของการดำเนินการแบบไบนารีในคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างของการศึกษานี้ประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 58 คน ในห้องเรียนแยกกัน 2 ห้องในโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง โดยเลือกห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ใช้การสอนแบบ 4MAT และอีกห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่ใช้การสอนแบบดั้งเดิม และดำเนินการเลือกแบบสุ่ม ข้อมูลได้มาโดยหลักจากสามมาตราส่วน ได้แก่ "การทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์" "มาตราส่วนทัศนคติทางคณิตศาสตร์" และ "การทดสอบความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการแบบไบนารีและคุณสมบัติของการดำเนินการแบบไบนารี" พบว่าวิธีการสอนแบบ 4MAT มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการสอนแบบเดิมในวิชาการดำเนินการแบบไบนารีในคณิตศาสตร์

Hilmi DEMIRKAYA (2017) ได้ศึกษาผลกระทบของระบบการสอน 4MAT ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภูมิศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือเพื่อพิจารณาผลกระทบของระบบการสอน 4MAT ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภูมิศาสตร์ของนักเรียน ใน การศึกษานี้ ได้ใช้การออกแบบการทดลองกึ่งทดลองโดยมีกลุ่มควบคุมก่อนและหลังการทดลอง ในวิธีการทดลองกึ่งทดลองที่ใช้ในการวิจัยนี้ ตัวแปรอิสระจะถูกตรวจสอบในกลุ่มทดลอง กลุ่มศึกษาของนักวิจัยประกอบด้วยนักเรียน 168 คนจาก 4 ชั้นเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา 2 แห่งในอังการาในภาคเรียนฤดูใบไม้ร่วง ปีการศึกษา 2002-2003 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะถูกกำหนดโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้ชั้นเรียนหนึ่งของโรงเรียนมัธยมศึกษาทั้งสองแห่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกชั้นเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม การวิจัยเสร็จสิ้นภายใน

8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการปรับให้เท่าเทียมกันในแง่ของเพศและคะแนนก่อนการทดสอบ โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติแบบสองปัจจัยสำหรับการวัดซ้ำในปัจจัยเดียวที่การเปลี่ยนแปลงของผู้เข้าร่วมการทดลองที่สังเกตได้หลังการทดลองแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญตามผลการทดลองในคะแนนความสำเร็จของหน่วยบรรยากาศและภูมิอากาศของนักเรียนที่ได้รับการวิเคราะห์สองแบบที่แตกต่างกันในการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยได้ข้อสรุปว่าระบบการสอนแบบ 4MAT ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญและประสบความสำเร็จมากกว่าการสอนแบบเดิม

Feyza Aliustaoğlu, Abdulkadir Tuna (2018) ได้ศึกษาอิทธิพลของโมเดล 4MAT ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคงไว้ซึ่งการเรียนรู้การศึกษานี้ศึกษาอิทธิพลของโมเดล 4MAT ในการสอน "เรขาคณิตแห่งการเปลี่ยนแปลง" ซึ่งเป็นวิชาที่รวมอยู่ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 7 ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคงไว้ซึ่งการเรียนรู้ของนักเรียน โมเดล 4MAT ซึ่งเป็นแนวทางการศึกษาร่วมสมัยแบบหนึ่ง มีพื้นฐานมาจากการรับรู้และประมวลผลความรู้ โมเดล 4MAT ได้รับการออกแบบโดยพิจารณารูปแบบการเรียนรู้ทั้งสี่แบบในลักษณะที่ผู้เรียนทุกคนสามารถค้นหากรอบเวลาที่เหมาะสมกับตนเองได้ โมเดล 4MAT ปกป้องการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยอิงตามรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนและทำให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้สมองทั้งสองซีกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (McCarthy, 1990) การศึกษานี้ใช้การออกแบบแบบกึ่งทดลองก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม การศึกษานี้ใช้เวลา 3 สัปดาห์ ระยะเวลาการสอนนี้พิจารณาจากเวลาที่แนะนำในหนังสือเรียนและเวลาที่จัดสรรไว้สำหรับกิจกรรมในการศึกษาวิจัยอื่นๆ เกี่ยวกับโมเดล 4MAT ในช่วงเวลานี้ นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการสอนตามแผนการสอนและกิจกรรมที่อิงตามโมเดล 4MAT นักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามหนังสือเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ของกระทรวงศึกษาธิการแห่งชาติในช่วงเวลาเดียวกัน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยประกอบด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 61 คนที่อาศัยอยู่ในจังหวัดทางตอนเหนือของประเทศตุรกี แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตการแปลงที่นักวิจัยพัฒนาขึ้นนั้นใช้เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลแบบทดสอบนี้ใช้ในการศึกษานี้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนในช่วงเริ่มต้นของกระบวนการสอน เป็นแบบทดสอบหลังเรียนในตอนท้ายของกระบวนการสอน และเป็นแบบทดสอบการคงอยู่หนึ่งเดือนหลังจากกระบวนการสอน การศึกษานี้สรุปได้ว่ามีข้อแตกต่างที่สำคัญระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมในแง่ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการ

คงอยู่ของการเรียนรู้ในวิชาเรขาคณิตการแปลง พบว่าแบบจำลอง 4MAT มีประสิทธิภาพมากกว่าในการสอนเรขาคณิตการแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามตำราเรียน

Hussain, Zahraa salim; Hussein, Wissam Salah Abdul; Ali, Amer Hussein (2019) ได้ศึกษา ผลกระทบของโปรแกรมการศึกษาตามแบบจำลอง 4MAT ในการเรียนรู้ทักษะการโจมตีใน Epee เชิ่งตัวเลขสำหรับนักเรียนฟันดาบ จากการสังเกตหลักสูตรการศึกษาส่วนใหญ่ในเกมฟันดาบและจากการศึกษาการศึกษาครั้งก่อน พบว่าขาดการใช้แบบจำลองการศึกษาเพื่อจัดการกับสมองทั้งสองซีก นอกจากนี้ จากการติดตามและสังเกตนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ส่วนใหญ่ที่คณะพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การกีฬา/มหาวิทยาลัยคาร์บาลา ในปีการศึกษา 2561/2562 การศึกษาปัจจุบันมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาวิธีแก้ปัญหาทางการศึกษาโดยใช้โปรแกรมการศึกษาที่ออกแบบตามแบบจำลองการศึกษา (รูปแบบ) ซึ่งมุ่งเป้าไปที่การเพิ่มความสามารถในการคิด การทำสมาธิ การเคลื่อนไหวของผู้เล่นและผู้แข่งขัน นอกเหนือจากการเรียนรู้ทักษะการโจมตีเชิงตัวเลข วิธีการ: นักวิจัยใช้แนวทางการทดลองในการออกแบบกลุ่มหนึ่งโดยมีการทดสอบก่อนและหลัง กลุ่มตัวอย่างการศึกษาเป็นตัวแทนโดยนักศึกษหญิง (10) คน ซึ่งหมายความว่านักวิจัยใช้วิธีการสำรวจที่ครอบคลุมของสมาชิกทุกคนในสังคม ผลลัพธ์: นักวิจัยระบุความแตกต่างระหว่างผลการทดสอบก่อนและหลังของกลุ่มศึกษาว่าเป็นผลเชิงบวกของโปรแกรมการศึกษาที่นำไปใช้และทำงานกับผู้เรียนทุกคน สรุป: โปรแกรมการศึกษาที่จัดทำขึ้นมีผลกระทบที่ชัดเจนและมีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ทักษะการโจมตีเชิงตัวเลขในการฟันดาบ นอกจากนี้ นักเรียนยังได้รับความสามารถในการค้นหาวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับสถานการณ์ทางการศึกษา เนื่องจากแบบจำลองได้พัฒนาทักษะการเชื่อมโยง การบูรณาการ การคิด และการรับรู้ ซึ่งช่วยให้พวกเขาเก็บข้อมูลได้มากขึ้น

N Gardenia, T Herman, D Juandi, T Dahlan and T Kandaga (2020) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องแนวคิดระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร (SPLDV) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตลอดจนข้อผิดพลาดที่นักเรียนมักทำในการแก้คำตอบของปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการพรรณนาเชิงคุณภาพ กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 8 จำนวน 3 คน จากโรงเรียน SMP Negeri Dendang ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง 1 คน นักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง 1 คน และนักเรียนที่มีความสามารถต่ำ 1 คน เพื่อหาว่าทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์วัดได้ไกลแค่ไหน โดยพิจารณาจากตัวบ่งชี้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1) ความสามารถในการแสดงนิพจน์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการระบุสถานการณ์ รูปภาพ แผนภาพ หรือวัตถุจริงเป็นภาษา สัญลักษณ์ ความคิด หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 2) ความสามารถในการระบุสถานการณ์หรือความคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบของรูปภาพ แผนภาพ หรือกราฟ 3) ความสามารถในการเขียนคำตอบเป็นภาษาของตนเอง ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถสูงมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ค่อนข้างดีในแต่ละตัวบ่งชี้ นักเรียนที่มีความสามารถปานกลางมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดีตามตัวบ่งชี้ที่ 1 นักเรียนที่ 3 ที่มีความสามารถต่ำมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ต่ำในแต่ละตัวบ่งชี้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT จะช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนากระบวนการคิด เกิดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และได้ใช้สื่อ GeoGebra จะช่วยให้เข้าใจในบทเรียนมากขึ้น เข้าใจกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจะสามารถช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะต่าง ๆ ตามความสำคัญของคณิตศาสตร์



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. แบบแผนการทดลอง
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและตัวอย่าง

1. ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ศึกษาในโรงเรียน เขื่อนช้างวิทยาคาร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 4 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 125 คน โดยแต่ละห้องเรียนมีการจัดชั้นเรียนแบบความสามารถของผู้เรียน
2. กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งได้ตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 26 คน ที่จะได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจำนวนทั้งหมด 13 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวม 13 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

4. แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคอร์ท จำนวน 10 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจำนวนทั้งหมด 13 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวม 13 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีของการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT และสื่อ GeoGebra จากเอกสาร บทความ และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน

1.3 ศึกษาคู่มือครู หนังสือเรียนและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงที่จะสอน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค23102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอนออกเป็น 3 หัวข้อ ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เนื้อหา ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง

เนื้อหา	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1. แนะนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	ค 1.3 ม.3/3 ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1. บอกความหมายของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 2. เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับเรื่องคู่อันดับและกราฟได้	1

ตาราง 1 (ต่อ)

เนื้อหา	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
2. การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	ค 1.3 ม.3/3 ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	3. บอกคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 4. เชื่อมโยงความรู้ในการวาดกราฟเส้นตรงของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรกับเรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 5. เชื่อมโยงความรู้การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยวิธีการแทนค่าตัวแปรกับเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ 6. เชื่อมโยงความรู้การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกับเรื่องพหุนามได้	9
3. การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	ค 1.3 ม.3/3 ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	7. ระบุสิ่งที่โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรกำหนดให้ได้ 8. เชื่อมโยงความรู้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้	3
โดยรวม		8	13

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 13 แผน แผนละ 1 คาบ จำนวน 13 แผน ซึ่งประกอบไปด้วยหัวข้อสำคัญ ดังนี้ สารการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ประสบการณ์ ขั้นที่ 3 การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ขั้นที่ 4 การพัฒนาความคิดรวบยอด ขั้นที่ 5 คือ การลงมือปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ ขั้นที่ 6 การสร้างสรรค์ผลงาน ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงาน และการประยุกต์ใช้ และขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ และความเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร พร้อมทั้งแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ความถูกต้องของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของ ลีเคอร์ท (บุญชม ศรีสะอาด. 2556: 102-103)

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง มีความและเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ย ดังนี้

- 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
- 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
- 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
- 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย

1.7.1 ผศ.ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ อาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและการวัดประเมินผล

1.7.2 อาจารย์ ดร.สาวิตรี ราญมีชัย อาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและการวัดประเมินผล

1.7.3 นางสาววงเดือน แสงผล ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนคำเขื่อนแก้วชนูปถัมภ์ วุฒิการศึกษา กศ.ม. การวัดผลการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล

1.7.4 นายวุฒิชัย ภูดี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอุเทนพัฒนา วุฒิมัธยมศึกษา วท.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ และสื่อ GeoGebra

1.7.5 นายแสงจันทร์ ศรีเสน ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน วุฒิมัธยมศึกษา ค.ม. หลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา คณิตศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้ สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 13 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร มาปรับปรุงแก้ไข ในส่วนที่บกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 25 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน ซึ่ง ไม่ใช่ตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรม เนื้อหา เวลา และสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 13 แผน ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริง กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน ตำบลเขิน อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 26 คน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนการสร้าง และหาคุณภาพ ดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบจากตำรา หนังสือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน

2.3 ศึกษาคู่มือครู หนังสือเรียนและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2251 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสร้างแบบทดสอบ

2.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค23102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบปรนัย เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้างขึ้น	ต้องการจริง
1. แนะนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	1. บอกความหมายของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	4	2
1. แนะนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	2. เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับเรื่องคู่อันดับและกราฟได้	5	3
2. การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	3. บอกคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	10	7
	4. เชื่อมโยงความรู้ในการวาดกราฟเส้นตรงของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรกับเรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	5	3
	5. เชื่อมโยงความรู้การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยวิธีการแทนค่าตัวแปรกับเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้	5	3
	6. เชื่อมโยงความรู้การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวกับเรื่องพหุนามได้	5	3
3. การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	7. ระบุสิ่งที่โจทย์ปัญหาระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรกำหนดให้ได้	4	2
	8. เชื่อมโยงความรู้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้	10	7
โดยรวม		48	30

2.5 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร มัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก สร้างขึ้นจำนวน 48 ข้อ ต้องการจำนวน 30 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และครอบคลุมด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้จริง

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้จริง

คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้จริง

2.8 นำผลการประเมินแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยใช้สูตร IOC คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 ผลปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 48 ข้อ โดยมีค่า IOC มากกว่า 0.50 แล้วจัดพิมพ์แบบทดสอบเพื่อนำไปทดลองใช้

2.9 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 25 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่าง

2.10 นำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจเพื่อนำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (B) ตามวิธีการเบรนนัน (Brennan) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีความยาก ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 1.00 ผลปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 45 ข้อ ผู้วิจัยจึงคัดเลือกไว้ จำนวน 30 ข้อ

2.11 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ตามวิธีของการของโลเวท (Lovett) โดยใช้สูตร r_{cc} ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.94

2.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน ตำบลเขิน อำเภอน้ำเกลี้ยง จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 26 คน

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบรูปแบบอัตนัยจากตำรา หนังสือการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

3.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน

3.3 ศึกษาคู่มือครู หนังสือเรียนและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสร้างแบบทดสอบ

3.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค23102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังตารางที่ 3

ตาราง 3 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบอัตนัย เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้างขึ้น	ต้องการจริง
1. แนะนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	1. เชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับเรื่องคู่อันดับและกราฟได้	2	1
2. การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	2. เชื่อมโยงความรู้ในการวาดกราฟเส้นตรงของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรกับเรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	2	1
	3. เชื่อมโยงความรู้การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยวิธีการแทนค่าตัวแปรกับเรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเดียวได้	2	1
	4. เชื่อมโยงความรู้การแก้สมการเชิงเส้นสองตัวแปรเดียวกับเรื่องพหุนามได้	2	1

ตาราง 3 (ต่อ)

เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
		สร้างขึ้น	ต้องการจริง
3. การแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	5. เชื่อมโยงความรู้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้	2	1
โดยรวม		10	5

3.5 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นข้อสอบอัตนัย สร้างขึ้นจำนวน 10 ข้อ ต้องการจำนวน 5 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้จริง

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้จริง

คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้จริง

3.8 นำผลการประเมินแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยใช้สูตร IOC คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 10 ข้อ โดยทุกข้อมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 แล้วจัดพิมพ์แบบทดสอบเพื่อนำไปทดลองใช้

3.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 25 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่าง

3.10 นำกระดาษคำตอบที่ได้มาตรวจเพื่อจะนำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) ตามวิธีการของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney and Sabers) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีความยาก ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 – 1.00 ผลปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 10 ข้อ ผู้วิจัยจึงคัดเลือกไว้ จำนวน 5 ข้อ

3.11 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ ตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.84

3.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 ข้อ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน อำเภอน้ำแก่งใหญ่ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 26 คน

4. แบบวัดความพึงพอใจต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra ลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคอร์ท จำนวน 10 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

4.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบวัดความพึงพอใจจากเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้อง

4.2 สร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra จำนวน 15 ข้อ เป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีการของลิเคอร์ท (บุญชม ศรีสะอาด. 2556: 102-103)

5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

4.3 นำแบบวัดความพึงพอใจต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.4 นำแบบวัดความพึงพอใจต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามตรงตามนิยามศัพท์เฉพาะ

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามตรงตามนิยามศัพท์เฉพาะ

คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ตรงตามนิยามศัพท์เฉพาะ

4.5 นำผลการประเมินแต่ละข้อมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) โดยใช้สูตร IOC คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ผลปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 15 ข้อ โดยมีค่า IOC มากกว่า 0.50 แล้วจัดพิมพ์แบบวัดความพึงพอใจเพื่อนำไปทดลองใช้

4.6 นำแบบวัดความพึงพอใจต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 25 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่าง

4.7 นำแบบวัดความพึงพอใจที่ได้มาตรวจสอบเพื่อนำคะแนนมาวิเคราะห์ข้อคำถามรายข้อ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item Total Correlation : r_{xy}) หาค่าเกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถามโดยเปิดตารางค่าวิกฤตของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน โดยพิจารณา $df = n - 2 = 26 - 2 = 24$ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ได้ค่าเกณฑ์ เท่ากับ 0.396 คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.396 - 1.00 ได้ข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 12 ข้อ ผู้วิจัยจึงคัดเลือกไว้ จำนวน 10 ข้อ

4.8 นำข้อคำถามที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจทั้งฉบับ ตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจทั้งฉบับ เท่ากับ 0.75

4.9 จัดพิมพ์แบบวัดความพึงพอใจต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra จำนวน 10 ข้อ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน ตำบลเขิน อำเภอน้ำเกลี้ยง จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 26 คน

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียววัดครั้งเดียว (The One-Group Posttest Design) โดยรูปแบบการวิจัยมีลักษณะดังตารางที่ 4

ตาราง 4 แบบแผนการทดลองแบบศึกษากลุ่มเดียววัดครั้งเดียว

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนการทดลอง (O ₁)	การทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง (O ₂)
E	-	X	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

- E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
 X แทน การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra
 O₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest)
 O₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Posttest)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 26 คน ที่จะได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra และผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วเสลา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ซึ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 จำนวน 26 คน ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

2. ผู้วิจัยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 13 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวม 13 ชั่วโมง

3. เมื่อดำเนินการสอนสิ้นสุดตามที่วางไว้อย่างครบสมบูรณ์ ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ จากนั้นตรวจและให้คะแนน

4. ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra จำนวน 10 ข้อ เป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของตามวิธีการของ ลีเคอร์ท

5. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับนักเรียนตัวอย่างไปวิเคราะห์ข้อมูลค่าสถิติในการวิจัย เพื่อสรุปผลการทดลองตามความมุ่งหมายของการวิจัยต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75 โดยหาค่า E_1/E_2

2. วิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 วิเคราะห์โดยใช้สถิติ Hotelling T^2

3. วิเคราะห์ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมายตามเกณฑ์แล้วนำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมายตามเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 102-103)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุนภาพเครื่องมือวิจัย

1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร (สมบูรณ์ สุริยวงศ์ และคณะ. 2559: 157)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรมชีวิต ของแบบวัดความพึงพอใจ โดยใช้สูตร (สมบัติ ท้ายเรือคำ. 2551: 101)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรมชีวิต
 $\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

1.3 ค่าความยากตามวิธีของเบรนแนน (Brennan) ใช้สูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2549)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

1.4 ค่าอำนาจจำแนก ตามวิธีของเบรนนาน (Brennan) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือผู้สอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือผู้สอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	n_1	แทน	จำนวนผู้รอบรู้หรือผู้สอบผ่านเกณฑ์
	n_2	แทน	จำนวนผู้ไม่รอบรู้หรือผู้สอบไม่ผ่านเกณฑ์

1.5 ค่าความยาก ตามวิธีการของวิทนีและซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ใช้สูตรดังนี้ (สาคร แสงผึ้ง, 2546)

$$p = \frac{(S_H + S_L) - (N_T)(X_{\min})}{(N_T)(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็มของข้อสอบนั้น ๆ)
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนต่ำสุดของข้อสอบนั้น ๆ)
	N_T	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

พหุ ประถมศึกษา

1.6 ค่าอำนาจจำแนก ตามวิธีการของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ใช้สูตรดังนี้ (สาคร แสงผิง. 2546)

$$D = \frac{S_H - S_L}{(N_T)(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็มของข้อสอบนั้น ๆ)
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนต่ำสุดของข้อสอบนั้น ๆ)
	N_T	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

1.7 ค่าความเชื่อมั่น ตามวิธีการของโลเวท (Lovett) ใช้สูตรดังนี้ (วาโร เฟิงส์วัสดี, 2551)

$$r_{cc} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n x_i - \sum_{i=1}^n x_i^2}{(k-1) \sum_{i=1}^n (x_i - c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	x_i	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	c	แทน	คะแนนจุดตัด
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่ม

1.8 ค่าความเชื่อมั่น ตามวิธีการของครอนบาค (Cronbach) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ในที่นี้คือค่าความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	$\sum_{i=1}^k S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

1.9 ค่าอำนาจจำแนก โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Corrected Item Total Correlation : r_{xy}) ใช้สูตรดังนี้ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551)

$$r_{xy} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2] [n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}}$$

เมื่อ r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม
n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
$\sum_{i=1}^n x_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนรายข้อของทุกคน
$\sum_{i=1}^n y_i$	แทน	ผลรวมคะแนนรวมทุกข้อ
$\sum_{i=1}^n x_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนรายข้อแต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum_{i=1}^n y_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทุกข้อแต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมทุกข้อของทุกคน

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545: 104)

$$P = \frac{A}{B} \times 100$$

เมื่อ P	แทน	ร้อยละ
A	แทน	คะแนนที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
B	แทน	คะแนนเต็ม

2.2 ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง (\bar{X}) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2556: 123-124)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

เมื่อ \bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง
$\sum_{i=1}^n X_i$	แทน	ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
n	แทน	จำนวนข้อมูล

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง (S.D.) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545: 106)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง
 X แทน คะแนนแต่ละตัว
 Σ แทน ผลรวม
 n แทน จำนวนนักเรียนตัวอย่าง

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้

3.1 หาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ ตามเกณฑ์ E_1/E_2 โดยใช้สูตร (เผชญ์ กิจระการ.

2544: 49 - 51)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 ΣX แทน ผลรวมของคะแนนระหว่างเรียนตามแผนการจัดการ

เรียนรู้

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกทักษะหรือแบบทดสอบย่อย
 n แทน จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}}{B} \times 100$$

พหุ ประถมศึกษา ชีวะ

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	ΣY	แทน	ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	n	แทน	จำนวนนักเรียน

4. สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย

4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra กับเกณฑ์ที่กำหนดโดยใช้สถิติ Hotelling T^2 ดังนี้ (Stevens. 2002: 176-177)

$$T^2 = n(\bar{x} - \mu)'S^{-1}(\bar{x} - \mu)$$

เมื่อ	T^2	แทน	ค่าสถิติทดสอบ Hotelling T^2
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยที่เป็นค่าคาดหวังของประชากร
	S	แทน	เมทริกซ์การแปรผันร่วมของกลุ่มตัวอย่าง

พูน ปณ ทิโต ชีเว

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้ถูกต้อง ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
df	แทน	ระดับขั้นเสรี
p	แทน	p - value
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน (F - test)

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

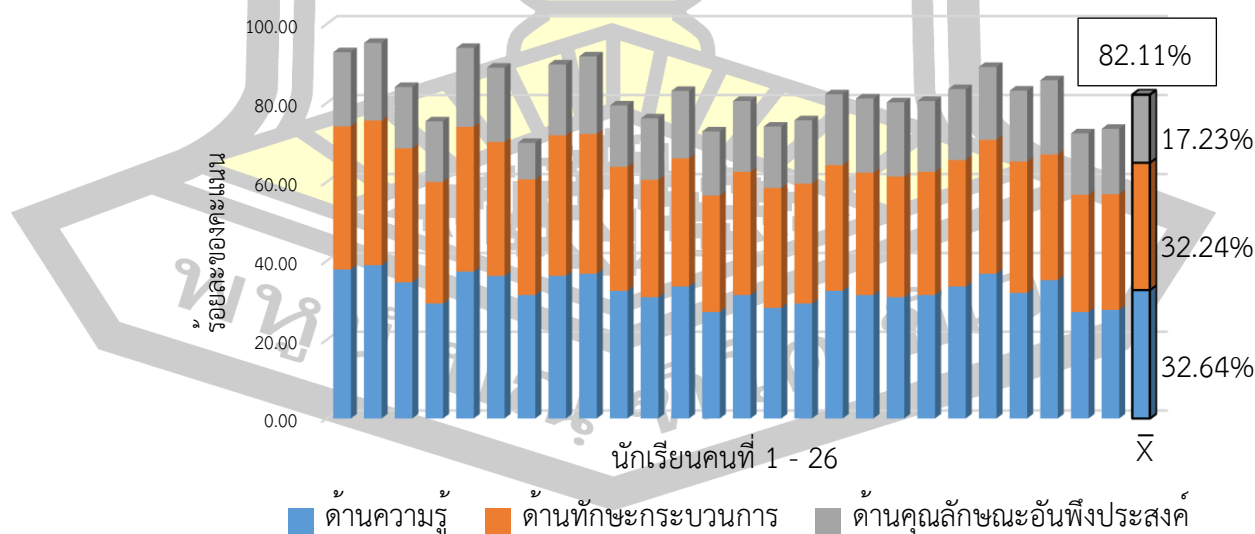
ตอนที่ 2 วิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 วิเคราะห์โดยใช้การสถิติ Hotelling T^2

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ผลการศึกษาคำพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

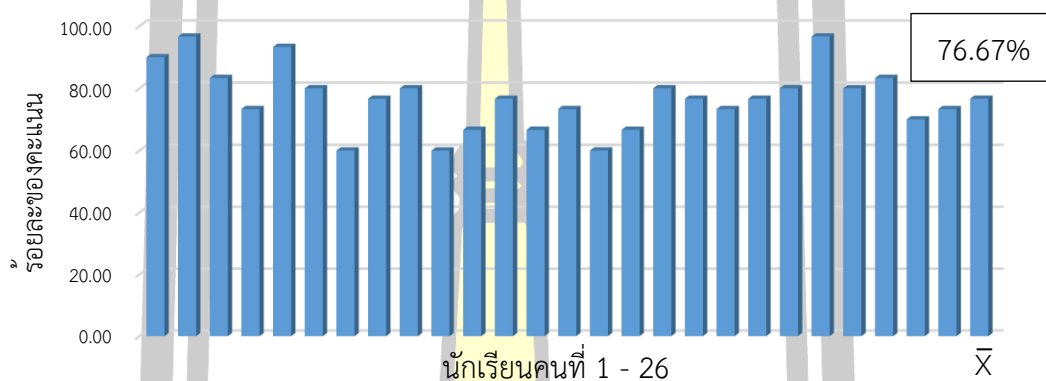
ตอนที่ 1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ผู้วิจัยวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra ตามเกณฑ์ 75/75 โดยคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้ (E_1) จากคะแนนที่ได้จากแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra ทั้งหมด 13 แผน โดยแบ่งคะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (K) คิดเป็นร้อยละ 40 ด้านทักษะกระบวนการ (P) คิดเป็นร้อยละ 40 และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) คิดเป็นร้อยละ 20 และคำนวณหาประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) จากคะแนนสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ภาพ 1 แผนภูมิแสดงร้อยละของคะแนนรวมจากแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 1 พบว่าจากแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 13 แผน ได้แบ่งคะแนนเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ (K) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 32.64 จากร้อยละ 40 ของคะแนนรวม ด้านทักษะกระบวนการ (P) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 32.24 จากร้อยละ 40 ของคะแนนรวม และ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 17.23 จากร้อยละ 20 ของคะแนนรวม และนำคะแนนทั้งสามด้านมารวมกัน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเท่ากับร้อยละ 82.11 ของคะแนนรวมทั้งหมด



ภาพ 2 แผนภูมิแสดงคะแนนร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียน

จากภาพที่ 2 พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.00 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 76.67

ตาราง 5 คะแนนจากแผนการจัดการเรียนรู้ และคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนที่ได้ใช้การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra

คนที่	คะแนนจากแผนการจัดการเรียนรู้ 13 แผน			รวม	คะแนนสอบหลังเรียน (30)
	K (74)	P (191)	A (117)		
1	70	173	110	353	27
2	72	175	115	362	29
3	64	162	91	317	25
4	54	147	90	291	22
5	69	175	117	361	28

ตาราง 5 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากแผนการจัดการเรียนรู้ 13 แผน			รวม	คะแนนสอบหลังเรียน (30)
	K (74)	P (191)	A (117)		
6	67	162	110	339	24
7	58	140	54	252	18
8	67	170	105	342	23
9	68	169	115	352	24
10	60	150	91	301	18
11	57	142	91	290	20
12	62	155	100	317	23
13	50	141	95	286	20
14	58	149	105	312	22
15	52	145	91	288	18
16	54	145	94	293	20
17	60	152	105	317	24
18	58	148	110	316	23
19	57	146	110	313	22
20	58	149	105	312	23
21	62	153	105	320	24
22	68	162	108	338	29
23	59	159	105	323	24
24	65	152	110	327	25
25	50	142	91	283	21
26	51	140	97	288	22
รวม	1570	4003	2620	8193	598
S.D.	6.48	11.27	12.85	27.14	3.07
เฉลี่ย	60.38	153.96	100.77	315.12	23.00
ร้อยละ	32.64	32.24	17.23	82.11	76.67

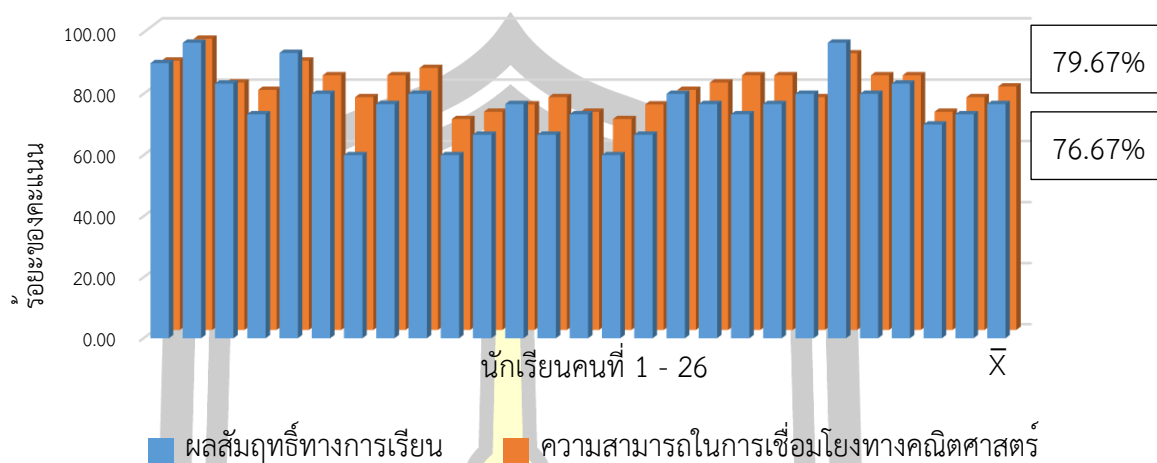
จากตารางที่ 5 พบว่า คะแนนจากแผนการจัดการเรียนรู้ มี 3 ส่วน คือ ด้านความรู้ (K) มีคะแนนเฉลี่ย 60.38 คะแนน จากคะแนนเต็ม 74 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 32.64 จากร้อยละ 40 ของคะแนนเต็มรวม ด้านทักษะกระบวนการ (P) มีคะแนนเฉลี่ย 153.96 คะแนน จากคะแนนเต็ม 191 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 32.24 จากร้อยละ 40 ของคะแนนเต็มรวม และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) มีคะแนนเฉลี่ย 100.77 คะแนน จากคะแนนเต็ม 117 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 17.23 จากร้อยละ 20 ของคะแนนเต็มรวม และนำคะแนนทั้งสามด้านมารวมกันจะได้คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเท่ากับร้อยละ 82.11 ของคะแนนรวมทั้งหมด และคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.00 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.67 ของคะแนนเต็ม

ตาราง 6 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra

คะแนน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละของ คะแนน
คะแนนระหว่างเรียน (E_1)	382			82.11
<ul style="list-style-type: none"> ● ด้านความรู้ (40%) ● ด้านทักษะกระบวนการ (40%) ● ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (20%) 	74 191 117	60.38 153.96 17.23	6.48 11.27 12.85	32.64 32.24 17.23
คะแนนสอบหลังเรียน (E_2)	30	23.00	3.07	76.67
ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.11/76.67				

จากตารางที่ 6 พบว่า ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เท่ากับ 82.11/76.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 วิเคราะห์โดยใช้การสถิติ Hotelling T^2



ภาพ 3 แผนภูมิแสดงร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยง

จากภาพที่ 3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เท่ากับ 23.00 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.67 ขณะเดียวกัน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในเรื่องเดียวกัน เท่ากับ 33.46 คะแนน จากคะแนนเต็ม 42 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.67

ตาราง 7 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	1	0.865*
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	0.865*	1

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 7 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงนำตัวแปรตามไปเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ Hotelling T^2

ตาราง 8 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติ Hotelling T²

ตัวแปร	n	\bar{X}	S.D.	Hotelling's Trace	F	df1	df2	p
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	26	23	3.07	1.242	14.907*	2	24	0.00006
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	26	33.46	2.87					

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 8 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยต้องการทราบว่าตัวแปรที่ศึกษาตัวใดระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบ Univariate ดังตารางที่ 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ตัวแปร	n	เกณฑ์	\bar{X}	S.D.	t	df1	p
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	26	22.5	23.00	3.07	0.8298	25	0.2073
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	26	31.5	33.46	2.87	3.4804*	25	0.0001*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 9 เมื่อพิจารณาผลการทดสอบรายตัวแปร พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 เช่นกัน แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ผลการศึกษาคำพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการทำแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลปรากฏดังตารางที่ 10 โดยใช้ค่าเฉลี่ยมาแปลความหมายตามเกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556: 102-103)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อ	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับของความพึงพอใจ
1	ฉันรู้สึกว่าการนำเสนอเนื้อหา มีลำดับขั้นตอนที่ดี ทำความเข้าใจในบทเรียนได้ง่าย	4.65	0.76	มากที่สุด
2	ฉันรู้สึกว่าการใช้สื่อ GeoGebra ทำให้การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก	4.77	0.72	มากที่สุด
3	ฉันรู้สึกมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน	4.54	0.96	มากที่สุด

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับของความพึงพอใจ
4	ฉันรู้สึกว่าการเรียนการสอนช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย	4.88	0.20	มากที่สุด
5	ฉันรู้สึกว่าการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก	4.69	0.80	มากที่สุด
6	ฉันรู้สึกว่าครูมีการยกตัวอย่างในอย่างชัดเจน เพิ่มความเข้าใจให้กับนักเรียน	4.62	0.71	มากที่สุด
7	ฉันรู้สึกยินดีและเต็มใจที่จะอธิบายความรู้เมื่อเพื่อนมาถาม	4.73	0.61	มากที่สุด
8	ฉันรู้สึกว่าครูมีการเตรียมการสอนอย่างมีขั้นตอนเข้าใจได้ง่าย	4.77	0.66	มากที่สุด
9	ฉันรู้สึกว่าการใช้สื่อ GeoGebra ช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหาคณิตศาสตร์	4.73	0.54	มากที่สุด
10	ฉันรู้สึกว่าการใช้สื่อ GeoGebra ทำให้เข้าใจกราฟและรูปทรงเรขาคณิตได้ดีขึ้น	4.81	0.50	มากที่สุด
ภาพรวม		4.72	0.67	มากที่สุด

จากตารางที่ 10 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.72$, S.D. = 0.67) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดได้แก่ ข้อ 4 ฉันรู้สึกว่าการเรียนการสอนช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 4.88

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอขอสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลและประเด็นการอภิปรายผล ตามลำดับของการวิจัย ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานการวิจัย
3. สรุปผล
4. อภิปรายผล
5. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 75
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

สรุปผล

1. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เท่ากับ 82.11/76.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.72$, S.D. = 0.67)

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยอภิปรายผลได้ดังนี้

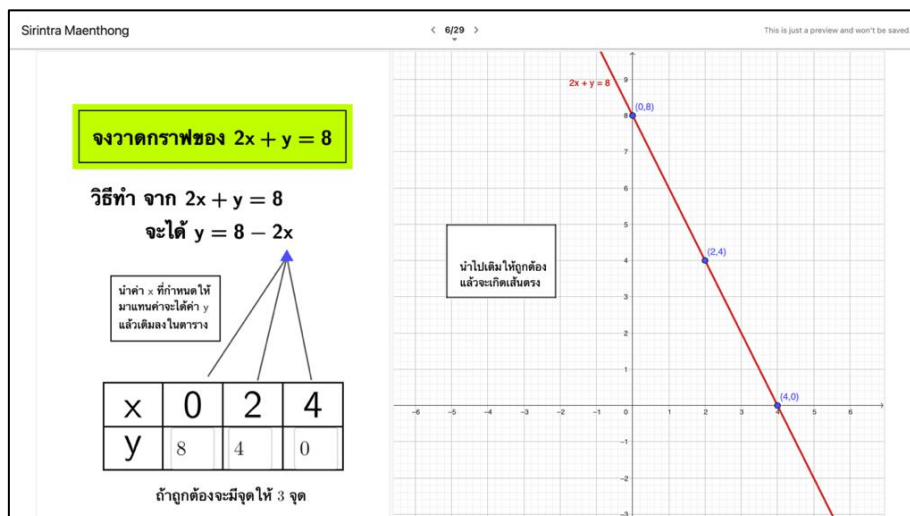
1. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เท่ากับ 82.11/76.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 หมายความว่า เมื่อพิจารณาคะแนนจากระบวนการเรียนรู้ซึ่งครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) ซึ่งมีสัดส่วนเท่ากับ 40 : 40 : 20 พบว่า นักเรียนมีคะแนนรวมคิดเป็น ร้อยละ 82.11 ของคะแนนรวมทั้งหมดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนคิดเป็น ร้อยละ 76.67 ของคะแนนเต็ม ทั้งนี้ เนื่องจากผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งคำนึงถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ผลลัพธ์ที่คาดหวังและความหลากหลายของผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกัน และมีการประเมินผลอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ได้ผ่านกระบวนการตรวจสอบและปรับปรุงอย่างละเอียดถี่ถ้วนจากผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา ซึ่งทุกแผนมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด และการใช้สื่อ GeoGebra ใน

การจัดการเรียนรู้ถือเป็นการบูรณาการเทคโนโลยีที่ทันสมัย ซึ่งมีส่วนช่วยในการสร้างภาพทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น และก่อนที่จะนำเครื่องมือไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ดำเนินการทดลองใช้เครื่องมือ เพื่อประเมินความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้สามารถวิเคราะห์และพิจารณาประเด็นที่ควรปรับปรุงเพิ่มเติมหรือลดทอนในแต่ละขั้นตอนได้อย่างรอบคอบ อันจะนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับกลุ่มตัวอย่าง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra นักเรียนจะเข้าใจเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้งและรอบด้าน ไม่ใช่แค่จำ แต่เข้าใจหลักการและนำไปใช้ได้จริง ผ่านการสร้างประสบการณ์ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดและพิจารณาสถานการณ์หรือตัวอย่างที่น่าสนใจ มีการวิเคราะห์ประสบการณ์โดยใช้สื่อ GeoGebra เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ เกิดการมีส่วนร่วมในกิจกรรม จากนั้นพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์ของตนเอง เกิดการพัฒนาความคิดรวบยอด ได้ฝึกทักษะด้วยตนเองผ่านการทำใบงาน ได้สร้างสรรค์ผลงาน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเชื่อมโยงต่อยอดความคิดได้ จะช่วยเพิ่มความมั่นใจในการเรียนรู้ และกล้าแสดงออก จากการวิเคราะห์ผลงานและการประยุกต์ใช้ ได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ สถานการณ์ต่าง ๆ สะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra มีศักยภาพในการส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปสู่การประยุกต์ใช้ในบริบทของชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2554) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้ จากการค้นพบสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองผู้เรียนสามารถนำความรู้ และประสบการณ์ไปใช้ได้จริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ขวัญชนก สุนทรสุข และ วิบูลศักดิ์ วัฒนา (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยวิธีการ 4MAT เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการ 4 MAT เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ได้ E1/E2 เท่ากับ 84.23/76.99 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มที่เรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ คือ 70/70 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภูษิต สุวรรณราช (2559) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้แบบ

ร่วมมือเทคนิค STAD พบว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.19/87.95 และ 87.62/82.63 ตามลำดับ สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรียัน เขตบรรจง และ ณัฐชยา บุญประสงค์ (2565) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4 MAT พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชัน โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

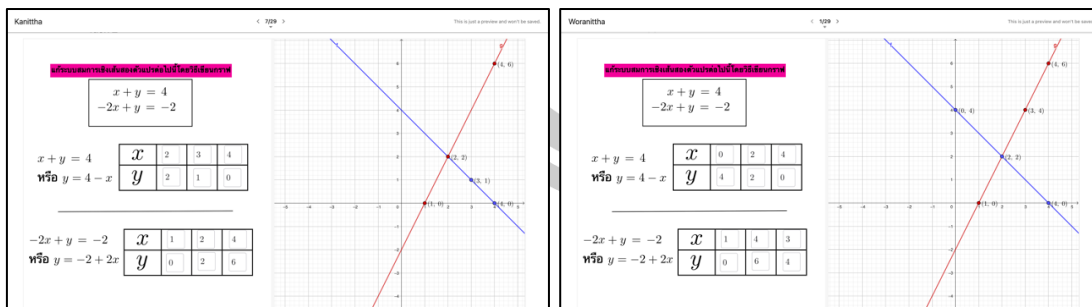
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้วิธีการสอนแบบ 4MAT ร่วมกับสื่อ GeoGebra ซึ่งเป็นแนวทางที่ส่งเสริมการพัฒนาทั้งความรู้เชิงเนื้อหาและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจเชิงลึกในเนื้อหา เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้อย่างเป็นระบบ ทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้และต่อยอดความรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เมื่อพิจารณาผลการทดสอบรายตัวแปร พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra มีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งและยั่งยืน ซึ่งสามารถสังเกตและวิเคราะห์การเขียนอธิบายของผู้เรียนที่เป็นการเชื่อมโยงความรู้ ดังต่อไปนี้

การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยงแนวคิด เนื้อหา หรือทักษะต่าง ๆ ภายในรายวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบให้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมที่เชื่อมโยงกัน ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมผ่านสื่อ GeoGebra ทั้งการทบทวนเนื้อหา แล้วนำมาเชื่อมโยงเป็นความรู้ใหม่ จากนั้นนำไปประยุกต์ใช้ในการฝึกปฏิบัติผ่านใบงาน ใบกิจกรรม พร้อมทั้งได้นำเสนอแนวคิด วิธีการ และอภิปรายผล ดังตัวอย่างกิจกรรมต่อไปนี้



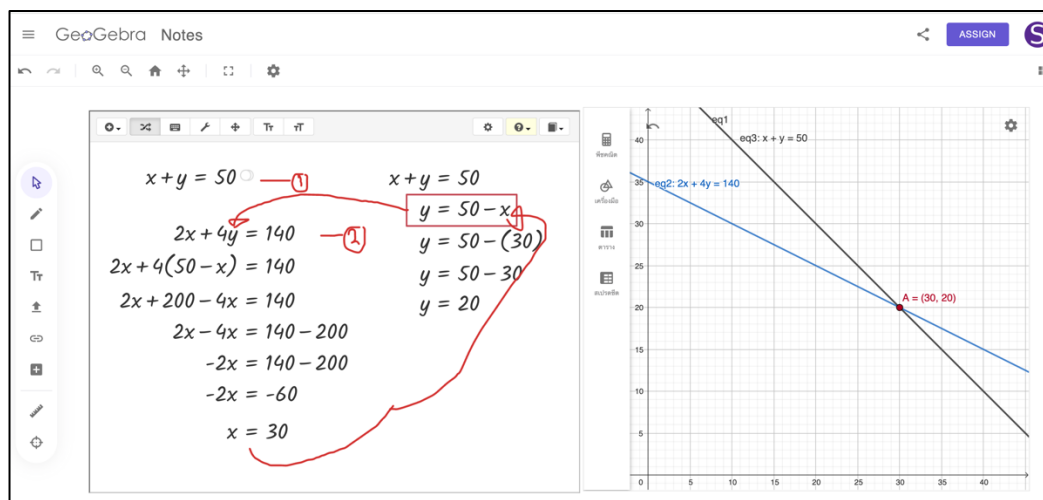
ภาพ 4 กิจกรรมการเขียนกราฟเส้นตรงผ่านสื่อ GeoGebra

จากภาพที่ 4 เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนกราฟเส้นตรง โดยใช้สื่อ GeoGebra เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ กิจกรรมดังกล่าวเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนและฝึกทักษะการเขียนกราฟจากสมการเชิงเส้นในรูปแบบพื้นฐาน โดยครูผู้สอนได้กำหนดค่าของตัวแปร x มาให้จำนวน 3 ค่า จากนั้นให้นักเรียนคำนวณหาค่าของตัวแปร y ที่สอดคล้องกัน เมื่อผู้เรียนคำนวณค่าต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง จะปรากฏจุดจำนวน 3 จุดบนระบบพิกัดฉาก จากนั้นนำไปกำหนดตำแหน่งในแผนภูมิกราฟผ่านโปรแกรม GeoGebra เมื่อถูกต้องระบบจะแสดงเส้นตรงที่เชื่อมต่อดูจุดทั้งสาม ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าของตัวแปรกับตำแหน่งของจุดบนกราฟ ได้อย่างชัดเจน กิจกรรมนี้ยังเชื่อมโยงกับแผนการจัดการเรียนรู้ในบทเรียนก่อนหน้า (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1) ซึ่งได้ให้นักเรียนฝึกตรวจสอบพิกัดของจุดต่าง ๆ ว่างล่วงหน้าแล้ว จึงช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นถึงความเชื่อมโยงของแนวคิดภายในวิชาคณิตศาสตร์ ว่าองค์ความรู้แต่ละส่วนไม่ได้แยกขาดออกจากกัน แต่สามารถนำมาเสริมสร้างความเข้าใจในประเด็นใหม่ ๆ ได้อย่างเป็นระบบ จากการสังเกต พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง โดยได้ผลลัพธ์เดียวกัน เนื่องจากใช้ค่าของ x ที่กำหนดไว้เหมือนกันทุกคน ทั้งนี้เป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนรู้ขั้นต่อไป ซึ่งนักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติการวาดกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น โดยใช้ความรู้และทักษะจากกิจกรรมนี้เป็นพื้นฐานในการต่อยอดความเข้าใจ



ภาพ 5 กิจกรรมการเขียนกราฟของระบบสมการผ่านสื่อ GeoGebra

จากภาพที่ 5 เป็นกระบวนการเรียนรู้สร้างความเข้าใจผ่านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในการเขียนกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรผ่านสื่อ GeoGebra ในขั้นตอนการเรียนรู้ ครูผู้สอนได้อธิบายแนวทางการกำหนดค่าของตัวแปร x ว่าสามารถเลือกเป็นค่าใดก็ได้ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้วิจารณญาณในการเลือกค่า x ด้วยตนเอง จากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้ลงมือหาค่า y ที่สอดคล้องกับค่าของ x และนำมาวาดกราฟ ผลที่ได้คือ แม้นักเรียนจะเลือกค่าของ x ที่แตกต่างกัน แต่กลับได้กราฟที่มีรูปร่างเหมือนกัน และมีจุดตัดของกราฟที่แสดงถึงคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรตรงกัน กระบวนการนี้สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทั้งในแง่ของการเชื่อมโยงแนวคิดเรื่องกราฟกับสมการ การเข้าใจว่าจุดที่อยู่บนเส้นตรงล้วนเป็นคำตอบของสมการนั้น ๆ และการเชื่อมโยงระหว่างวิธีการหาคำตอบเชิงพีชคณิตกับการแทนค่าบนกราฟเชิงเรขาคณิต อีกทั้งยังมีการนำความรู้เดิมจากกิจกรรมก่อนหน้า มาปรับใช้ในการเลือกค่าที่เหมาะสม ซึ่งแสดงถึงการเชื่อมโยงองค์ความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ ดังนั้น กิจกรรมนี้ไม่เพียงแต่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากหลายมิติ ให้เป็นองค์รวมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในบริบทต่าง ๆ ของการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ และอีกหนึ่งตัวอย่างที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ดังภาพต่อไปนี้



ภาพ 6 การแก้ระบบสมการโดยวิธีแทนค่าตัวแปร ผ่านสื่อ GeoGebra Notes โดยใช้ Graspable Math

จากภาพที่ ๕ เป็นการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โดยวิธีแทนค่าตัวแปร ซึ่งใช้สื่อ GeoGebra Notes โดยใช้ Graspable จะช่วยแก้ระบบสมการอย่างเป็นขั้นตอน เมื่อแทนค่าตัวแปรแล้วสามารถเชื่อมโยงความรู้ในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาใช้ในการหาค่าของตัวแปรในระบบสมการ นอกจากนี้ ยังสามารถใช้เครื่องมือในการสร้างกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และตรวจสอบคำตอบจากจุดตัดของเส้นตรงทั้งสอง การที่ผู้เรียนได้เปรียบเทียบผลลัพธ์จากการแก้สมการเชิงพีชคณิตด้วยวิธีแทนค่า กับผลลัพธ์ที่ได้จากการเขียนกราฟเชิงเรขาคณิต ทำให้สามารถมองเห็นความเชื่อมโยงของแนวคิดต่าง ๆ ภายในวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ว่าทั้งสองวิธีต่างนำไปสู่คำตอบเดียวกัน ซึ่งช่วยเสริมสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของรูปแบบการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่หลากหลายกล่าวได้ว่า กิจกรรมนี้ไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการแก้ระบบสมการเท่านั้น แต่ยัง ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ระหว่างกระบวนการทางพีชคณิตและเรขาคณิต ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียน ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างโจทย์ปัญหาด้วยตนเอง โดยเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเข้ากับบริบทหรือสถานการณ์ใกล้ตัว ดังภาพที่ 7

โจทย์ปัญหา คือ พ่อต๋มกับแม่ และไก่ จำนวน 20 ตัว ซึ่งพ่อต๋ม
 หนักขาล้วนรวมทุกตัวได้ 88 ขา จากนั้นพ่อต๋มไม่ใจที่มัน
 แล้วออกไปเล่นที่โรงเรียน เพื่อนถามว่าไม่ต๋มคือไก่กี่ตัว
 แม่ไก่ มาอย่างละกี่ตัว

ภาพ 7 กิจกรรมการสร้างโจทย์ปัญหาจากกราฟของระบบสมการที่กำหนดให้

จากภาพที่ 7 เป็นกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การสร้างโจทย์ปัญหา โดยผู้เรียนได้รับกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และได้รับมอบหมายให้นำกราฟดังกล่าวไปสร้างโจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างโจทย์ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล และมีความสอดคล้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ ตัวอย่างที่น่าสนใจจากกิจกรรมนี้ คือ ผู้เรียนรายหนึ่งได้นำแนวคิดจากตัวอย่างที่ครูผู้สอนได้นำเสนอในชั้นเรียนเกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์สองชนิด ได้แก่ นกและแมว โดยใช้จำนวนขาเป็นเงื่อนไขในการตั้งโจทย์มาประยุกต์ใช้ โดยเลือกใช้ระบบสมการที่ประกอบด้วย $x + y = 20$ และ $10x + 2y = 88$ ซึ่งสื่อถึงสถานการณ์ที่มีสัตว์สองชนิด ได้แก่ สัตว์ที่มี 10 ขา และสัตว์ที่มี 2 ขา เป็นโจทย์ปัญหา ที่น่าสนใจคือ ผู้เรียนได้เลือกใช้ ปู เป็นสัตว์ที่มีขา 10 ขา ซึ่งแสดงให้เห็นถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีววิทยา โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าปูมีจำนวนขา 10 ขาจริง และเมื่อผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลเพิ่มเติม พบว่า ปูจัดอยู่ในกลุ่มสัตว์ครัสเตเชียน (Crustacean) ซึ่งมีจำนวนขา 10 ขา ตามหลักชีววิทยา สอดคล้องกับสิ่งที่นักเรียนได้นำมาใช้ในการสร้างโจทย์ สะท้อนให้เห็นว่าความสามารถในการ เชื่อมโยงองค์ความรู้ข้ามศาสตร์ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ และในอีกกรณีหนึ่งผู้เรียนสามารถสะท้อนความเข้าใจผ่านการเชื่อมโยงความรู้กับบริบทชีวิตจริงได้อย่างชัดเจนดังภาพที่ 8

โจทย์ปัญหา คือ คนแม่ซื้อไก่แม่และลูกอสม รวมกันได้ 14 ชิ้น
 ถ้าคนแม่ซื้อไก่แม่ 3 ตัว และลูกอสม 7 ตัว รวมราคา 50 บาท
 อยากทราบว่าไก่แม่แต่ละชนิด มีราคา กี่บาท

ภาพ 8 กิจกรรมการสร้างโจทย์ปัญหาจากกราฟของระบบสมการที่กำหนดให้

จากภาพที่ 8 ผู้เรียนได้เลือกใช้ระบบสมการ $x + y = 14$ และ $3x + 7y = 50$ เพื่อตั้งเป็นสถานการณ์โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการซื้อสินค้า 2 ชนิด โดยใช้จำนวนชิ้นของสินค้าเป็นปัจจัยกำหนดสมการแรก และใช้ราคาเป็นปัจจัยกำหนดสมการที่สอง ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในบริบทของชีวิตประจำวัน แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้จริง ผ่านการตั้งโจทย์ที่มีความหมายและเป็นไปได้ในชีวิตจริง การเลือกใช้ระบบสมการที่มีบริบทเป็นสถานการณ์การซื้อของนี้ ยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ว่า ไม่ใช่เพียงทักษะเชิงวิชาการ แต่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง นอกจากนี้ ผู้เรียนยังได้ฝึกฝนการหาคำตอบของระบบสมการจากโจทย์ปัญหาที่ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้เป็นการเชื่อมโยงความรู้เชิงนามธรรมกับประสบการณ์จริง โดยผ่านกระบวนการคิด วิเคราะห์ และสังเคราะห์อย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับ NCTM (2000) ที่ระบุว่า การเชื่อมโยง เป็นหนึ่งในกระบวนการหลักของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนควรสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน รวมถึงเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทอื่น โดยเฉพาะบริบทในชีวิตประจำวัน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560: 93-94) ได้กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อขาย เพื่อให้นักเรียนได้มีการปฏิบัติจริง และมีทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ ผู้สอนอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้นักเรียนได้ไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น ๆ แล้วนำเสนองานต่อผู้สอนและนักเรียนให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดาวเรือง บุตรทรัพย์ (2559) ได้ศึกษาการใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4MAT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดสอบสมมติฐาน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การทดสอบสมมติฐาน โดยการใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ นนทชัย ขุนวิเศษ (2564) ได้ศึกษาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริม

ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ มนตรี ลาภตระการ, ทรงชัย อักษรคิด และชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ (2565) ได้ศึกษาศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบออนไลน์ตามแนวคิดของวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต หลังจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบออนไลน์ ตามแนวคิดของวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT อยู่ในระดับดีเยี่ยมและดีมาก โดยคิดเป็นร้อยละ 30.77 เท่ากัน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่า แม้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนจะสูงกว่าร้อยละ 75 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนสอบหลังเรียนเท่ากับ 23.00 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.67 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าโดยรวมแล้วผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาหลังการเรียนรู้เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลดังกล่าว ยังไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาในเชิงรายละเอียด พบว่า นักเรียนที่สามารถทำคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 มีจำนวน 15 คน จากทั้งหมด 26 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 57.69 และนักเรียนจำนวน 11 คน ไม่สามารถทำคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ภาพรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้สะท้อนให้เห็นถึงความแปรปรวนภายในกลุ่มผู้เรียนที่มีผลต่อการทดสอบความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ภาพรวมของกระบวนการเรียนรู้ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทั้งในด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงกับบริบทในชีวิตประจำวัน ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดจากเนื้อหาที่หลากหลายได้อย่างเป็นระบบ และมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้น แม้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะยังไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ก็สะท้อนถึงแนวโน้มในเชิงบวกต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์จริง

3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.72$, $S.D. = 0.67$) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ในลักษณะดังกล่าวมีความเหมาะสม และสามารถตอบสนองต่อความต้องการและลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อระดับความพึงพอใจที่สูงดังกล่าว ได้แก่ การใช้กระบวนการเรียนรู้ตามแนวทาง 4 MAT ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างรอบด้าน และการบูรณาการสื่อ

GeoGebra ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยในการสร้างภาพทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของแนวคิดต่าง ๆ ได้อย่างเป็นรูปธรรม ส่งผลให้สามารถเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น เข้าใจบทเรียนเร็วขึ้น และเกิดความสนใจในเนื้อหาที่เรียน นอกจากนี้ ครูผู้สอนได้มีการเตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนชัดเจน เข้าใจง่าย และเอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรม และเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยรวม จึงอาจกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ 4MAT ร่วมกับสื่อ GeoGebra มีศักยภาพในการส่งเสริมทั้งความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และความพึงพอใจของผู้เรียน อันเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและยั่งยืน สอดคล้องกับ Keeves (1972: 53) ได้กล่าวว่า ทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนจะสูงขึ้น ถ้าผู้เรียนทราบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตนสูงขึ้น และทัศนคติที่มีต่อวิชาที่เรียนจะเกิดจากผลการสอนของผู้สอนจะมากขึ้น สอดคล้องกับ สมหมาย ศุภพิณี (2551: 54) ได้กล่าวว่า ความพอใจเป็นความรู้สึกของบุคคล จะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับสิ่งที่ตนต้องการ และทำให้บุคคลมีพฤติกรรมต่อสิ่งเรานั้นในเชิงบวกหรือเป็นไปตามเป้าหมายที่ตนต้องการ หรือไม่มีความรู้สึกขัดแย้งกับสิ่งเหล่านั้น สอดคล้องกับ จิตติญา วัชรินทรางกูร (2553: 42) ได้กล่าวว่า ความรู้ชอบส่วนตัวของบุคคลต่อการปฏิบัติกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งที่ปฏิบัติด้วยความเต็มใจซึ่งกิจกรรมนั้นสามารถตอบสนองความต้องการแก่บุคคลนั้นได้ และสามารถกระตุ้นให้บุคคลมีความต้องการพบกับความสำเร็จมากขึ้นเรื่อย ๆ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ดาวเรือง บุตรทรัพย์ (2559) ได้ศึกษาการใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4MAT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดสอบสมมติฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ พบว่า ความพึงพอใจเรื่องการใช้สื่อการเรียนการสอน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและเกิดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT สูงกว่า การจัดการเรียนรู้แบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สิริยาภรณ์ ผุดสุวรรณ, ปวีณา ชันธิลา และ ประภาพร หนองหารพิทักษ์ (2567) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับ GeoGebra พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.31$, $S.D. = 0.74$) และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ทักษิภา สุดแป้น, พิศรเบศวณ์ เวชวิริยะสกุล และ ชัชวีร์ แก้วมณี (2567) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักร 4 MAT ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ควรส่งเสริมการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT ควบคู่กับเทคโนโลยี เช่น GeoGebra ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้รอบด้าน และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้

1.2 ควรกำกับ ติดตาม ดูแลการทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิด เนื่องจากมีการใช้สื่อเทคโนโลยีผ่านโทรศัพท์มือถือ ผู้เรียนอาจจะไม่ให้ความร่วมมือเท่าที่ควรได้

1.2 ควรเน้นการพัฒนาผู้เรียนรายบุคคล โดยเฉพาะผู้ที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ของทั้งห้องเรียน

1.3 ควรทำการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนควบคู่กับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อสะท้อนความเหมาะสมของกระบวนการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาต่อเนื่อง

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรขยายผลการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra ไปยังเนื้อหาวิชาอื่นในกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาว่ารูปแบบดังกล่าวมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านอื่นของผู้เรียนเช่นเดียวกันหรือไม่

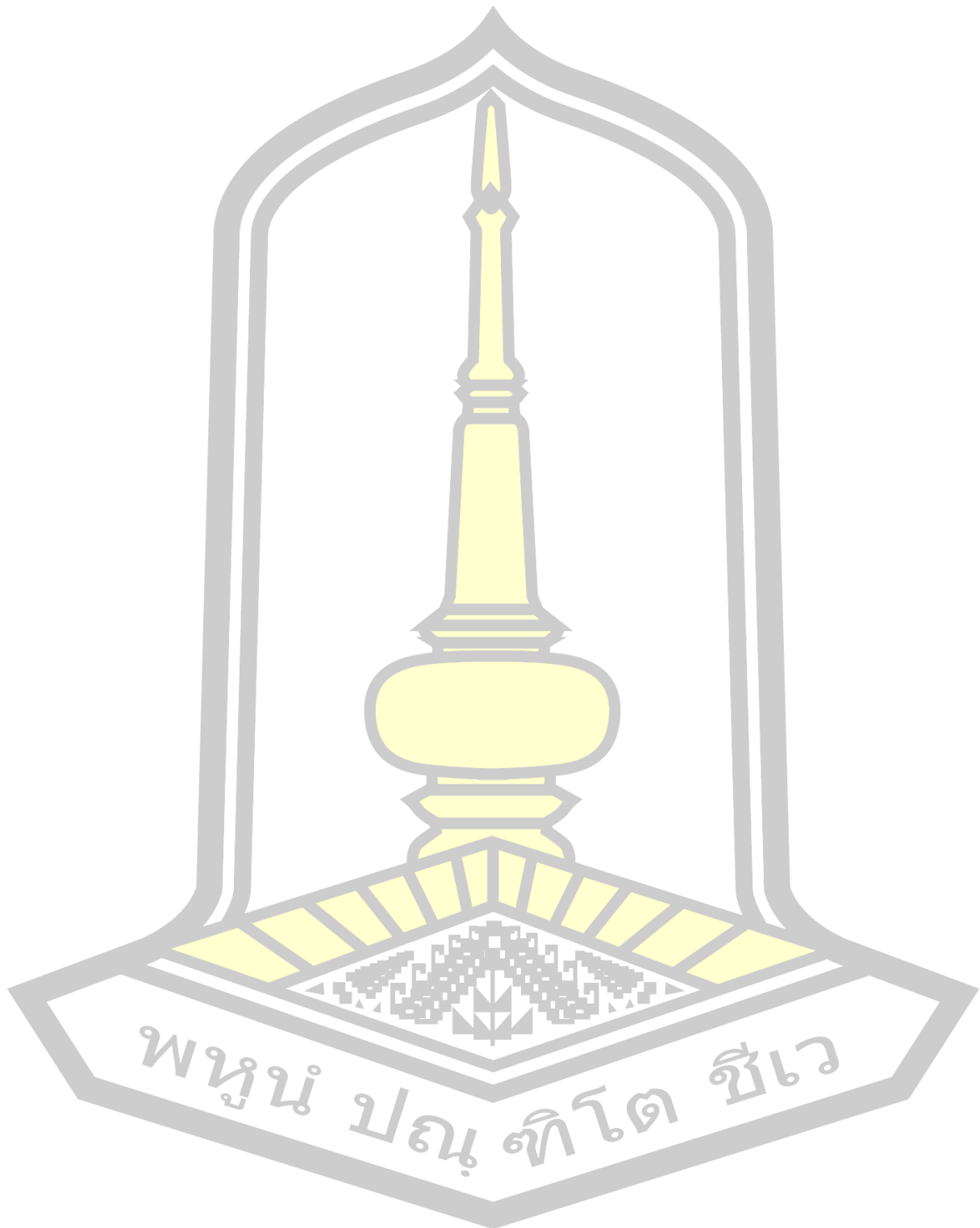
2.2 ควรศึกษาการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT กับกลุ่มผู้เรียนระดับอื่น เช่น ระดับประถมศึกษา หรือมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในแต่ละช่วงวัย

2.3 ควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น โปรแกรม Desmos หรือสื่อ AR/VR เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคโนโลยีแต่ละชนิดในการส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.4 ควรวิจัยเชิงคุณภาพเพิ่มเติม เพื่อศึกษากระบวนการคิดวิเคราะห์หรือการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้งของผู้เรียน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์หรือการสังเกตอย่างเป็นระบบ

2.5 ควรมีการพัฒนาชุดกิจกรรมหรือแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความต่อเนื่องในหลายบทเรียน เพื่อศึกษาผลในระยะยาว เช่น การพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม



- กขกร ธิปัตตี. (2555). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- . (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- . (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- . (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- . (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติคม คาวีรัตน์. (2543,ตุลาคม). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT*. วารสารวิชาการ. 3 (10) :31 -34.
- แก้วตา คณะวรรณ. (2545). *ผลของยุทธศาสตร์ตนเองเพื่อพัฒนาความภาคภูมิใจในตนเองของนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ขวัญชนก สุนทรสุข, และวิบูลศักดิ์ วัฒนา. (2559). *การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยวิธีการ 4MAT เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ในการประชุมวิชาการระดับชาติ AMM 2017 (หน้า EDM-03-1-EDM-03-9).
- จิตติญา วัชรินทรานุกร. (2553). *การพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป เรื่องชนิดและหน้าที่ของคำในภาษาไทยกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต).บุรีรัมย์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2536). *เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 14. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2559). *ชุดการสอนระดับประถมศึกษา*. นนทบุรี:มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ชัยฤทธิ์ ศิลาดเดช. (2556). *การเขียนแผนการเรียนรู้ที่เน้นการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : ภาพพิมพ์
- ดวงเดือน อ่อนน้อม. (2547). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่องการวัดสู่การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ในประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ดาวเรือง บุตรทรัพย์. (2559). *Geogebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4MAT เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การทดสอบสมมติฐาน (การศึกษาค้นคว้าอิสระ การศึกษามหาบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- ทักษิภา สุดแบน, พิศเบศวัฒน์ เวชวิริยะสกุล และชัชวีร์ แก้วมณี. (2567). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักร 4 MAT ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. 629 - 644. วารสาร มจร.อุบลบริหารศน์. สืบค้นจาก <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/mcjou/article/view/277491>
- ทีศนา แคมมณี. (2551). *รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2557). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เจียร พานิช. (2544). *4 MAT: การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- นายนนท์ชัย ขุนวิเศษ (2564). *ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยศิลปากร
- นิคม ชมภูหลง. (2558). *การจัดทำแผนการสอนและแบบฝึก กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. กำแพงเพชร : โรงเรียนบ้านคงเย็น กิ่งอำเภอบึงสามัคคี สำนักงานการศึกษาจังหวัดกำแพงเพชร.

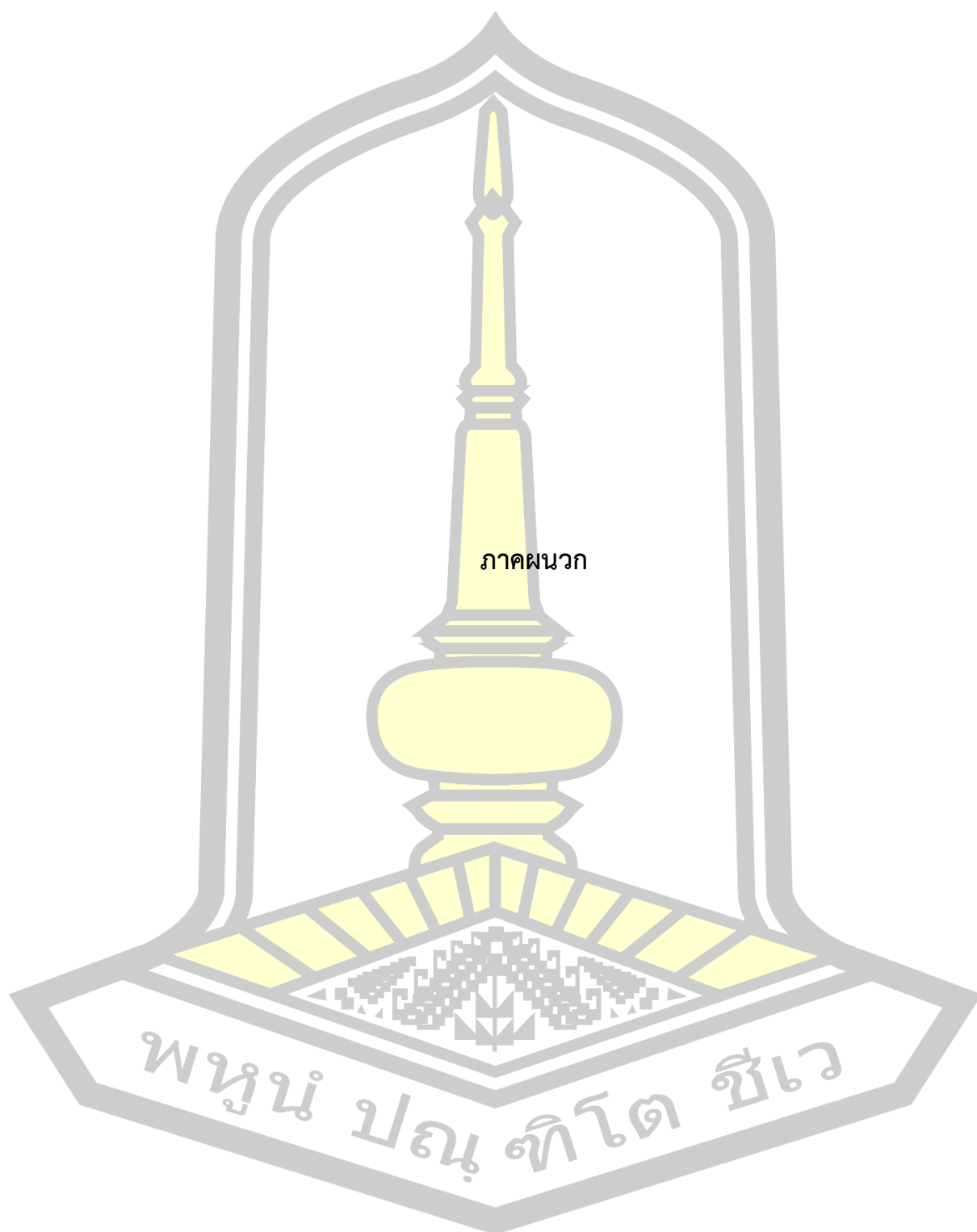
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545) *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- . (2553). *การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- . (2556). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ประมุข จันทรวิ (2564). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ปราณี กองจินดา. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบชิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู* (วิทยานิพนธ์หลักสูตรและการสอน). พระนครศรีอยุธยา : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- เผชิญ กิจระการ. (2544). (2548). *การวิจัยและทฤษฎีเทคโนโลยีการศึกษา*. มหาสารคาม: ภาควิชาเทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- . (2544). *การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา*. การวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม : คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- . (2559). *การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา E₁/E₂*. วารสารวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 5(11), 44-51.
- ไพฑูริย์ สิริสุนทร.(2543,มีนาคม). *การเรียนรู้แบบ 4 MAT*, สานปฏิรูป.3 (24),20 -23.
- พงศ์ศักดิ์ วุฒิสันต์.(2556). *GeoGebra อีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจของครูคณิตศาสตร์*. นิตยสารสสวท. 41(181), 13-16
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2558). *หลักการวัดและประเมินผลทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พิริยา สร้อยแก้ว (2560). *การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- ภูษิต สุวรรณราช (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- มะลิวัลย์ สมศักดิ์. (2559). ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการวิจัย. นครศรีธรรมราช : สำนักส่งเสริมวิชาการ สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- เมธาสิทธิ์ ธีรัตน์ศรีสกุล. (2563). *คณิตคิดเชื่อมโยง: กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องลำดับ*. วารสารคณิตศาสตร์ ปริมา, 65(702), 1-10.
- มนตรี ลาภทระการ, ทรงชัย อักษรคิด, และชนิศวรา เลิศอมรพงษ์. (2565). การศึกษาศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบออนไลน์ ตามแนวคิดของวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 38(1), 139 – 149. สืบค้นจาก <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/eduku/article/view/259100/183276>
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2554). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์
- โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน. (2567). *รายงานการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2566. ศรีสะเกษ : โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน*.
- ลัดดา ภูศรีโสม. (2558). *การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต)*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วนิดา เดชตานนท์. (2558). *คณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วาสุกรี ใจจันทร์. (2556). *การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- วาสุกรี แสงป้อม. (2558). *การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียน*. วารสาร. ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- วิรัช วรรณรัตน์. (2558). *คณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วุฒิชัย ภูติ. (2558). *การสร้างรูปรเขาคณิตสามมิติด้วยโปรแกรม GeoGebra*. นิตยสาร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 196, 21-24
- ศักดิ์ชัย นิรัญทวี, และ ไพเราะ พุ่มมัน. (2543). *วัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) การจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อการส่งเสริมคุณลักษณะเก่ง ดี มีสุข*. กรุงเทพฯ : แฉ่นแก้ว.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2548). *ทฤษฎีการประเมิน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์ดำเนินการงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2566). *ผลการประเมิน PISA 2022 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- . (2556). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- . (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2544). *การวัดผลการศึกษา มหาสารคาม*. มหาสารคาม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- . (2549). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.
- . (2557). *การวัดผลการศึกษา*. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กาฬสินธุ์ : ประสานการพิมพ์.
- สมบูรณ์ สุริยวงศ์ และคณะ. (2559). *ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ
- สมหมาย ศุภพินิจ. (2551). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะกลุ่มคณิตศาสตร์เรื่อง ร้อยละชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต)*. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

- สาคร แสงผึ้ง. (2546). *คู่มือการใช้งานโปรแกรม B-Index & Non Zero-One Method Item Analysis*. เชียงใหม่: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงใหม่ เขต 1.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2553. *การเรียนรู้ดิจิทัลเทคโนโลยีโรงเรียนมาตรฐานสากล*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2565). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่สิบสาม พ.ศ. ๒๕๖๖ – ๒๕๗๐*. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สำลี รักสุทธี. (2544). *เทคนิควิธีการจัดการเรียนการสอนและเขียนแผนการสอน โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา.
- . (2559). *การเขียนแผนการสอน*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- สิริยาภรณ์ ผุดสุวรรณ์, ปวีณา ชันธศิลา, & ประภาพร หนองหารพิทักษ์. (2567). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ร่วมกับ GeoGebra*. Suan Sunandha Asian Social Science, 18(1), 23–35. สืบค้น จาก <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/ssajournal/article/view/270091>
- สุคนธ์ ภูริเวทย์. (2559). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2554). *วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษา เพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- สุคนธ์ สินธพานนท์, พงษ์จันทร์ สุขยิ่ง, จินตนา วีระเกียรติสุนทร และพิวัสสา นภารัตน์. (2562). *หลากหลายวิธีการสอน เพื่อพัฒนาคุณภาพเยาวชนไทย*. กรุงเทพฯ : 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2551). *การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบฝึกทักษะ*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุพิน บุญช่วงศ์. (2530). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยครูสวนดุสิต.
- . (2557). *การเขียนแผนการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : บุ๊คส์พอยท์.
- สุรียัน เขตบรรจง, และณัฐชา บุญประสงค์ (2565). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องฟังก์ชัน โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ 4 MAT*. Journal of Roi Kaensarn Academi, 8(1), 270–286. สืบค้น จาก <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JRKSAA/article/view/257701>
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

- สุวิทย์ มูลคำและคณะ. (2549). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.
- อ้อยทิพย์ ทองดี. (2559). *การเขียนแผนการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : บุ๊คส์พอยท์.
- อัญชญา สายสร้อย. (2550). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องเงิน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบชิปปา (Cippa Model) (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต)*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). *หลักการสอน (Vol. พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรี้นท์ติ้งเฮาส์.
- . (2558). *หลักการสอน*. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- อุษณีย์ โพธิสุข. (2542, พฤศจิกายน). *การสอนแบบ 4 MAT System*, สานปฎิรูป. 2(20) :62-65.
- Demirkaya, H. (2017). *EFFECTS OF THE 4MAT SYSTEM OF INSTRUCTION ON ACHIEVEMENT TOWARD GEOGRAPHY OF NINTH GRADERS*, International Journal Of Eurasia Social Sciences, Vol: 8, Issue: 29, pp. (955-968).
- Feyza Aliustaoğlu, Abdulkadir Tuna. (2018). *THE INFLUENCE OF 4MAT MODEL ON ACADEMIC ACHIEVEMENT AND RETENTION OF LEARNING IN TRANSFORMATION GEOMETRY*, International Journal on New Trends in Education and Their Implications April 2018 Volume: 9 Issue: 2 ISSN 1309-6249
- Hendriana H., Slamet U. R., & Sumarmo U. (2014). *Mathematical connection ability and self-confidence (An experiment on Junior High School students through Contextual Teaching and learning with Mathematical Manipulative)*, International Journal of Education.
- Hussain, Zahraa salim; Hussein, Wissam Salah Abdul; Ali, Amer Hussein (2019). *The Impact of an Educational Program According to the Model 4MAT to Learn the Skill of Attack in Numerical Epee for Students Fencing*, Indian Journal of Public Health Research & Development, 2019, Vol 10, Issue 10, p2718
- McCarthy Bernice. (1995). *A Tale of Four Learner: 4 MAT 's Learner Style*. Dissertation Abstracts International. March



ภาคผนวก

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2		
รหัสวิชา ค23102	รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์		ภาคเรียนที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร		เวลา 13 ชั่วโมง
เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยวิธีเขียนกราฟ (1)		เวลา 1 ชั่วโมง
สอนโดย นายวรนิติพัศม์ วรแก่นทราย		สอนวันที่ เดือน พ.ศ.

1. สาระ

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตัวชี้วัด

ค 1.3 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยวิธีเขียนกราฟ ให้วาดกราฟเส้นตรงของสมการเชิงเส้นทั้งสองสมการโดยใช้แกนพิกัดเดียวกันเพื่อหาจุดตัด ซึ่งจุดตัดที่ได้จะเป็นคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้(K)

1. บอกคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้

ด้านทักษะกระบวนการ(P)

2. เชื่อมโยงความรู้ในการเขียนกราฟเส้นตรงเพื่อหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์(A)

3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. มุ่งมั่นในการทำงาน

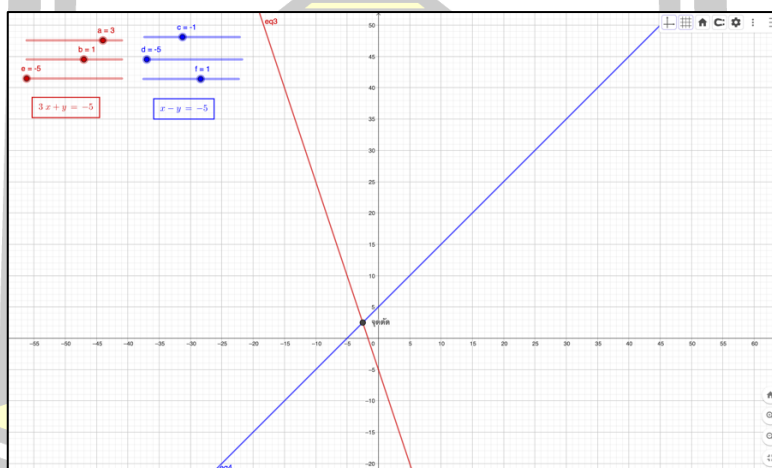
5. สาระการเรียนรู้

การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยวิธีเขียนกราฟ

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 คือ การสร้างประสบการณ์

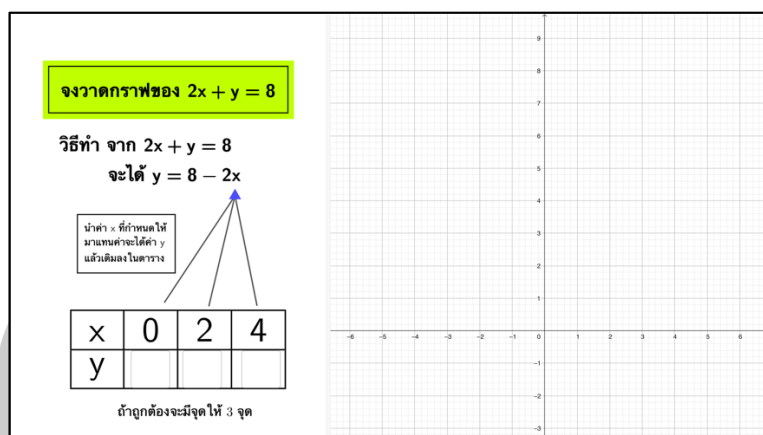
- 1) ครูผู้สอนกล่าวทักทายและนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนการหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยใช้กราฟ โดยใช้สื่อ GeoGebra ซึ่งคำตอบของระบบสมการคือจุดตัดของกราฟทั้งสอง



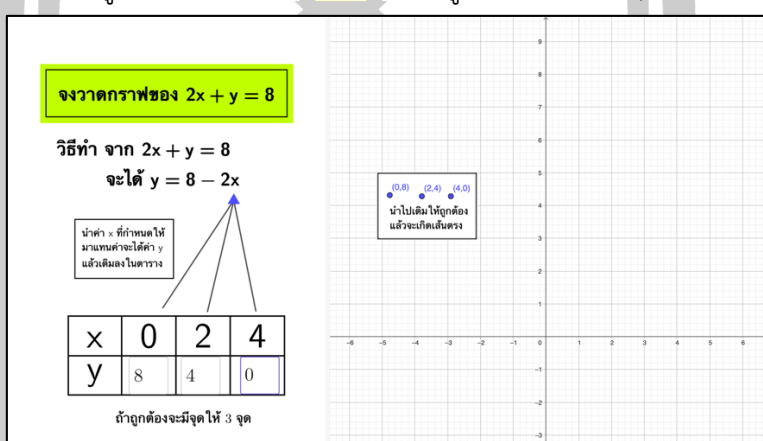
- 2) ครูผู้สอนอธิบายว่านักเรียนสามารถเขียนกราฟแล้วหาคำตอบเองได้ โดยศึกษาจากขั้นตอนการเขียนกราฟเส้นตรง ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 2 คือ การวิเคราะห์ประสบการณ์

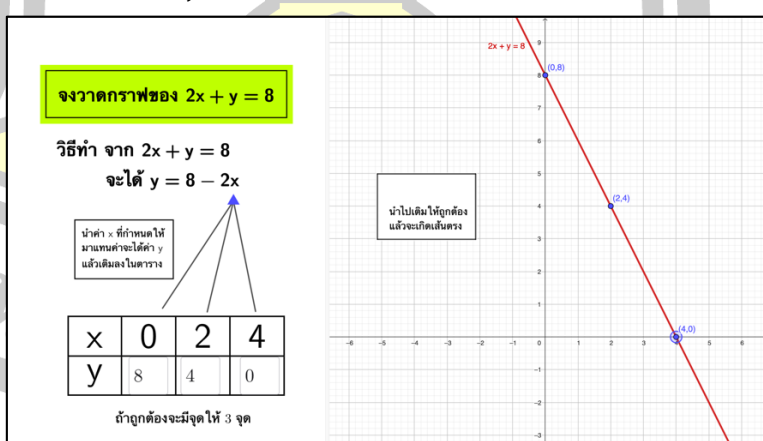
- 1) ครูผู้สอนให้นักเรียนศึกษาการเขียนกราฟเส้นตรงผ่านสื่อ GeoGebra และคอยให้คำแนะนำ



- ซึ่งจะกำหนดค่า x มาให้ จากนั้นให้นักเรียนคำนวณหาค่า y โดยในขั้นนี้ ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดรูปสมการให้เป็น $y = 8 - 2x$



- ถ้าเติมค่า y ในตารางได้ถูกต้อง จะมีจุด 3 จุดปรากฏขึ้น จากนั้นนำจุดไปลงบนระนาบ xy

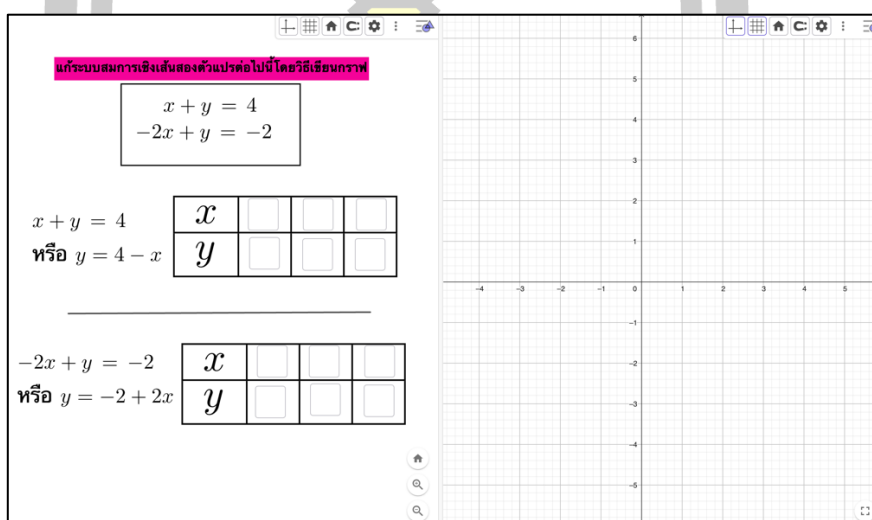


- ถาลงจุดได้ถูกต้องจะปรากฏเส้นตรง $2x + y = 8$

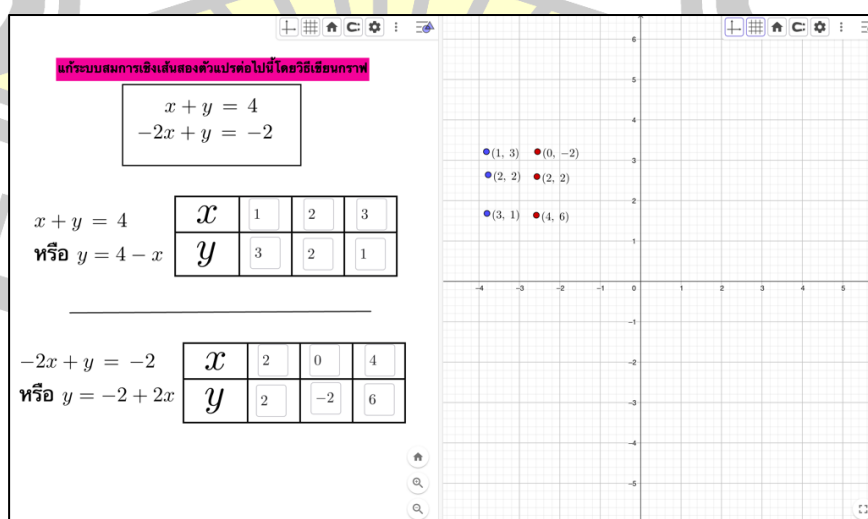
2) ระหว่างนักเรียนทำกิจกรรม ครูตรวจสอบผ่าน GeoGebra classroom

ขั้นที่ 3 คือ การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด

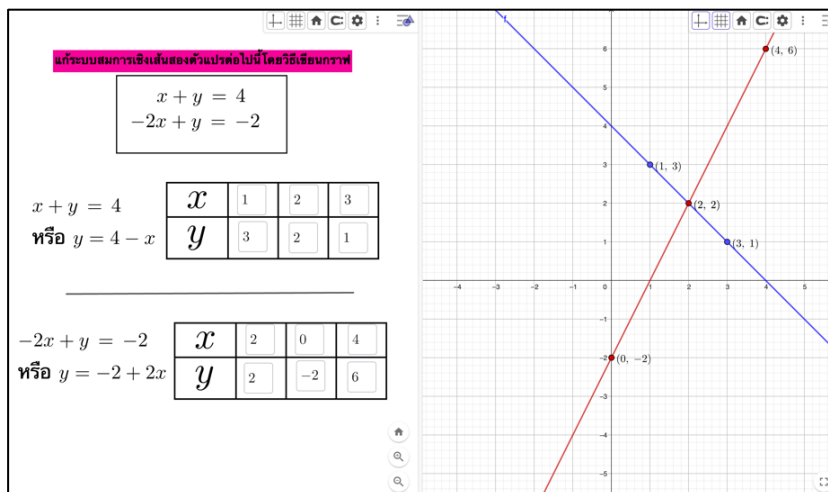
- 1) ครูอธิบายว่า จากที่ได้ศึกษาการเขียนกราฟเส้นตรงจากกิจกรรมที่ผ่านมา ทำให้นักเรียนสามารถเขียนกราฟได้แล้ว ต่อมาจะให้นักเรียนได้ฝึกฝนการเขียนกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เพื่อหาคำตอบจากจุดตัดของกราฟ
- 2) ครูอธิบายว่า การเขียนกราฟของระบบสมการก็มีวิธีการเช่นเดียวกัน คือ นักเรียนต้องเขียนกราฟเส้นตรง 2 เส้น เพื่อหาจุดตัดของกราฟ แล้วจะทำให้ได้คำตอบของระบบสมการ
- 3) ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมผ่านสื่อ GeoGebra เป็นสื่อที่จะให้นักเรียนสร้างกราฟของสมการเส้นตรง 2 เส้นตามที่กำหนด ซึ่งก็คือ $x + y = 4$ และ $-2x + y = -2$



- นักเรียนเติมค่า x และ y ลงในช่องที่กำหนดให้



- ถ้าเติมค่าได้ถูกต้องตามที่กำหนด จะมีจุดปรากฏขึ้นในหน้าต่างด้านขวามือ



- นำจุดไปวางบนตำแหน่งที่ถูกต้องบนระนาบ XY เมื่อถูกต้องจะมีกราฟเส้นตรงปรากฏขึ้น แล้วจะสามารถสังเกตได้ว่าจุดตัดคือจุดใด

ขั้นที่ 4 คือ การพัฒนาความคิดรวบยอด

- 1) ครูแสดงสื่อ GeoGebra ในกิจกรรมที่ผ่านมา จากนั้นเติมค่า x และ y โดยถามนักเรียนแต่ละคนจะได้ค่าที่แตกต่างกันออกไป เมื่อเติมเสร็จ นำจุดไปเติมให้ถูกต้องแล้วจะได้เส้นตรงปรากฏขึ้นสองเส้น
- 2) ครูถามนักเรียนว่าสามารถหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร $x + y = 4$ และ $-2x + y = -2$ ได้อย่างไรและคำตอบคืออะไร (แนวคำตอบ : หาคำตอบได้จากจุดตัดของกราฟ $x + y = 4$ และ $-2x + y = -2$ ซึ่งก็คือ $(2, 2)$)
- 3) ครูอธิบายเชิงตั้งคำถามว่า นักเรียนทราบว่าจุดตัดคือคำตอบ แต่นักเรียนเชื่อได้อย่างไรว่าเป็นจริง มีวิธีการตรวจสอบคำตอบหรือไม่ว่า $(2, 2)$ เป็นคำตอบของระบบสมการนี้
- 4) ครูอธิบายว่าวิธีการตรวจสอบคำตอบว่า $(2, 2)$ เป็นคำตอบของระบบสมการนี้หรือไม่ มีวิธีคือ

แทน x ด้วย 2 และแทน y ด้วย 2 ลงในสมการ $x + y = 4$ จะได้

$$2 + 2 = 4 \text{ เป็นจริง}$$

แทน x ด้วย 2 และแทน y ด้วย 2 ลงในสมการ $-2x + y = -2$ จะได้

$$-2(2) + 2 = 2 \text{ เป็นจริง}$$

ดังนั้น คำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร คือ $(2, 2)$

ขั้นที่ 5 คือ การลงมือปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้

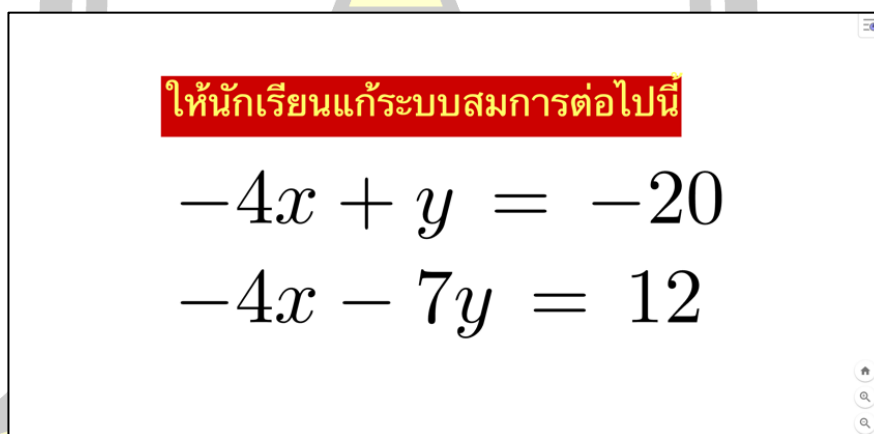
- 1) ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยวิธีเขียนกราฟ ข้อที่ 1 เนื่องจากเป็นข้อที่กำหนดโจทย์ไว้เรียบร้อยแล้ว สามารถทำได้เลย
- 2) ครูคอยให้คำปรึกษา และช่วยอธิบายเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย

ขั้นที่ 6 การสร้างสรรค์ผลงาน

- 1) ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยวิธีเขียนกราฟ ข้อที่ 2 ซึ่งในโจทย์ข้อนี้นักเรียนจะต้องทำการซูมโจทย์จากสื่อ GeoGebra ที่ครูเตรียมไว้ให้ โดยโจทย์ที่ซูมได้นั้นจะแตกต่างกันออกไป



- กดปุ่ม ซูม โจทย์ เพื่อรับโจทย์ปัญหาข้อที่ 2



- หลังจากกดซูมโจทย์นักเรียนแต่ละคนจะได้รับโจทย์ ซึ่งแต่ละคนซูมได้ครั้งเดียว

ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์ผลงานและการประยุกต์ใช้

- 1) นักเรียนนำเสนอผลงานที่ทำใบงานที่ 2 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยวิธีเขียนกราฟ ข้อที่ 2 และรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมห้อง
- 2) นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับโจทย์ปัญหา
- 3) ครูตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้การสร้างกราฟจากสื่อ GeoGebra แล้วหาจุดตัด

ขั้นที่ 8 การแลกเปลี่ยนประสบการณ์

- 1) นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องที่ได้เรียนว่าเกิดการเชื่อมโยงกับเนื้อหาาระหว่างระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรกับเรื่องกราฟเส้นตรง
- 2) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับการหาคำตอบของระบบสมการจากการเขียนกราฟเส้นตรง

8. สื่อการเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- สื่อ GeoGebra เรื่อง กราฟของระบบสมการเชิงเส้น
- สื่อ GeoGebra เรื่อง การเขียนกราฟเส้นตรง
- สื่อ GeoGebra เรื่อง การเขียนกราฟเพื่อหาคำตอบของระบบสมการ
- สื่อ GeoGebra สุ่มโจทย์ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
- ใบงานที่ 2 เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยวิธีเขียนกราฟ

9. กระบวนการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผล	วิธีการวัดและประเมิน	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การผ่าน
ด้านความรู้ (K) 1. หาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	ประเมินจาก ใบงานที่ 2 เรื่อง การแก้ระบบสมการ เชิงเส้นสองตัวแปร	ใบงานที่ 2 เรื่อง การแก้ระบบสมการ เชิงเส้นสองตัวแปร	ได้คะแนน ร้อยละ 75 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2. เชื่อมโยงความรู้ในการเขียนกราฟเส้นตรงเพื่อหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	ประเมินจาก ใบงานที่ 2 เรื่อง การแก้ระบบสมการ เชิงเส้นสองตัวแปร	ใบงานที่ 2 เรื่อง การแก้ระบบสมการ เชิงเส้นสองตัวแปร	ได้คะแนน ร้อยละ 75 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 3. มีวินัย 4. ใฝ่เรียนรู้ 5. มุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรมใน ชั้นเรียนเป็น รายบุคคล	แบบสังเกต คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ได้คุณภาพ ระดับดีขึ้นไป

10. บันทึกการนิเทศจากฝ่ายวิชาการ

ความเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

- เห็นควรอนุญาตให้ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ได้
- ไม่เห็นควรอนุญาตให้ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ เพราะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายแสงจันทร์ ศรีเสน)

หัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์

...../...../.....

ความเห็นของรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

ผลการพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้

- มีความเหมาะสมที่จะนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้
- นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปแก้ไขก่อนนำไปใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้

เกี่ยวกับ.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางมณีกานต์ บุญเสริม)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

...../...../.....

พูน ปณ ทิโต ชเว

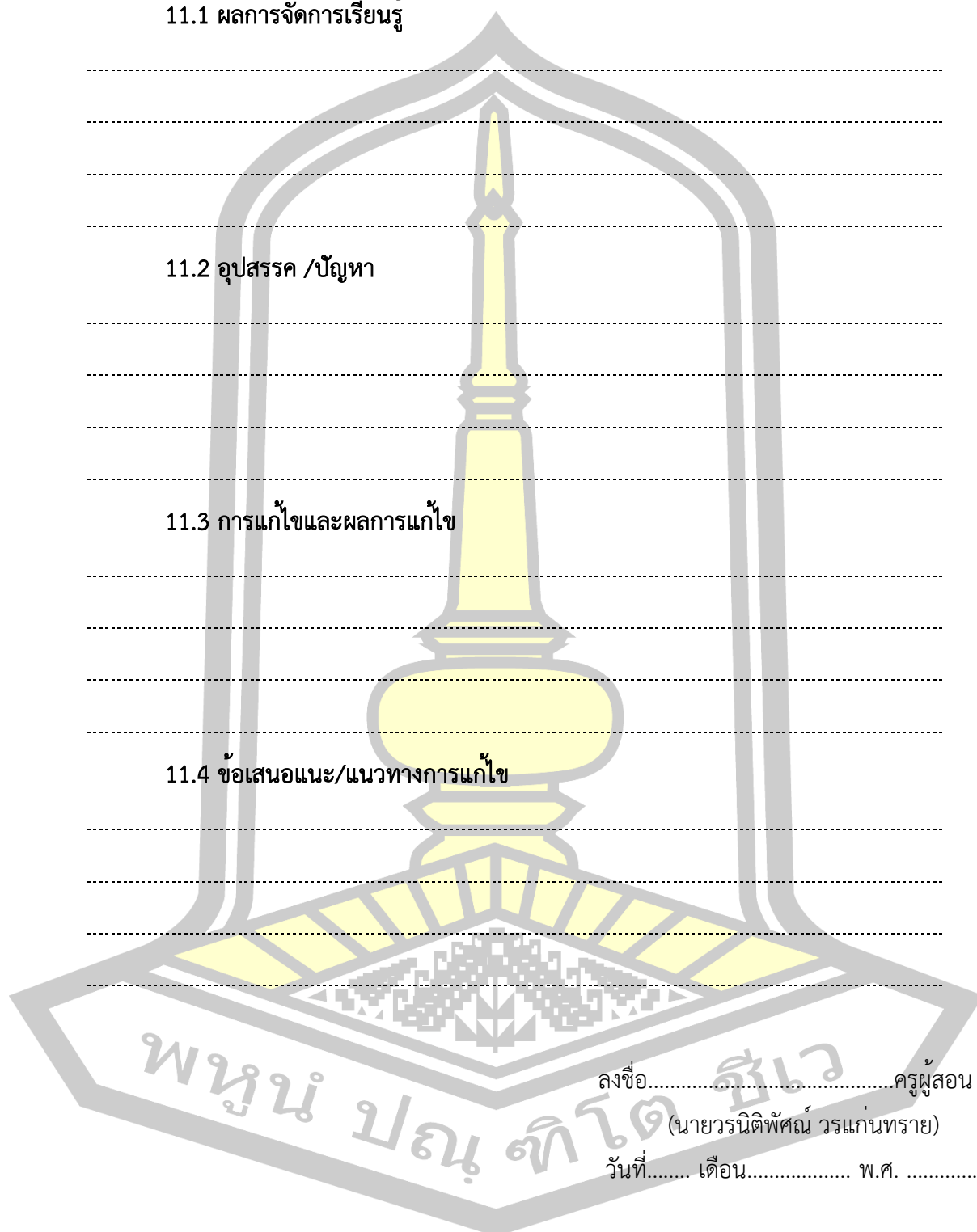
11. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

11.1 ผลการจัดการเรียนรู้

11.2 อุปสรรค / ปัญหา

11.3 การแก้ไขและผลการแก้ไข

11.4 ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข



พหุบัน ปณฺ ทิโต สีเว

ใบงานที่ 2
เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยวิธีเขียนกราฟ

1. แก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้โดยวิธีเขียนกราฟ

1) $x + y = 9$

$x - y = 3$

จาก.....

จะได้.....

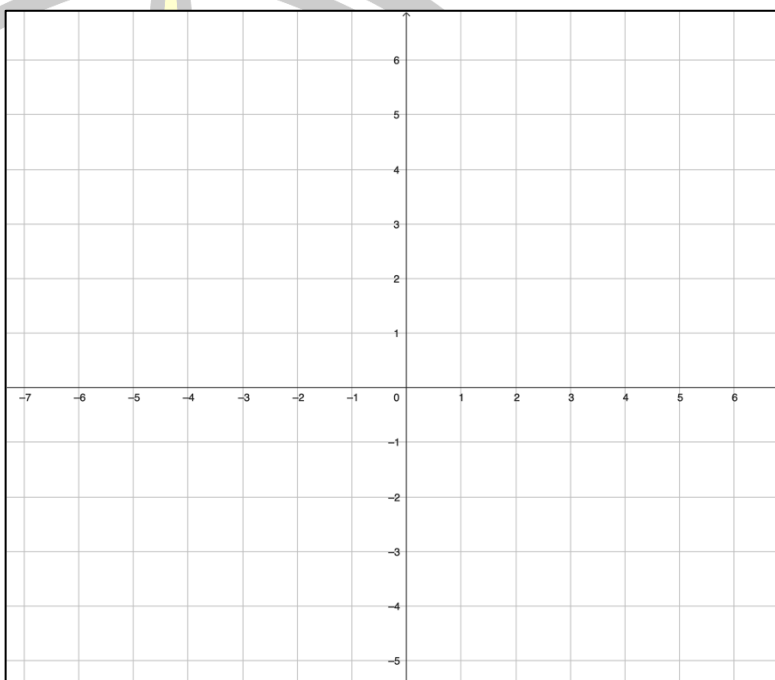
x			
y			

จาก.....

จะได้.....

x			
y			

ดังนั้นคำตอบคือ.....



2) $2x - 3y = 1$

$4x + y = 23$

จาก.....

จะได้.....

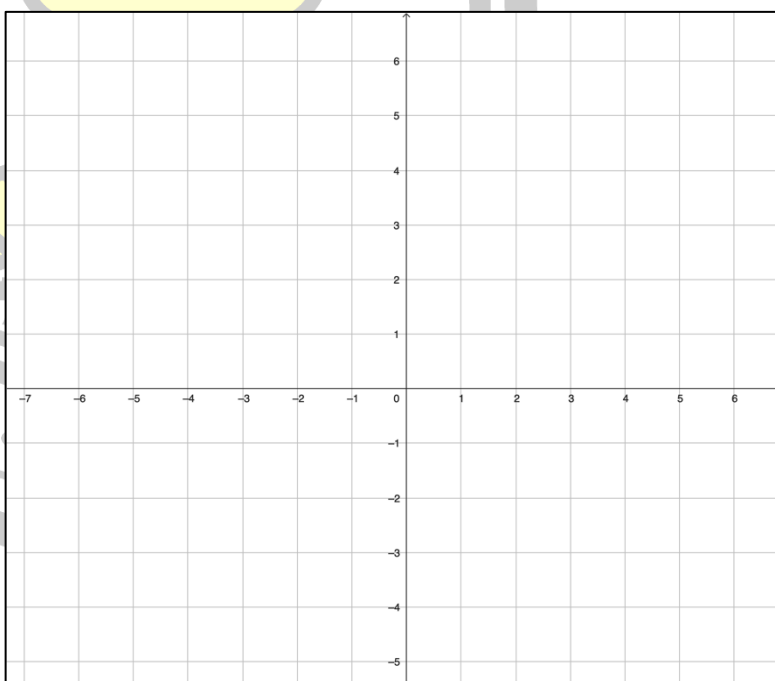
x			
y			

จาก.....

จะได้.....

x			
y			

ดังนั้นคำตอบคือ.....



2. ให้นักเรียนสุ่มโจทย์จากสื่อ GeoGebra เพื่อแก้หาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้อย่างวิธีเขียนกราฟ และตรวจสอบคำตอบที่ได้

โจทย์ที่ได้คือ

วิธีทำ

จาก.....

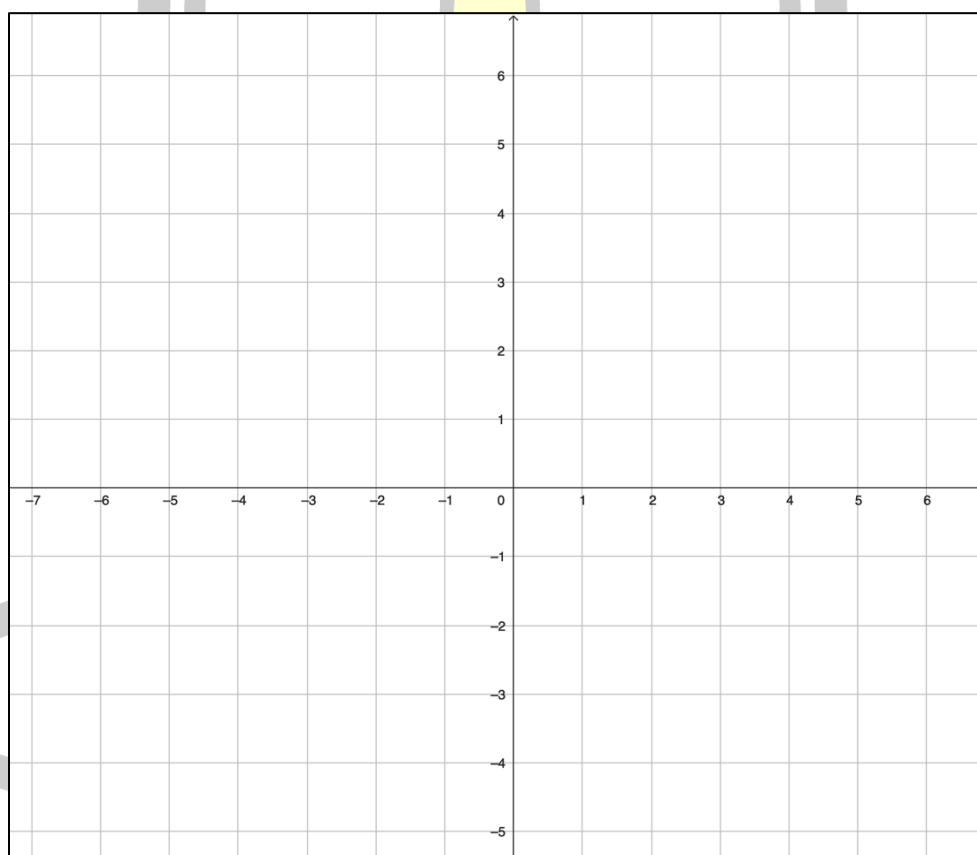
จะได้.....

x			
y			

จาก.....

จะได้.....

x			
y			



ดังนั้นคำตอบคือ.....

เฉลยใบงานที่ 2

เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรโดยวิธีเขียนกราฟ

1. แก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้โดยวิธีเขียนกราฟ

1) $x + y = 9$

$x - y = 3$

จาก $x + y = 9$

จะได้ $y = 9 - x$

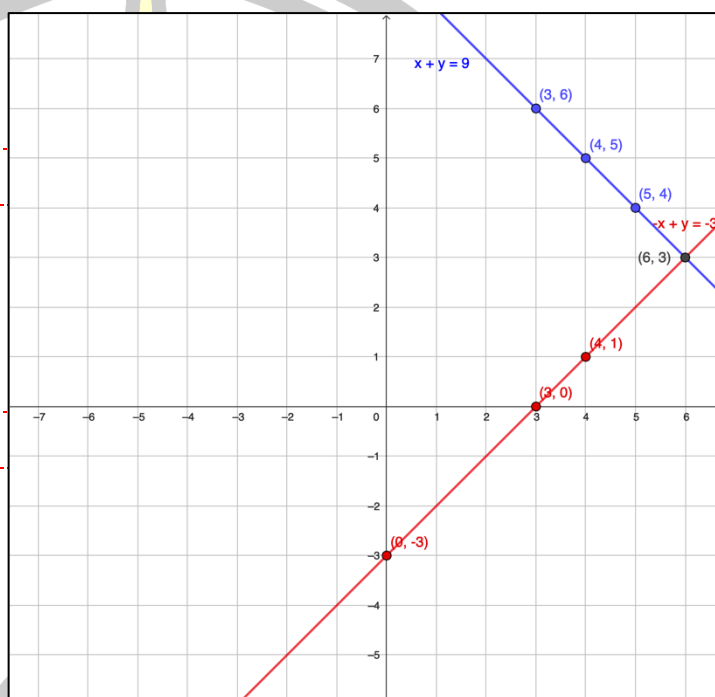
x	3	4	5
y	6	5	4

จาก $x - y = 3$

จะได้ $y = x - 3$

x	0	3	4
y	-3	0	1

ดังนั้นคำตอบคือ $(6, 3)$



2) $2x - 3y = 1$

$4x - y = 7$

จาก $2x - 3y = 1$

จะได้ $y = \frac{2x - 1}{3}$

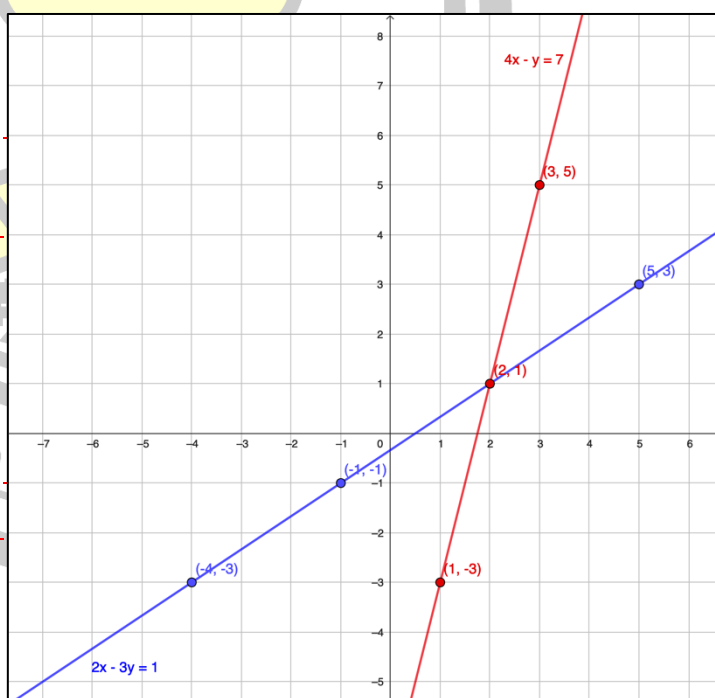
x	-4	-1	5
y	-3	-1	3

จาก $4x - y = 7$

จะได้ $y = 7 - 4x$

x	1	2	3
y	-3	1	5

ดังนั้นคำตอบคือ $(2, 1)$





แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ข้อสอบปรนัยจำนวน 30 ข้อ รวม 30 คะแนน เวลา 90 นาที

คำชี้แจง : ให้นักเรียนกากบาทคำตอบลงในช่อง ก, ข, ค หรือ ง ที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด
เพียงคำตอบเดียว

1. ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหมายถึงอะไร

- ก. สมการที่มีคำตอบเพียงหนึ่งค่า
- ข. ระบบสมการที่ประกอบด้วยสมการเชิงเส้นสองสมการและมีตัวแปรสองตัว
- ค. สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสามตัว
- ง. สมการที่มีแต่ตัวเลขไม่มีตัวแปร

2. คำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรคืออะไร

- ก. จุดที่ทำให้สมการเป็นจริงทั้งสองสมการ
- ข. ค่าที่ทำให้สมการหนึ่งสมการเป็นจริง
- ค. ค่าของตัวแปรตัวเดียวที่ทำให้สมการเป็นจริง
- ง. สมการที่ไม่มีคำตอบ

3. กราฟของระบบสมการ $3x + 2y = 6$ และ $7x + 2y = 9$ จะมีลักษณะอย่างไร

- ก. เป็นเส้นตรง 2 เส้น
- ข. เป็นกราฟโค้ง 2 เส้น
- ค. เป็นเส้นวงกลม
- ง. ไม่มีกราฟ

4. คู่อันดับ (x, y) ที่เป็นคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรคืออะไร

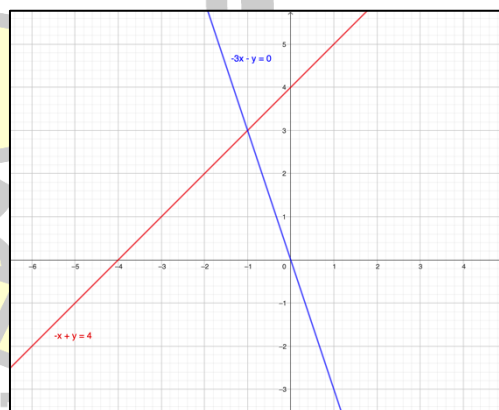
- ก. จุดที่อยู่บนเส้นตรงหนึ่งเส้น
- ข. จุดที่อยู่บนเส้นตรงทั้งสองเส้น
- ค. จุดที่อยู่บนกราฟพาราโบลา
- ง. จุดที่มีค่า x และ y เท่ากัน

5. คำตอบของระบบสมการ $2x + 3y = 6$

และ $x - y = 1$ ในกราฟคืออะไร

- ก. ค่า y เมื่อ $x = 0$
- ข. จุดเริ่มต้นของกราฟ
- ค. ความชันของกราฟ
- ง. จุดตัดของกราฟทั้งสองสมการ

6. จากกราฟคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรคือข้อใด



- ก. $(3, 1)$
- ข. $(3, -1)$
- ค. $(1, 3)$
- ง. $(-1, 3)$

7. ระบบสมการใดมีคำตอบเป็น $(3, 2)$

- ก. $2x + y = 6$ และ $x - y = 1$
- ข. $x + y = 5$ และ $x - y = 1$
- ค. $3x - 2y = 7$ และ $x + 2y = 6$
- ง. $2x - y = 4$ และ $2x + y = 5$

8. ถ้ากราฟของสมการ $y = -x + 5$ ตัดกับ

กราฟของสมการ $y = 2x - 1$ ที่จุดหนึ่ง

จุดนั้นคือข้อใด

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

9. ถ้ากราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

ขนานกัน แสดงว่าระบบสมการนี้มีลักษณะ

อย่างไร

- ก. ไม่มีคำตอบ
- ข. มีคำตอบหนึ่งค่า
- ค. มีคำตอบไม่สิ้นสุด
- ง. กราฟตัดกันที่จุดกำเนิด

10. ถ้าคู่อันดับ (3,2) เป็นคำตอบของระบบ

สมการ $x + y = 5$ และ $x - y = 1$ สามารถ

สรุปได้ว่าอะไร

- ก. จุด (3,2) อยู่บนเส้นกราฟทั้งสองเส้น
- ข. จุด (3,2) อยู่บนกราฟเส้นแรกเท่านั้น
- ค. จุด (3,2) อยู่บนกราฟเส้นที่สองเท่านั้น
- ง. จุด (3,2) ไม่ใช่คำตอบ

11. หากคำตอบของระบบสมการ $x + y = 7$

และ $2x + 2y = 14$ เป็นไปได้ไม่สิ้นสุด

หมายความว่าอะไร

- ก. เส้นกราฟขนานกัน
- ข. เส้นกราฟไม่มีจุดตัด
- ค. เส้นกราฟตัดกันที่จุดเดียว
- ง. เส้นกราฟเป็นเส้นตรงเดียวกัน

12. ระบบสมการในข้อไม่มีคำตอบ

- ก. $x + 2y = 4$ และ $2x + 4y = 4$
- ข. $2x + 2y = 4$ และ $2x + 2y = 4$
- ค. $3x + 2y = 4$ และ $-2x + 2y = 5$
- ง. $4x + 2y = 4$ และ $4x + 2y = 10$

13. การวาดกราฟของสมการ $2x - 3y = 1$

ด้วยการหาจุดตัดแกนต้องเริ่มต้นด้วยการหาค่าใด

- ก. ค่า x เมื่อ $y = 0$ และค่า y เมื่อ $x = 0$
- ข. ค่า y เมื่อ $x = 1$
- ค. ค่า x เมื่อ $y = 1$
- ง. ความชันของกราฟ

14. เมื่อวาดกราฟของสมการ $x + y = 4$ และ

$2x + 2y = 8$ จะได้กราฟลักษณะใด

- ก. เส้นกราฟขนานกัน
- ข. เส้นกราฟตัดกันที่จุดหนึ่ง
- ค. เส้นกราฟซ้อนทับกัน
- ง. เส้นกราฟไม่มีจุดตัด

15. สมการเชิงเส้นสองตัวแปรใดมีความชัน

เท่ากับ -2

- ก. $y = -2x + 3$
- ข. $y = 2x - 3$
- ค. $y = 3x - 2$
- ง. $y = -3x + 2$

16. ให้ระบบสมการ

$$x + y = 5 \quad (1)$$

$$2x - y = 4 \quad (2)$$

หากแทนค่า $y = 5 - x$ ลงในสมการที่สอง
จะได้สมการตัวแปรเดียวในรูปแบบใด

- ก. $x - 5 + 2x = 4$
- ข. $x + (5 - x) = 4$
- ค. $2x - 5 - x = 4$
- ง. $2x - (5 - x) = 4$

17. ในระบบสมการ $2x + y = 10$ และ $4x + 2y = 25$ ถ้าแก้ระบบสมการด้วยวิธีแทนค่าตัวแปรจะเกิดสมการที่มีลักษณะใด

- ก. สมการเชิงเส้นที่เป็นจริง
- ข. สมการเชิงเส้นที่ไม่เป็นจริง
- ค. สมการกำลังสองที่เป็นจริง
- ง. สมการกำลังสองที่ไม่เป็นจริง

18. ถ้าแก้ระบบสมการ

$$x + y = 9 \quad (1)$$

$$y = 2x - 3 \quad (2)$$

โดยวิธีแทนค่า $y = 2x - 3$ ในสมการที่ 1 จะได้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่คำตอบสอดคล้องกับข้อใด

- ก. การหาค่า y โดยตรง
- ข. การกำจัดตัวแปร y
- ค. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y
- ง. การคำนวณที่ขัดแย้ง

19. ในระบบสมการ $2x + y = 7$ และ

$$x - y = 3$$

ถ้าใช้วิธีกำจัดตัวแปร y จะต้องทำอย่างไร

- ก. คูณสมการที่สองด้วย 2 ก่อน แล้วบวกสมการทั้งสอง
- ข. คูณสมการแรกด้วย 2 ก่อน แล้วบวกสมการทั้งสอง
- ค. บวกสมการทั้งสองเข้าด้วยกันโดยตรง
- ง. ลบสมการที่สองออกจากสมการแรกโดยตรง

20. ถ้ากำจัดตัวแปร x จากระบบสมการ

$$2x + y = 9 \quad (1)$$

$$x - y = 3 \quad (2)$$

จะต้องทำอย่างไร

- ก. คูณสมการที่สองด้วย 2 แล้วบวกสมการทั้งสอง
- ข. คูณสมการที่หนึ่งด้วย 2 แล้วลบสมการที่สอง
- ค. บวกสมการทั้งสองเข้าด้วยกันโดยตรง
- ง. ลบสมการที่สองออกจากสมการแรก

21. ระบบสมการ

$$4x + 5y = 3 \quad (1)$$

$$6x - 3y = 9 \quad (2)$$

ถ้าต้องการกำจัดตัวแปร y ควรทำอย่างไร

- ก. คูณสมการแรกด้วย 6 และสมการที่สองด้วย 4
- ข. คูณสมการแรกด้วย 3 และสมการที่สองด้วย 5
- ค. คูณสมการแรกด้วย 3 และสมการที่สองด้วย 4
- ง. คูณสมการแรกด้วย 5 และสมการที่สองด้วย 3

22. พ่อค้าเก็บค่าจอดรถจักรยานยนต์คันละ

20 บาท และรถยนต์คันละ 50 บาท ในวัน

หนึ่งเก็บค่าจอดรถได้ทั้งหมด 1,100 บาท จาก

จำนวนรถทั้งหมด 40 คัน สิ่งที่เขาต้องการกำหนดให้

คืออะไร

- ก. จำนวนรถจักรยานยนต์และรถยนต์
- ข. ค่าจอดรถของรถแต่ละประเภท
- ค. จำนวนรถจักรยานยนต์ทั้งหมดที่จอด
- ง. จำนวนเงินที่เก็บได้จากรถยนต์

23. โรงเรียนแห่งหนึ่งจัดซื้อโต๊ะและเก้าอี้รวมกัน 40 ตัว โต๊ะตัวละ 1,200 บาท และเก้าอี้ตัวละ 800 บาท โดยใช้งบประมาณทั้งหมด 36,000 บาท สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

- ก. จำนวนโต๊ะและเก้าอี้ที่โรงเรียนใช้งานไม่ได้
- ข. งบประมาณที่ใช้ในการซื้อเก้าอี้
- ค. ราคาต่อหน่วยของโต๊ะและเก้าอี้
- ง. จำนวนโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้งาน

24. ในสวนสัตว์แห่งหนึ่งมีม้าลายและนกกระจอกเทศรวมกัน 60 ตัว รวมขาทั้งหมด 200 ขา อยากทราบว่าม้าลายกี่ตัว

- ก. 30 ตัว
- ข. 40 ตัว
- ค. 50 ตัว
- ง. 20 ตัว

25. ในการทำกิจกรรมสวนสัตว์ สวนสัตว์คิดค่าเข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ 80 บาท และสำหรับเด็ก 50 บาท ถ้าคุณจ่ายเงินไป 310 บาท และมีผู้เข้าไปเที่ยวทั้งหมด 5 คน คุณจะมีผู้ใหญ่และเด็กกี่คน?

- ก. ผู้ใหญ่ 4 คน, เด็ก 1 คน
- ข. ผู้ใหญ่ 3 คน, เด็ก 2 คน
- ค. ผู้ใหญ่ 2 คน, เด็ก 3 คน
- ง. ผู้ใหญ่ 1 คน, เด็ก 4 คน

26. ในการแข่งขันฟุตบอล ทีม A และทีม B ทำประตูรวมกันเป็น 7 ประตู และทีม A ทำประตูได้มากกว่าทีม B 3 ประตู จงหาจำนวนประตูที่ทีม A ทำได้

- ก. 5 ประตู
- ข. 4 ประตู
- ค. 6 ประตู
- ง. 3 ประตู

27. ในห้องสมุดแห่งหนึ่งมีหนังสือนวนิยายและหนังสือสารคดีรวม 300 เล่ม หากหนังสือนวนิยายมีจำนวนมากกว่าหนังสือสารคดี 50 เล่ม หนังสือสารคดีมีกี่เล่ม

- ก. 100 เล่ม
- ข. 115 เล่ม
- ค. 125 เล่ม
- ง. 150 เล่ม

28. โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนทั้งหมดในโรงเรียน 1,200 คน และมีจำนวนนักเรียนหญิงเป็นสองเท่าของนักเรียนชาย จงหาว่าจำนวนนักเรียนหญิงมากกว่านักเรียนชายกี่คน

- ก. 300 คน
- ข. 350 คน
- ค. 400 คน
- ง. 500 คน

29. คุณแม่ซื้อขนมปัง 2 ก้อน และนมกล่อง 4 กล่อง ในราคา 80 บาท และซื้อขนมปัง 3 ก้อน กับนมกล่อง 2 กล่อง ในราคา 70 บาท อยากทราบว่าขนมปังราคาขึ้นละกี่บาท

- ก. 30 บาท
- ข. 25 บาท
- ค. 20 บาท
- ง. 15 บาท

30. แม่ค้าขายแตงโม 5 ลูก และมะม่วง 3 ลูก ได้เงิน 360 บาท และขายแตงโม 2 ลูก กับมะม่วง 6 ลูก ได้เงิน 240 บาท อยากทราบว่าแตงโมลูกละเท่าไร?

- ก. 50 บาท
- ข. 55 บาท
- ค. 60 บาท
- ง. 65 บาท

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ข	16	ง
2	ก	17	ข
3	ก	18	ข
4	ข	19	ค
5	ง	20	ก
6	ง	21	ข
7	ข	22	ข
8	ข	23	ค
9	ก	24	ข
10	ก	25	ค
11	ง	26	ก
12	ง	27	ค
13	ก	28	ค
14	ค	29	ง
15	ก	30	ค

พหุจน์ ปณฺ ทิโต ชีเว



แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

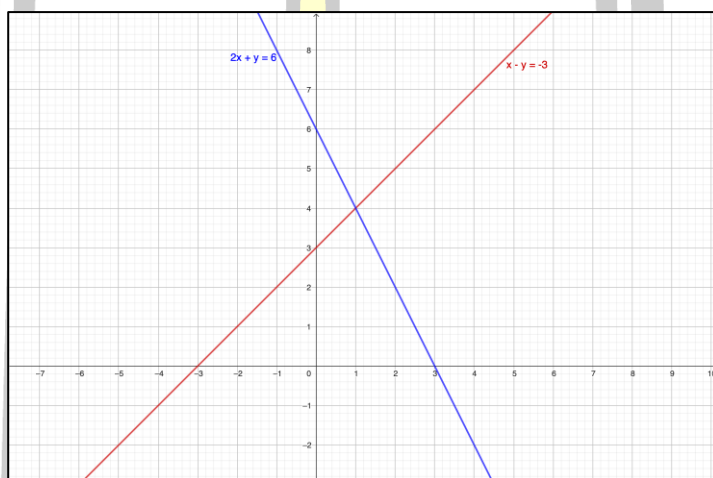
เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค23102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ รวม 42 คะแนน เวลา 30 นาที

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

1. จงสร้างโจทย์ปัญหาจากกราฟที่กำหนดให้ พร้อมบอกคำตอบของโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้น



โจทย์ปัญหา คือ

.....

.....

.....

.....

.....

วิธีทำ ให้ x แทน

y แทน

สมการที่ได้ คือ

.....

ตอบ

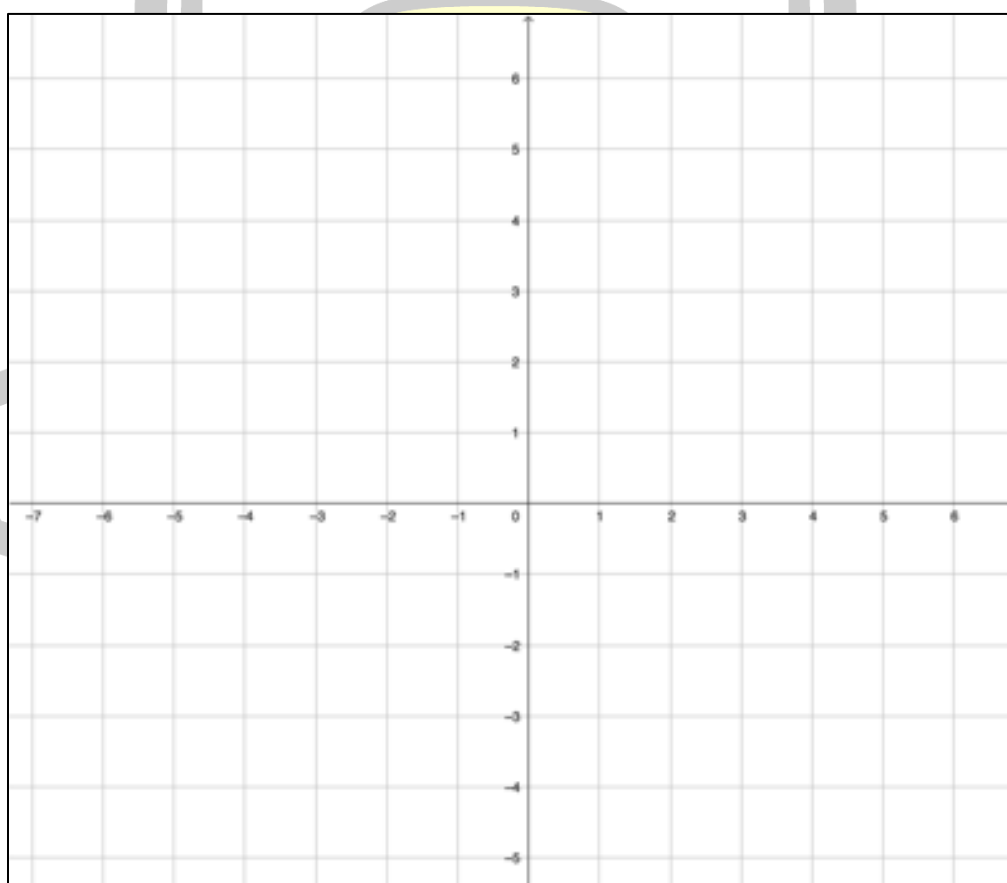
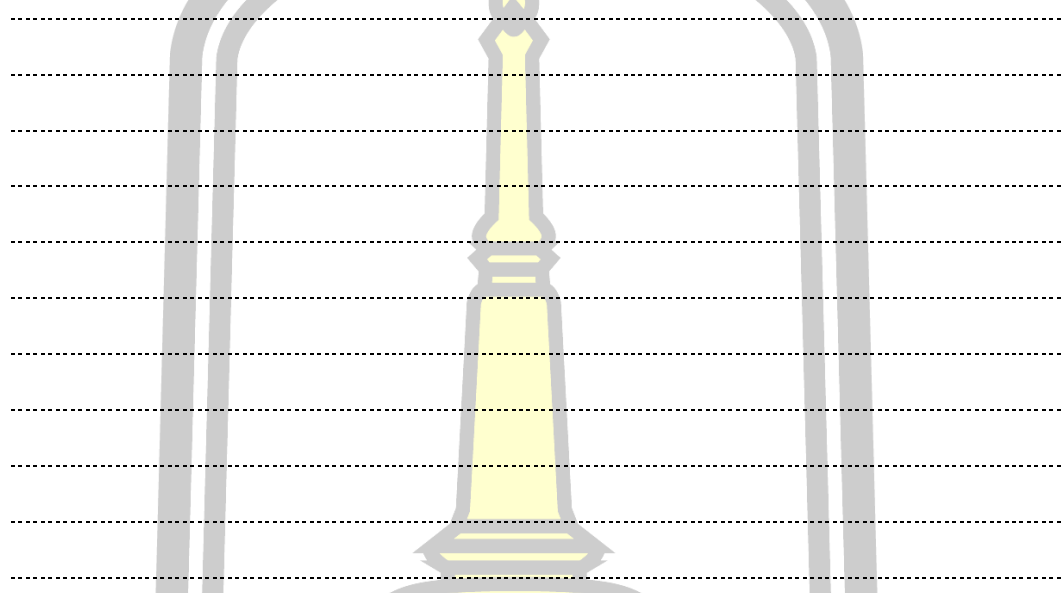
.....

2. จงแสดงวิธีการหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้โดยวิธีเขียนกราฟ

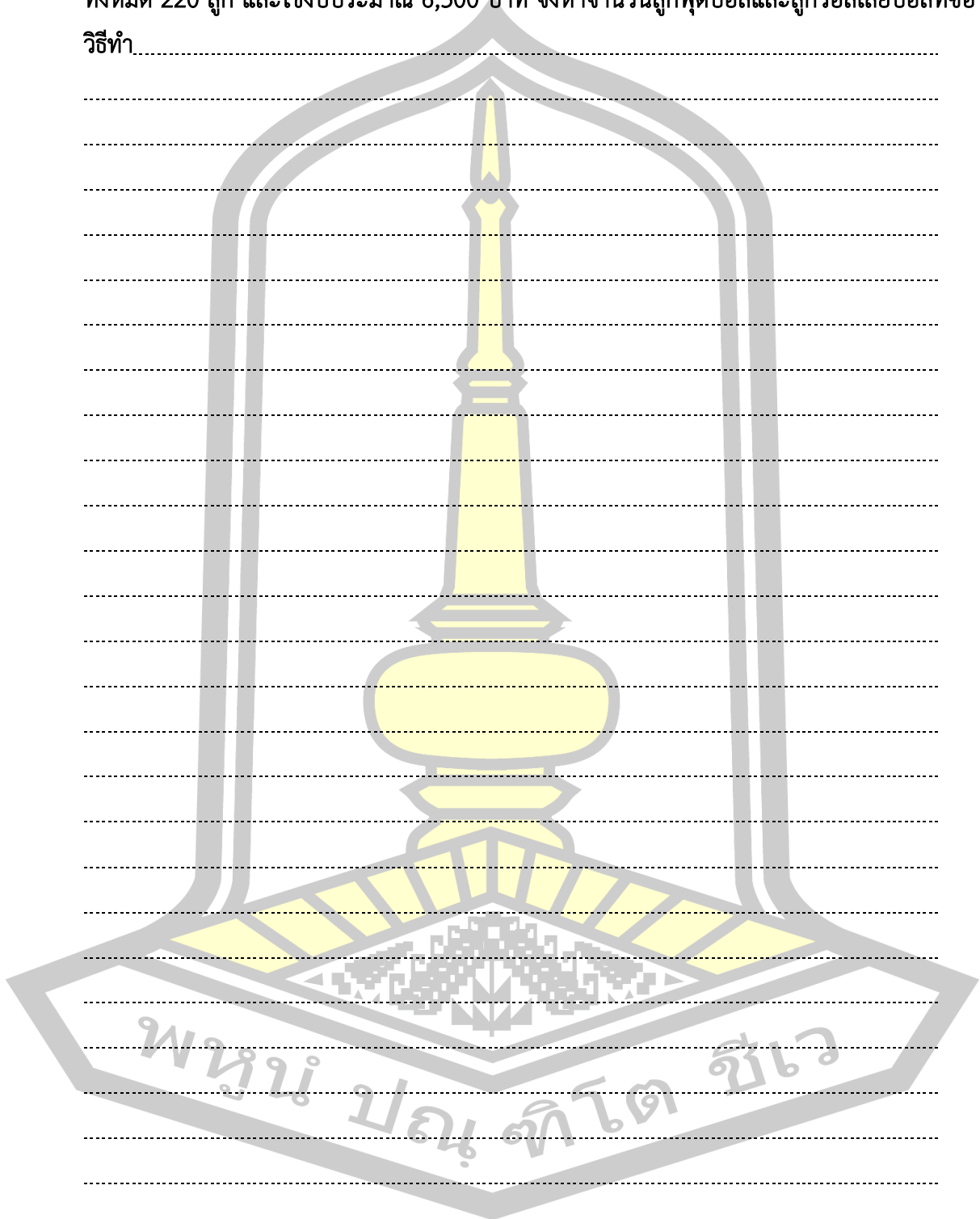
$$x - 2y = -4$$

$$3x + 2y = -12$$

วิธีทำ

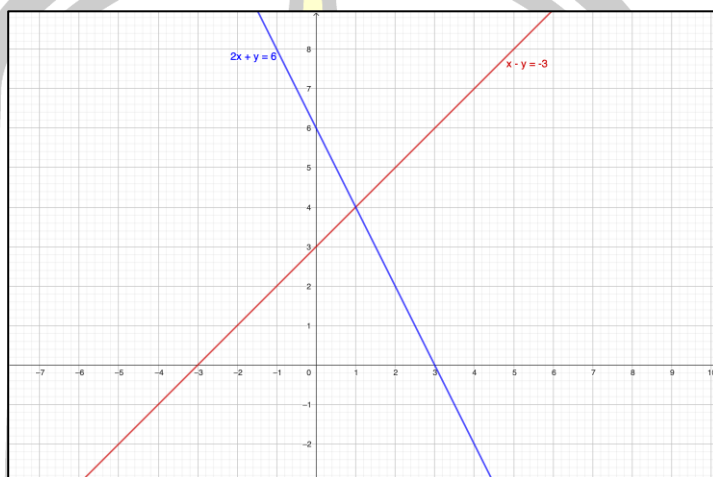


5. ลูกฟุตบอลราคา 35 บาทต่อลูก ลูกวอลเลย์บอลราคา 25 บาทต่อลูก รวมซื้ออุปกรณ์กีฬาได้ทั้งหมด 220 ลูก และใช้งบประมาณ 6,300 บาท จงหาจำนวนลูกฟุตบอลและลูกวอลเลย์บอลที่ซื้อ
วิธีทำ.....



เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. จงสร้างโจทย์ปัญหาจากกราฟที่กำหนดให้ พร้อมบอกคำตอบของโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้น



โจทย์ปัญหา คือ ตัวอย่างคำตอบ โรงเรียนแห่งหนึ่งจัดกิจกรรมเพื่อระดมทุนโดยการขายสินค้า 2 ประเภท ประเภทที่ 1 ขายเป็นชุด (ประกอบด้วยสินค้า 2 ชิ้น) ประเภทที่ 2 ขายแยกเป็นชิ้นเดียว รวมทั้งหมดมีการขายได้ 6 ชุด (สินค้าชิ้นที่ขายในชุดนับรวมเป็นสินค้าแยก) และเมื่อคำนวณยอดขายสุทธิ พบว่าจำนวนสินค้าทั้งสองประเภทแตกต่างกัน 3 ชิ้น โดยจำนวนสินค้าประเภทที่ 2 มากกว่าจำนวนสินค้าประเภทที่ 1 จงหาจำนวนสินค้าประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ที่ขายได้

วิธีทำ ให้ x แทน จำนวนสินค้าประเภทที่ 1

y แทน จำนวนสินค้าประเภทที่ 2

สมการที่ได้ คือ $2x + y = 6$

$y - x = 3$ หรือ $x - y = -3$

ตอบ จำนวนสินค้าประเภทที่ 1 ขายได้ 1 ชุด และจำนวนสินค้าประเภทที่ 2 ขายได้ 4 ชิ้น

2. จงแสดงวิธีการหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้โดยวิธีเขียนกราฟ

$$x - 2y = -4$$

$$3x + 2y = -12$$

วิธีทำ

จาก $x - 2y = -4$ จะได้

จาก $3x + 2y = -12$ จะได้

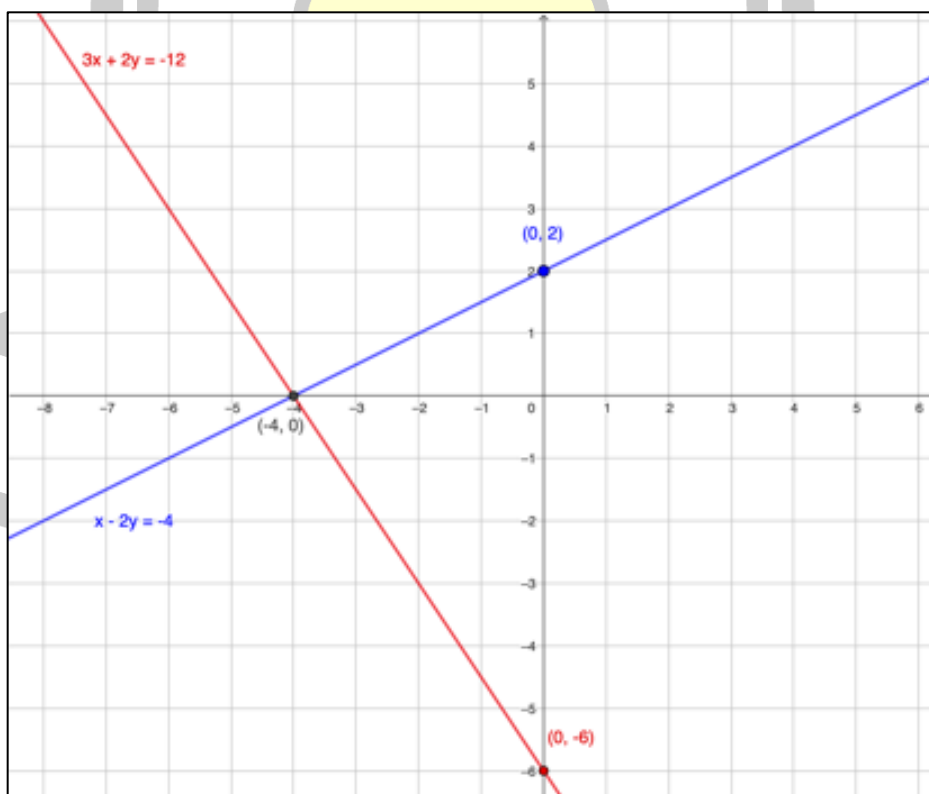
x	-4	0	x	-4	0
y	0	2	y	0	-6

ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ $(-4, 0)$

ตรวจคำตอบ

$$-4 - 2(0) = -4 - 0 = -4 \text{ เป็นจริง}$$

$$3(-4) + 2(0) = -12 \text{ เป็นจริง}$$



3. จงแสดงวิธีการหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้โดยวิธีแทนค่าตัวแปร

$$2x + 3y = 12$$

$$x - y = 1$$

วิธีทำ

$$\text{ให้ } 2x + 3y = 12 \quad (1)$$

ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ (3, 2)

$$x - y = 1 \quad (2)$$

ตรวจคำตอบ

$$\text{จาก (2) จะได้ } x = y - 1 \quad (3)$$

แทน $x = 3$ และ $y = 2$ ใน (1)

นำ (3) แทนใน (1) จะได้

$$2(3) + 3(2) = 6 + 6 = 12 \text{ เป็นจริง}$$

$$2(y - 1) + 3y = 12$$

แทน $x = 3$ และ $y = 2$ ใน (2)

$$2y - 2 + 3y = 12$$

$$3 - 2 = 1 \text{ เป็นจริง}$$

$$5y = 10$$

ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ (3, 2)

$$y = 2$$

นำ $y = 2$ แทนใน (3) จะได้

$$x = 2 - 1$$

$$x = 1$$

4. จงแสดงวิธีการหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้โดยวิธีกำจัดตัวแปร

$$2x + 3y = -12$$

$$4x - 2y = -8$$

วิธีทำ

$$\text{ให้ } 2x + 3y = -12 \quad (1)$$

คำตอบของระบบสมการ คือ (-3, -2)

$$4x - 2y = -8 \quad (2)$$

ตรวจคำตอบ

$$(1) \times 2 ; 4x + 6y = -24 \quad (3)$$

แทน $x = -3$ และ $y = -2$ ใน (1)

$$(2) - (3) ; -8y = 16$$

$$2(-3) + 3(-2) = -6 + (-6) = -12 \text{ เป็นจริง}$$

$$y = -2$$

แทน $x = -3$ และ $y = -2$ ใน (2)

นำ $y = -2$ แทนใน (1) จะได้

$$4(-3) - 2(-2) = -12 + 4 = -8 \text{ เป็นจริง}$$

$$2x + 3(-2) = -12$$

ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ (-3, -2)

$$2x = -12 + 6$$

$$2x = -6$$

$$x = -3$$

5. ลูกฟุตบอลราคา 35 บาทต่อลูก ลูกวอลเลย์บอลราคา 25 บาทต่อลูก รวมซื้ออุปกรณ์กีฬาได้ทั้งหมด 220 ลูก และใช้งบประมาณ 6,300 บาท จงหาจำนวนลูกฟุตบอลและลูกวอลเลย์บอลที่ซื้อ

วิธีทำ

สิ่งที่โจทย์ถาม : จำนวนลูกฟุตบอลและลูกวอลเลย์บอลที่ซื้อ

สิ่งที่โจทย์ให้ : ลูกฟุตบอลราคา 35 บาทต่อลูก

ลูกวอลเลย์บอลราคา 25 บาทต่อลูก

รวมซื้ออุปกรณ์กีฬาได้ทั้งหมด 220 ลูก และใช้งบประมาณ 6,300 บาท

กำหนดให้ x แทน จำนวนลูกฟุตบอล

y แทน จำนวนลูกวอลเลย์บอล

จากข้อมูลที่ให้มา สามารถสร้างสมการได้ดังนี้:

- ซื้ออุปกรณ์กีฬาได้ทั้งหมด 220 ใบ คือ

$$x + y = 220 \quad (1)$$

- ลูกฟุตบอลราคา 35 บาท

ต่อใบ ลูกวอลเลย์บอลราคา 25 บาทต่อลูก และใช้งบประมาณ 6,300 บาท

$$35x + 25y = 6300 \quad (2)$$

$$(1) \times 25 ; 25x + 25y = 5500 \quad (3)$$

$$(2) - (3) ; 35x - 25x = 6300 - 5500$$

$$10x = 800$$

$$x = 80$$

$$\text{แทน } x = 80 \text{ ใน } (1) ; 80 + y = 220$$

$$y = 140$$

ดังนั้น มีลูกฟุตบอลจำนวน 80 ลูก

และมีลูกวอลเลย์บอลจำนวน 140 ลูก

ตรวจคำตอบ : รวมซื้ออุปกรณ์กีฬาได้ทั้งหมด $80 + 140$ ลูก = 220 ลูก

ใช้งบประมาณในการซื้อลูกฟุตบอลเท่ากับ $80 \times 35 = 2,800$ บาท

ใช้งบประมาณในการซื้อลูกวอลเลย์บอลเท่ากับ $140 \times 25 = 3,500$ บาท

นั่นคือ ใช้งบประมาณทั้งหมดเท่ากับ $2,800 + 3,500 = 6,300$ บาท



แบบวัดความพึงพอใจต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra

คำชี้แจง : แบบวัดความพึงพอใจชุดนี้จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โปรดอ่านข้อความแต่ละข้อและพิจารณาว่านักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับความเหมาะสมใด แล้วเติมเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง

- เกณฑ์การประเมิน 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อ	รายการ	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1	ฉันรู้สึกว่าการนำเสนอเนื้อหา มีลำดับขั้นตอนที่ดี ทำความเข้าใจในบทเรียนได้ง่าย					
2	ฉันรู้สึกว่าการใช้ GeoGebra ทำให้การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก					
3	ฉันรู้สึกมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน					
4	ฉันรู้สึกว่าการเรียนการสอนช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้ง่าย					
5	ฉันรู้สึกว่าการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก					
6	ฉันรู้สึกว่าการจัดการเรียนรู้ช่วยให้สามารถเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง					
7	ฉันรู้สึกว่าคุณมีการยกตัวอย่างในอย่างชัดเจน เพิ่มความเข้าใจให้กับนักเรียน					
8	ฉันรู้สึกยินดีและเต็มใจที่จะอธิบายความรู้เมื่อเพื่อนมาถาม					
9	ฉันรู้สึกว่าการใช้สื่อ GeoGebra ช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหา คณิตศาสตร์					
10	ฉันรู้สึกว่าการใช้สื่อ GeoGebra ทำให้เข้าใจกราฟและรูปทรงเรขาคณิตได้ดีขึ้น					

ขอเสนอแนะเพิ่มเติม.....



แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่
เรื่อง แนะนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดยใช้การเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง : แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านโดยคะแนนความเหมาะสมเป็นดังนี้ 5 = มากที่สุด, 4 = มาก, 3 = ปานกลาง, 2 = น้อย, 1 = น้อยที่สุด

ที่	รายการ	ความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1	มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ มีความเชื่อมโยงกัน					
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด					
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดและประเมินได้					
4	ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra					
5	สื่อ อุปกรณ์ สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
6	วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
7	วิธีการประเมิน เครื่องมือ และเกณฑ์การประเมินมีความสอดคล้องกัน					
8	เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความเหมาะสม					
9	เกณฑ์การประเมินมีความเหมาะสม					
10	แผนการจัดการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

ตาราง 11 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ที่	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน			
		แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4
1	มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ มีความเชื่อมโยงกัน	5.00	5.00	5.00	5.00
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5.00	5.00	5.00	5.00
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัด และประเมินได้	4.80	5.00	5.00	5.00
4	ความเหมาะสมของกิจกรรมการ เรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra	5.00	4.80	4.80	5.00
5	สื่อ อุปกรณ์ สอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00
6	วัดและประเมินผลได้ครอบคลุม จุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	4.80	4.80	4.80
7	วิธีการประเมิน เครื่องมือ และ เกณฑ์การประเมินมีความ สอดคล้องกัน	4.20	4.20	4.20	4.40
8	เครื่องมือวัดและประเมินผลมี ความเหมาะสม	4.60	4.60	4.20	4.40
9	เกณฑ์การประเมินมีความ เหมาะสม	4.40	4.20	4.40	4.40
10	แผนการจัดการเรียนรู้สามารถ นำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ได้จริง	4.60	4.60	4.60	4.60
ค่าเฉลี่ย		4.74	4.72	4.70	4.76
แปลผลค่าเฉลี่ย		มีความ เหมาะสม มากที่สุด	มีความ เหมาะสม มากที่สุด	มีความ เหมาะสม มากที่สุด	มีความ เหมาะสม มากที่สุด

ตาราง 11 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน			
		แผนที่ 5	แผนที่ 6	แผนที่ 7	แผนที่ 8
1	มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ มีความเชื่อมโยงกัน	5.00	5.00	5.00	5.00
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.60	4.60	4.60	4.60
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัด และประเมินได้	5.00	5.00	5.00	5.00
4	ความเหมาะสมของกิจกรรมการ เรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra	4.80	4.80	4.80	4.80
5	สื่อ อุปกรณ์ สอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00
6	วัดและประเมินผลได้ครอบคลุม จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	4.60	4.60	4.60
7	วิธีการประเมิน เครื่องมือ และ เกณฑ์การประเมินมีความ สอดคล้องกัน	4.20	4.20	4.20	4.20
8	เครื่องมือวัดและประเมินผลมี ความเหมาะสม	4.20	4.40	4.40	4.40
9	เกณฑ์การประเมินมีความ เหมาะสม	4.40	4.40	4.40	4.40
10	แผนการจัดการเรียนรู้สามารถ นำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ได้จริง	4.60	4.40	4.40	4.60
ค่าเฉลี่ย		4.64	4.64	4.64	4.66
แปลผล		มีความ เหมาะสม มากที่สุด	มีความ เหมาะสม มากที่สุด	มีความ เหมาะสม มากที่สุด	มีความ เหมาะสม มากที่สุด

ตาราง 11 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน				
		แผนที่ 9	แผนที่ 10	แผนที่ 11	แผนที่ 12	แผนที่ 13
1	มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ มีความเชื่อมโยงกัน	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
2	จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้อง กับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.60	5.00	4.60	4.60	4.80
3	จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัด และประเมินได้	5.00	5.00	4.80	5.00	5.00
4	ความเหมาะสมของกิจกรรมการ เรียนรู้ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra	4.80	5.00	5.00	4.80	5.00
5	สื่อ อุปกรณ์ สอดคล้องกับ กิจกรรมการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
6	วัดและประเมินผลได้ครอบคลุม จุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	4.80	4.80	4.80	4.80
7	วิธีการประเมิน เครื่องมือ และ เกณฑ์การประเมินมีความ สอดคล้องกัน	4.20	4.40	4.40	4.20	4.40
8	เครื่องมือวัดและประเมินผลมี ความเหมาะสม	4.20	4.40	4.40	4.40	4.40
9	เกณฑ์การประเมินมีความ เหมาะสม	4.40	4.20	4.20	4.20	4.20
10	แผนการจัดการเรียนรู้สามารถ นำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ได้จริง	4.60	4.80	4.80	4.60	4.80
ค่าเฉลี่ย		4.64	4.76	4.70	4.66	4.74
แปลผล		มีความ เหมาะสม มากที่สุด	มีความ เหมาะสม มากที่สุด	มีความ เหมาะสม มากที่สุด	มีความ เหมาะสม มากที่สุด	มีความ เหมาะสม มากที่สุด



แบบประเมินความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อสอบแต่ละข้อว่าวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านโดยคะแนนความเหมาะสมเป็นดังนี้

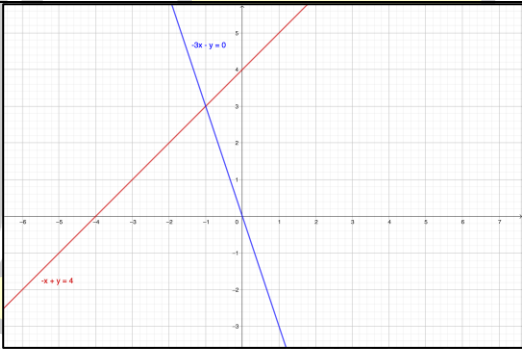
ทำเครื่องหมาย ✓	✓	ในช่อง +1	ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ทำเครื่องหมาย ✓	✓	ในช่อง 0	ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ทำเครื่องหมาย ✓	✓	ในช่อง -1	ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ข้อสอบชนิดปรนัย

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
เรื่อง แนะนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร						
1. บอก ความหมาย ของระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรและ บอก	1. ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรหมายถึง อะไร ก. สมการที่มีคำตอบเพียงหนึ่งค่า ข. ระบบสมการที่ประกอบด้วยสมการเชิงเส้น สองสมการและมีตัวแปรสองตัว ค. สมการที่ประกอบด้วยตัวแปรสามตัว ง. สมการที่มีแต่ตัวเลขไม่มีตัวแปร	ข.				
ความหมาย ของคำตอบ ของระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรได้	2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นระบบสมการเชิงเส้นสองตัว แปร ก. $x^2 + y^2 = 25$ และ $x - y = 3$ ข. $2x + 3y = 6$ และ $x^2 + y = 4$ ค. $2x + 3y = 5$ และ $x - y = 4$ ง. $3x + 2 = 6$	ค.				
	3. คำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร คืออะไร ก. จุดที่ทำให้สมการเป็นจริงทั้งสองสมการ ข. ค่าที่ทำให้สมการหนึ่งสมการเป็นจริง ค. ค่าของตัวแปรตัวเดียวที่ทำให้สมการเป็นจริง ง. สมการที่ไม่มีคำตอบ	ก.				

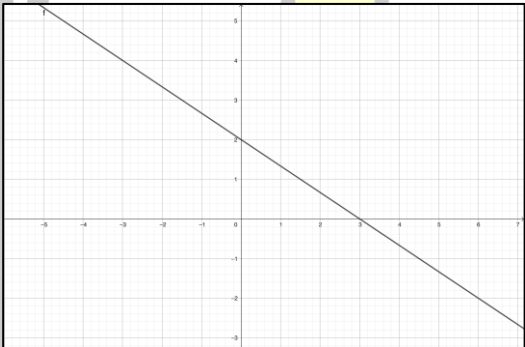
จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
	<p>4. คำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรสามารถแสดงได้ในลักษณะใด</p> <p>ก. เส้นกราฟวงกลม</p> <p>ข. ตัวเลขเพียงค่าเดียว</p> <p>ค. สูตรสมการเดียว</p> <p>ง. คู่อันดับ (x, y)</p>	ง.				
2. เชื่อมโยงความรู้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรกับคู่อันดับและกราฟได้	<p>5. กราฟของระบบสมการ $3x + 2y = 6$ และ $7x + 2y = 9$ จะมีลักษณะอย่างไร</p> <p>ก. เป็นเส้นตรง 2 เส้น</p> <p>ข. เป็นกราฟโค้ง 2 เส้น</p> <p>ค. เป็นเส้นวงกลม</p> <p>ง. ไม่มีกราฟ</p>	ก.				
	<p>6. คู่อันดับ (x, y) ที่เป็นคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรคืออะไร</p> <p>ก. จุดที่อยู่บนเส้นตรงหนึ่งเส้น</p> <p>ข. จุดที่อยู่บนเส้นตรงทั้งสองเส้น</p> <p>ค. จุดที่อยู่บนกราฟพาราโบลา</p> <p>ง. จุดที่มีค่า x และ y เท่ากัน</p>	ข.				
	<p>7. หากจุด A(2, 5) เป็นจุดหนึ่งบนกราฟของสมการ $y = 2x + 1$ และ $y = 3x - 1$ ข้อใดกล่าวถูกต้อง</p> <p>ก. ค่า x และ y ไม่ทำให้สมการเป็นจริง</p> <p>ข. ค่า x และ y ทำให้สมการเป็นจริง</p> <p>ค. จุด A ไม่อยู่บนกราฟสมการ</p> <p>ง. จุด A เป็นจุดตัดของกราฟ</p>	ข.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
2. เชื่อมโยง ความรู้ระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรกับคู่ อันดับและ กราฟได้	8. คำตอบของระบบสมการ $2x + 3y = 6$ และ $x - y = 1$ ในกราฟคืออะไร ก. ค่า y เมื่อ $x = 0$ ข. จุดเริ่มต้นของกราฟ ค. ความชันของกราฟ ง. จุดตัดของกราฟทั้งสองสมการ	ง.				
	9. คู่อันดับใดต่อไปนี้อยู่บนกราฟของสมการ $2x + y = 8$ และ $x - 2y = -6$ ก. (0, 3) ข. (4, 1) ค. (2, 4) ง. (1, 0)	ค.				
เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร						
3. บอก คำตอบ ของระบบ สมการ เชิงเส้นสอง ตัวแปรได้		ง.				
	10. จากกราฟคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรคือข้อใด ก. (3, 1) ข. (3, -1) ค. (1, 3) ง. (-1, 3)					

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
3. บอก คำตอบ ของระบบ สมการ เชิงเส้นสอง ตัวแปรได้	11. ระบบสมการใดมีคำตอบเป็น (3, 2) ก. $2x + y = 6$ และ $x - y = 1$ ข. $x + y = 5$ และ $x - y = 1$ ค. $3x - 2y = 7$ และ $x + 2y = 6$ ง. $2x - y = 4$ และ $2x + y = 5$	ข.				
	12. ถ้ากราฟของสมการ $y = -x + 5$ ตัดกับ กราฟของสมการ $y = 2x - 1$ ที่จุดหนึ่ง จุดนั้นคือข้อใด ก. (1, 4) ข. (2, 3) ค. (3, 2) ง. (4, 1)	ข.				
	13. คำตอบของระบบสมการ $2x + y = 7$ และ $x - y = 2$ คืออะไร ก. (2, 3) ข. (1, 2) ค. (3, 1) ง. (4, 0)	ค.				
	14. ถ้ากราฟของระบบสมการเชิงเส้นสอง ตัวแปรขนานกัน แสดงว่าระบบสมการนี้มี ลักษณะอย่างไร? ก. ไม่มีคำตอบ ข. มีคำตอบหนึ่งค่า ค. มีคำตอบไม่สิ้นสุด ง. กราฟตัดกันที่จุดกำเนิด	ก.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
3. บอก คำตอบ ของระบบ สมการ เชิงเส้นสอง ตัวแปรได้	15. หาระบบสมการ $y = x + 2$ และ $y = -x + 4$ ตัดกันที่จุดหนึ่ง แสดงว่าคำตอบของระบบสมการนี้คืออะไร? ก. มีคำตอบหนึ่งค่า ข. ไม่มีคำตอบ ค. คำตอบไม่สิ้นสุด ง. ขึ้นอยู่กับค่า y เท่านั้น	ก.				
	16. ถ้าคู่อันดับ $(3,2)$ เป็นคำตอบของระบบสมการ $x + y = 5$ และ $x - y = 1$ สามารถสรุปได้ว่าอะไร? ก. จุด $(3,2)$ อยู่บนเส้นกราฟทั้งสองเส้น ข. จุด $(3,2)$ อยู่บนกราฟเส้นแรกเท่านั้น ค. จุด $(3,2)$ อยู่บนกราฟเส้นที่สองเท่านั้น ง. จุด $(3,2)$ ไม่ใช่คำตอบ	ก.				
	17. ระบบสมการ $2x + y = 8$ และ $4x + 2y = 8$ มีลักษณะกราฟอย่างไร? ก. เส้นกราฟตัดกันที่จุดหนึ่ง ข. เส้นกราฟซ้อนทับกัน ค. เส้นกราฟขนานกัน ง. เส้นกราฟไม่มีจุดตัด	ค.				
	18. หากคำตอบของระบบสมการ $x + y = 7$ และ $2x + 2y = 14$ เป็นไปได้ไม่สิ้นสุด หมายความว่าอะไร? ก. เส้นกราฟขนานกัน ข. เส้นกราฟไม่มีจุดตัด ค. เส้นกราฟตัดกันที่จุดเดียว ง. เส้นกราฟเป็นเส้นตรงเดียวกัน	ง.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
3. บอก คำตอบ ของระบบ สมการ เชิงเส้นสอง ตัวแปรได้	19. ระบบสมการในข้อไม่มีคำตอบ ก. $x + 2y = 4$ และ $2x + 4y = 4$ ข. $2x + 2y = 4$ และ $2x + 2y = 4$ ค. $3x + 2y = 4$ และ $-2x + 2y = 5$ ง. $4x + 2y = 4$ และ $4x + 2y = 10$	ง.				
4. เชื่อมโยง ความรู้ใน การวาด กราฟ เส้นตรงของ ระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรกับเรื่อง สมการเชิง เส้นสองตัว แปรได้	20. กราฟของสมการ $x + y = 5$ เป็นเส้นตรงที่ ตัดแกน x และแกน y ที่จุดใดตามลำดับ ก. (0,5) และ (5,0) ข. (0,5) และ (0,0) ค. (5,0) และ (5,5) ง. (5,0) และ (0,5)	ง.				
	21. การวาดกราฟของสมการ $2x - 3y = 1$ ด้วยการหาจุดตัดแกนต้องเริ่มต้นด้วยการหาค่า ใด ก. ค่า x เมื่อ $y = 0$ และค่า y เมื่อ $x = 0$ ข. ค่า y เมื่อ $x = 1$ ค. ค่า x เมื่อ $y = 1$ ง. ความชันของกราฟ	ก.				
	22. เมื่อวาดกราฟของสมการ $x + y = 4$ และ $2x + 2y = 8$ จะได้กราฟลักษณะใด ก. เส้นกราฟขนานกัน ข. เส้นกราฟตัดกันที่จุดหนึ่ง ค. เส้นกราฟซ้อนทับกัน ง. เส้นกราฟไม่มีจุดตัด	ค.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
4. เชื่อมโยง ความรู้ใน การวาด กราฟ เส้นตรงของ ระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรกับเรื่อง สมการเชิง เส้นสองตัว แปรได้	23. สมการเชิงเส้นสองตัวแปรใดมีความชัน เท่ากับ -2 ก. $y = -2x + 3$ ข. $y = 2x - 3$ ค. $y = 3x - 2$ ง. $y = -3x + 2$	ก.				
	 <p>24. จากกราฟที่กำหนดให้ห้สมการตรงกับข้อใด ก. $x + 3y = 6$ ข. $x + 4y = 6$ ค. $2x + 3y = 6$ ง. $2x + 4y = 6$</p>	ค.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
5. เชื่อมโยง ความรู้การ แก้ระบบ สมการ เชิงเส้นสอง ตัวแปรโดย วิธีการแทน ค่าตัวแปร กับเรื่อง สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียวได้	<p>25. ให้ระบบสมการ</p> $x + y = 5 \quad (1)$ $2x - y = 4 \quad (2)$ <p>หากแทนค่า $y = 5 - x$ ลงในสมการที่สอง จะได้สมการตัวแปรเดียวในรูปใด</p> <p>ก. $x - 5 + 2x = 4$ ข. $x + (5 - x) = 4$ ค. $2x - 5 - x = 4$ ง. $2x - (5 - x) = 4$</p>	ง.				
	<p>26. ระบบสมการ</p> $x + y = 15 \quad (1)$ $x - y = 5 \quad (2)$ <p>หากแก้ด้วยวิธีการแทนค่าตัวแปรโดยแทนค่า $y = 15 - x$ ลงในสมการที่สอง จะได้สมการตัวแปรเดียวเป็นอย่างไร?</p> <p>ก. $x - (15 - x) = 5$ ข. $x + (15 - x) = 5$ ค. $15 - x - y = 5$ ง. $x + y - 5 = 15$</p>	ก.				
	<p>27. ในระบบสมการ $2x + y = 10$ และ $4x + 2y = 25$ ถ้าแก้ระบบสมการด้วยวิธีแทนค่าตัวแปรจะเกิดสมการที่มีลักษณะใด</p> <p>ก. สมการเชิงเส้นที่เป็นจริง ข. สมการเชิงเส้นที่ไม่เป็นจริง ค. สมการกำลังสองที่เป็นจริง ง. สมการกำลังสองที่ไม่เป็นจริง</p>	ข.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
5. เชื่อมโยง ความรู้การ แก้ระบบ สมการ เชิงเส้นสอง ตัวแปรโดย วิธีการแทน ค่าตัวแปร กับเรื่อง สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียวได้	<p>28. ถ้าแก้ระบบสมการ</p> $x + y = 9 \quad \text{--- (1)}$ $y = 2x - 3 \quad \text{--- (2)}$ <p>โดยวิธีแทนค่า $y = 2x - 3$ ในสมการที่ 1 จะได้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่คำตอบ สอดคล้องกับข้อใด</p> <p>ก. การหาค่า y โดยตรง ข. การกำจัดตัวแปร y ค. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y ง. การคำนวณที่ขัดแย้ง</p>					
	<p>29. ถ้ากราฟของระบบสมการ</p> $y = 3x - 2 \quad \text{--- (1)}$ $y = -x + 4 \quad \text{--- (2)}$ <p>ตัดกันที่จุดเดียว การแทนค่า $y = 3x - 2$ ใน สมการที่สอง จะได้สมการตัวแปรเดียวเป็น อย่างไร</p> <p>ก. $3x - x = 4$ ข. $-x + 4 = y - x + 4$ ค. $3x + 2 = -x - 4$ ง. $3x - 2 = -x + 4$</p>	ง.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
6. เชื่อมโยง ความรู้การ แก้ระบบ สมการเชิง สองเส้นตัว แปรโดยวิธี กำจัดตัว แปรกับเรื่อง พหุนามได้	30. ในระบบสมการ $2x + y = 7$ และ $x - y = 3$ ถ้าใช้วิธีกำจัดตัวแปร y จะต้องทำอย่างไร ก. คูณสมการที่สองด้วย 2 ก่อน แล้วบวกสมการทั้งสอง ข. คูณสมการแรกด้วย 2 ก่อน แล้วบวกสมการทั้งสอง ค. บวกสมการทั้งสองเข้าด้วยกันโดยตรง ง. ลบสมการที่สองออกจากสมการแรกโดยตรง	ค.				
	31. เมื่อใช้วิธีกำจัดตัวแปรเพื่อแก้ระบบสมการ $x + y = 5$ และ $x - y = 1$ หากบวกสมการทั้งสอง จะได้สมการใหม่ในรูปใด ก. $y = 1$ ข. $x = 3$ ค. $2y = 6$ ง. $2x = 6$	ง.				
	32. ถ้ากำจัดตัวแปร x จากระบบสมการ $2x + y = 9$ (1) $x - y = 3$ (2) จะต้องทำอย่างไร ก. คูณสมการที่สองด้วย 2 แล้วบวกสมการทั้งสอง ข. คูณสมการที่หนึ่งด้วย 2 แล้วลบสมการที่สอง ค. บวกสมการทั้งสองเข้าด้วยกันโดยตรง ง. ลบสมการที่สองออกจากสมการแรก	ก.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
6. เชื่อมโยง ความรู้การ แก้ระบบ สมการเชิง สองเส้นตัว แปรโดยวิธี กำจัดตัว แปรกับเรื่อง พหุนามได้	<p>33. ระบบสมการ</p> $4x + 5y = 3 \quad (1)$ $6x - 3y = 9 \quad (2)$ <p>ถ้าต้องการกำจัดตัวแปร y ควรทำอย่างไร</p> <p>ก. คูณสมการแรกด้วย 6 และสมการที่สองด้วย 4</p> <p>ข. คูณสมการแรกด้วย 3 และสมการที่สองด้วย 5</p> <p>ค. คูณสมการแรกด้วย 3 และสมการที่สองด้วย 4</p> <p>ง. คูณสมการแรกด้วย 5 และสมการที่สองด้วย 3</p>	ข.				
	<p>34. เมื่อแก้ระบบสมการ $7x + 4y = 46$ และ $5x - 6y = -4$ โดยกำจัดตัวแปร y จะได้ สมการในรูปใด</p> <p>ก. $31x = 120$</p> <p>ข. $31x = 130$</p> <p>ค. $x = 3$</p> <p>ง. $x = 5$</p>	ข.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร						
7. ระบุสิ่งที่ โจทย์ปัญหา ระบบ สมการ เชิงเส้น สองตัวแปร กำหนดให้ได้	35. พ่อค้าเก็บค่าจอดรถจักรยานยนต์คันละ 20 บาท และรถยนต์คันละ 50 บาท ในวันหนึ่งเก็บค่าจอดรถได้ทั้งหมด 1,100 บาท จากจำนวนรถทั้งหมด 40 คัน สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร ก. จำนวนรถจักรยานยนต์และรถยนต์ ข. ค่าจอดรถของรถแต่ละประเภท ค. จำนวนรถจักรยานยนต์ทั้งหมดที่จอด ง. จำนวนเงินที่เก็บได้จากรถยนต์	ข.				
	36. โรงเรียนแห่งหนึ่งจัดซื้อโต๊ะและเก้าอี้รวมกัน 40 ตัว โต๊ะตัวละ 1,200 บาท และเก้าอี้ตัวละ 800 บาท โดยใช้งบประมาณทั้งหมด 36,000 บาท สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร ก. จำนวนโต๊ะและเก้าอี้ที่โรงเรียนใช้งานไม่ได้ ข. งบประมาณที่ใช้ในการซื้อเก้าอี้ ค. ราคาต่อหน่วยของโต๊ะและเก้าอี้ ง. จำนวนโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้งาน	ค.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
7. ระบุสิ่งที่ โจทย์ปัญหา ระบบ สมการ เชิงเส้น สองตัวแปร กำหนดให้ได้	<p>37. ร้านกาแฟแห่งหนึ่งขายกาแฟลาเต้แก้วละ 45 บาท และอเมริกาโน่แก้วละ 50 บาท หากในวันหนึ่งขายกาแฟได้ทั้งหมด 30 แก้ว รวมเป็นเงิน 1,380 บาท อยากทราบว่าร้านขายลาเต้และอเมริกาโน่ได้อย่างละกี่แก้ว สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร</p> <p>ก. ราคาอเมริกาโน่แพงกว่าลาเต้เท่าไร ข. รายได้ที่ขายได้ในหนึ่งวัน ค. ราคาเครื่องดื่มแต่ละชนิด ง. จำนวนเครื่องดื่มแต่ละชนิดที่ขายได้</p>	ง.				
	<p>38. นักศึกษาคนหนึ่งซื้อหนังสือเล่มใหญ่ 2 เล่ม และเล่มเล็ก 3 เล่ม ในราคา 600 บาท และซื้อหนังสือเล่มใหญ่ 3 เล่ม กับเล่มเล็ก 2 เล่ม ในราคา 700 บาท อยากทราบว่าหนังสือแต่ละเล่มราคาเล่มละเท่าไร สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร</p> <p>ก. ราคาของหนังสือเล่มเล็กรวมกับราคาของหนังสือเล่มใหญ่ ข. ราคาของหนังสือเล่มเล็กและราคาของหนังสือเล่มใหญ่ ค. ราคาของหนังสือเล่มเล็กถูกหรือแพงกว่าหนังสือเล่มใหญ่ ง. จำนวนหนังสือเล่มเล็กมีมากกว่าหนังสือเล่มใหญ่เท่าใด</p>	ข.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
8. เชื่อมโยง ความรู้ระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรไปใช้ ในการ แก้ปัญหาใน ชีวิตจริงได้	39. ในสวนสัตว์แห่งหนึ่งมีม้าลายและ นกกระจอกเทศรวมกัน 60 ตัว รวมขามีทั้งหมด 200 ขา อยากทราบว่าม้าลายกี่ตัว ก. 30 ตัว ข. 40 ตัว ค. 50 ตัว ง. 20 ตัว	ข.				
	40. ในการทำกิจกรรมสวนสัตว์ สวนสัตว์คิดค่า เข้าชมสำหรับผู้ใหญ่ 80 บาท และสำหรับเด็ก 50 บาท ถ้าคุณจ่ายเงินไป 310 บาท และมีผู้ เข้าไปเที่ยวทั้งหมด 5 คน คุณจะมีผู้ใหญ่และ เด็กกี่คน? ก. ผู้ใหญ่ 4 คน, เด็ก 1 คน ข. ผู้ใหญ่ 3 คน, เด็ก 2 คน ค. ผู้ใหญ่ 2 คน, เด็ก 3 คน ง. ผู้ใหญ่ 1 คน, เด็ก 4 คน	ค.				
	41. ในสวนแห่งหนึ่งมีต้นแอปเปิ้ลและส้ม ถ้าจำนวนต้นแอปเปิ้ลมี 3 เท่าของจำนวนส้ม และผลไม้ทั้งหมดในสวนมี 80 ต้น จงหาจำนวน ต้นแอปเปิ้ลและส้ม ก. แอปเปิ้ล 60 ต้น, ส้ม 20 ต้น ข. แอปเปิ้ล 40 ต้น, ส้ม 40 ต้น ค. แอปเปิ้ล 30 ต้น, ส้ม 50 ต้น ง. แอปเปิ้ล 20 ต้น, ส้ม 60 ต้น	ก.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
8. เชื่อมโยง ความรู้ระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรไปใช้ ในการ แก้ปัญหาใน ชีวิตจริงได้	42. ในการแข่งขันฟุตบอล ทีม A และทีม B ทำ ประตูรวมกันเป็น 7 ประตู และทีม A ทำประตู ได้มากกว่าทีม B 3 ประตู จงหาจำนวนประตูที่ ทีม A ทำได้ ก. 5 ประตู ข. 4 ประตู ค. 6 ประตู ง. 3 ประตู	ก.				
	43. ในห้องสมุดแห่งหนึ่งมีหนังสือนวนิยายและ หนังสือสารคดีรวม 300 เล่ม หากหนังสือ นวนิยายมีจำนวนมากกว่าหนังสือสารคดี 50 เล่ม หนังสือสารคดีมีกี่เล่ม ก. 100 เล่ม ข. 115 เล่ม ค. 125 เล่ม ง. 150 เล่ม	ค.				
	44. โรงเรียนแห่งหนึ่งมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด ในโรงเรียน 1,200 คน และมีจำนวนนักเรียน หญิงเป็นสองเท่าของนักเรียนชาย จงหาว่า จำนวนนักเรียนหญิงมากกว่านักเรียนชายกี่คน ก. 300 คน ข. 350 คน ค. 400 คน ง. 500 คน	ค.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
8. เชื่อมโยง ความรู้ระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรไปใช้ ในการ แก้ปัญหาใน ชีวิตจริงได้	45. คุณแม่ซื้อขนมปัง 2 ก้อน และนมกล่อง 4 กล่อง ในราคา 80 บาท และซื้อขนมปัง 3 ก้อน กับนมกล่อง 2 กล่อง ในราคา 70 บาท อยาก ทราบว่าขนมปังราคาขึ้นละกี่บาท ก. 30 บาท ข. 25 บาท ค. 20 บาท ง. 15 บาท	ง.				
	46. แม่ค้าขายแตงโม 5 ลูก และมะม่วง 3 ลูก ได้เงิน 360 บาท และขายแตงโม 2 ลูก กับ มะม่วง 6 ลูก ได้เงิน 240 บาท อยากทราบว่า แตงโมลูกละเท่าไร? ก. 50 บาท ข. 55 บาท ค. 60 บาท ง. 65 บาท	ค.				
	47. ร้านอาหารแห่งหนึ่งขายข้าวมันไก่จานละ 40 บาท และข้าวหมูแดงจานละ 50 บาท หาก ขายข้าวทั้งสองชนิดได้รวมกัน 100 จาน และ ได้เงินทั้งหมด 4,300 บาท อยากทราบว่าร้าน ข้าวหมูแดงได้กี่จาน? ก. 10 จาน ข. 20 จาน ค. 30 จาน ง. 40 จาน	ค.				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	เฉลย	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
			-1	0	+1	
8. เชื่อมโยง ความรู้ระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรไปใช้ ในการ แก้ปัญหาใน ชีวิตจริงได้	48. ร้านขายอุปกรณ์การเรียนขายดินสอกด แท่งละ 25 บาท และปากกาด้ามละ 30 บาท ในวันหนึ่งขายดินสอกดและปากกาได้รวมกัน 40 ชิ้น และได้เงินทั้งหมด 1,100 บาท อยาก ทราบว่าร้านขายดินสอกดมากกว่าหรือน้อยกว่า ปากกา ก. ร้านขายดินสอกดมากกว่าปากกา ข. ร้านขายดินสอกดน้อยกว่าปากกา ค. ร้านขายดินสอกดเท่ากับปากกา ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ	ค.				

เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบชนิดปรนัย : ข้อละ 1 คะแนน



ตาราง 12 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	0	0	3	0.60	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
48	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 13 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และแปลผลคุณภาพของข้อสอบของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ	หมายเหตุ
1	0.72	0.37	ใช้ได้	*
2	0.68	0.20	ใช้ได้	
3	0.76	0.32	ใช้ได้	*
4	0.76	0.32	ใช้ได้	
5	0.64	0.25	ใช้ได้	*
6	0.60	0.31	ใช้ได้	*
7	0.52	0.41	ใช้ได้	
8	0.68	0.42	ใช้ได้	*
9	0.64	0.25	ใช้ได้	
10	0.48	0.46	ใช้ได้	*
11	0.40	0.35	ใช้ได้	*
12	0.60	0.53	ใช้ได้	*
13	0.44	0.52	ใช้ได้	
14	0.80	0.26	ใช้ได้	*
15	0.64	0.25	ใช้ได้	
16	0.64	0.25	ใช้ได้	*
17	0.52	0.63	ใช้ได้	
18	0.48	0.25	ใช้ได้	*
19	0.40	0.35	ใช้ได้	*
20	0.48	0.46	ใช้ได้	
21	0.52	0.41	ใช้ได้	*
22	0.52	0.41	ใช้ได้	*
23	0.68	0.42	ใช้ได้	*
24	0.36	0.18	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	
25	0.52	0.41	ใช้ได้	*
26	0.48	0.46	ใช้ได้	

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ	หมายเหตุ
27	0.40	0.35	ใช้ได้	*
28	0.36	0.40	ใช้ได้	*
29	0.60	0.09	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	
30	0.58	0.33	ใช้ได้	*
31	0.60	0.31	ใช้ได้	
32	0.56	0.58	ใช้ได้	*
33	0.56	0.36	ใช้ได้	*
34	0.24	0.56	ใช้ได้	
35	0.80	0.26	ใช้ได้	*
36	0.64	0.25	ใช้ได้	*
37	0.64	0.25	ใช้ได้	
38	0.80	0.04	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	
39	0.44	0.52	ใช้ได้	*
40	0.48	0.25	ใช้ได้	*
41	0.40	0.57	ใช้ได้	
42	0.56	0.36	ใช้ได้	*
43	0.48	0.68	ใช้ได้	*
44	0.64	0.47	ใช้ได้	*
45	0.64	0.25	ใช้ได้	*
46	0.60	0.31	ใช้ได้	*
47	0.32	0.46	ใช้ได้	
48	0.36	0.62	ใช้ได้	

* ข้อที่นำไปใช้จริง

ตาราง 14 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.72	0.37	16	0.52	0.41
2	0.76	0.32	17	0.40	0.35
3	0.64	0.25	18	0.36	0.40
4	0.60	0.31	19	0.58	0.33
5	0.68	0.42	20	0.56	0.58
6	0.48	0.46	21	0.56	0.36
7	0.40	0.35	22	0.80	0.26
8	0.60	0.53	23	0.64	0.25
9	0.80	0.26	24	0.44	0.52
10	0.64	0.25	25	0.48	0.25
11	0.48	0.25	26	0.56	0.36
12	0.40	0.35	27	0.48	0.68
13	0.52	0.41	28	0.64	0.47
14	0.52	0.41	29	0.64	0.25
15	0.68	0.42	30	0.60	0.31
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (r_{cc}) เท่ากับ 0.94					





แบบประเมินความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นข้อสอบอัตนัย
 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

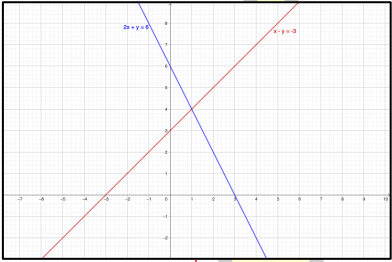
แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อสอบแต่ละข้อว่าวัดได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่

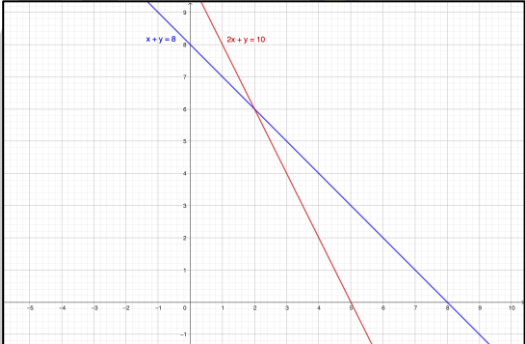
โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านโดยคะแนนความเหมาะสมเป็นดังนี้

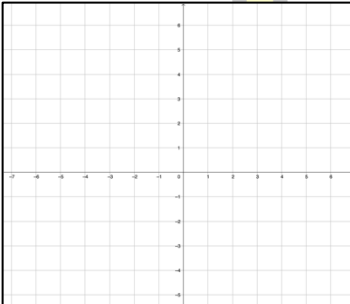
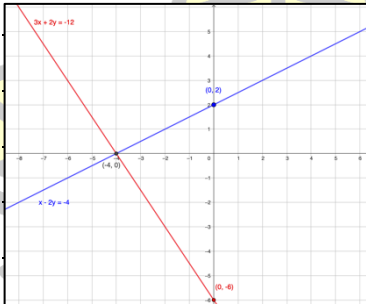
ทำเครื่องหมาย	✓	ในช่อง	+1	ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ทำเครื่องหมาย	✓	ในช่อง	0	ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ทำเครื่องหมาย	✓	ในช่อง	-1	ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

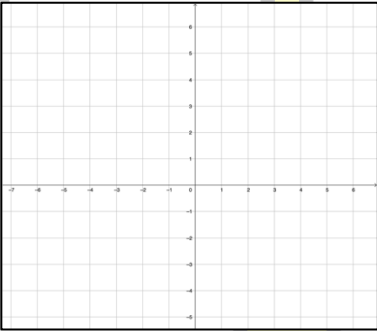
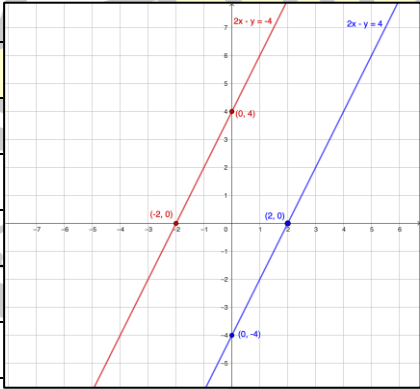
พหุ ประถมศึกษา

ข้อสอบชนิดอันทัน

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนา แนะ
		-1	0	+1	
เรื่อง แนะนำระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร					
1. เชื่อมโยง ความรู้ระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรกับคู่อันดับและ กราฟได้	<p>1. จงสร้างโจทย์ปัญหาจากกราฟที่กำหนดให้ พร้อมบอกคำตอบของโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้น</p>  <p>โจทย์ปัญหา คือ ตัวอย่างคำตอบ โรงเรียน แห่งหนึ่งจัดกิจกรรมเพื่อระดมทุนโดยการขาย สินค้า 2 ประเภท ประเภทที่ 1 ขายเป็นชุด (ประกอบด้วยสินค้า 2 ชิ้น) ประเภทที่ 2 ขาย แยกเป็นชิ้นเดียว รวมทั้งหมดมีการขายได้ 6 ชุด (สินค้าชิ้นที่ขายในชุดนับรวมเป็นสินค้า แยก) และเมื่อคำนวณยอดขายสุทธิ พบว่า จำนวนสินค้าทั้งสองประเภทแตกต่างกัน 3 ชิ้น โดยจำนวนสินค้าประเภทที่ 2 มากกว่า จำนวนสินค้าประเภทที่ 1 จงหาจำนวนสินค้า ประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ที่ขายได้</p> <p>วิธีทำ ให้ x แทน จำนวนสินค้าประเภทที่ 1 y แทน จำนวนสินค้าประเภทที่ 2 สมการที่ได้ คือ</p> <p>$2x + y = 6$</p> <p>$y - x = -3$ หรือ $x - y = 3$</p> <p>ตอบ จำนวนสินค้าประเภทที่ 1 ขายได้ 1 ชุด และจำนวนสินค้าประเภทที่ 2 ขายได้ 4 ชิ้น</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
		-1	0	+1	
1. เชื่อมโยง ความรู้ระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรกับคู่ อันดับและ กราฟได้	<p>2. จงสร้างโจทย์ปัญหาจากกราฟที่กำหนดให้ พร้อมบอกคำตอบของโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้น</p>  <p>โจทย์ปัญหา คือ ตัวอย่างคำตอบ ในงาน แสดงสินค้ามีการจำหน่ายตัวเข้าชม 2 ประเภท ตัวเด็ก และ ตัวผู้ใหญ่ รวมแล้วมี การจำหน่ายตัวทั้งหมด 8 ใบ และยอดขาย จากตัวทั้งสองประเภทเป็นเงินรวม 10 ดอลลาร์ โดยราคาตัวเด็กใบละ 2 ดอลลาร์ และราคาตัวผู้ใหญ่ใบละ 1 ดอลลาร์ จงหา จำนวนตัวเด็กและตัวผู้ใหญ่ที่ขายได้</p> <p>วิธีทำ ให้ x แทน จำนวนตัวเด็ก y แทน จำนวนตัวผู้ใหญ่</p> <p>สมการที่ได้ คือ</p> $x + y = 8$ $2x + y = 10$ <p>ตอบ ขายตัวเด็กได้จำนวน 2 ใบ และ ขายตัวผู้ใหญ่ได้จำนวน 6 ใบ</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ												
		-1	0	+1													
เรื่อง การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร																	
2. เชื่อมโยงความรู้ในการวาดกราฟเส้นตรงของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรกับเรื่องสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้	<p>3. จงแสดงวิธีการหาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้โดยวิธีเขียนกราฟ</p> $x - 2y = -4$ $3x + 2y = -12$  <p>วิธีทำ</p> <p>จาก $x - 2y = -4$ จะได้</p> <table border="1" data-bbox="459 1115 914 1232"> <tr> <td>x</td> <td>-4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> </table> <p>จาก $3x + 2y = -12$ จะได้</p> <table border="1" data-bbox="459 1288 914 1404"> <tr> <td>x</td> <td>-4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>0</td> <td>-6</td> </tr> </table>  <p>ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ $(-4, 0)$</p> <p>ตรวจคำตอบ</p> <p>$-4 - 2(0) = -4 - 0 = -4$ เป็นจริง</p> <p>$3(-4) + 2(0) = -12$ เป็นจริง</p>	x	-4	0	y	0	2	x	-4	0	y	0	-6				
x	-4	0															
y	0	2															
x	-4	0															
y	0	-6															

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ												
		-1	0	+1													
2. เชื่อมโยง ความรู้ใน การวาด กราฟ เส้นตรงของ ระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรกับเรื่อง สมการเชิง เส้นสองตัว แปรได้	<p>4. จงแสดงวิธีการหาคำตอบของระบบสมการ เชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้โดยวิธีเขียนกราฟ</p> $2x - y = -4$ $2x - y = 4$  <p>วิธีทำ</p> <p>จาก $2x - y = -4$ จะได้</p> <table border="1" data-bbox="454 1115 911 1232"> <tbody> <tr> <td>x</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>0</td> <td>-2</td> </tr> </tbody> </table> <p>จาก $2x - y = 4$ จะได้</p> <table border="1" data-bbox="454 1285 911 1402"> <tbody> <tr> <td>x</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>0</td> <td>-4</td> </tr> </tbody> </table>  <p>ดังนั้น ระบบสมการไม่มีคำตอบ</p>	x	4	0	y	0	-2	x	2	0	y	0	-4				
x	4	0															
y	0	-2															
x	2	0															
y	0	-4															

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
		-1	0	+1	
3. เชื่อมโยง ความรู้การ แก้ระบบ สมการ เชิงเส้นสอง ตัวแปรโดย วิธีการแทน ค่าตัวแปร กับเรื่อง สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียวได้	<p>5. จงแสดงวิธีการหาคำตอบของระบบสมการ เชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้โดยวิธีแทนค่าตัวแปร</p> $2x + 3y = 12$ $x - y = 1$ <p>วิธีทำ</p> <p>ให้ $2x + 3y = 12$ (1)</p> <p>..... $x - y = 1$ (2)</p> <p>จาก (2) จะได้ $x = y - 1$ (3)</p> <p>นำ (3) แทนใน (1) จะได้</p> $2(y - 1) + 3y = 12$ $2y - 2 + 3y = 12$ $5y = 10$ $y = 2$ <p>นำ $y = 2$ แทนใน (3) จะได้</p> $x = 2 - 1$ $x = 1$ <p>ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ (1, 2)</p> <p>ตรวจคำตอบ</p> <p>แทน $x = 1$ และ $y = 2$ ใน (1)</p> $2(1) + 3(2) = 2 + 6 = 8 \neq 12$ เป็นจริง <p>แทน $x = 1$ และ $y = 2$ ใน (2)</p> $1 - 2 = -1 \neq 1$ เป็นจริง <p>ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ (1, 2)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
		-1	0	+1	
3. เชื่อมโยง ความรู้การ แก้ระบบ สมการ เชิงเส้นสอง ตัวแปรโดย วิธีการแทน ค่าตัวแปร กับเรื่อง สมการเชิง เส้นตัวแปร เดียวได้	<p>6. จงแสดงวิธีการหาคำตอบของระบบสมการ เชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้โดยวิธีแทนค่าตัวแปร</p> $-x + y = 4$ $3x - 4y = 24$ <p>วิธีทำ</p> <p>ให้ $-x + y = 4$ (1)</p> $2x - 4y = 24$ (2) <p>จาก (1) จะได้ $y = x + 4$ (3)</p> <p>นำ (3) แทนใน (2) จะได้</p> $3x - 4(x + 4) = 24$ $3x - 4x - 16 = 24$ $-x = 24 + 16$ $x = -40$ <p>นำ $x = -40$ แทนใน (3) จะได้</p> $y = -40 + 4$ $y = -36$ <p>ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ $(-40, -36)$</p> <p>ตรวจคำตอบ</p> <p>แทน $x = -40$ และ $y = -36$ ใน (1)</p> $-(-40) + (-36) = 40 - 36 = 4$ เป็นจริง <p>แทน $x = -40$ และ $y = -36$ ใน (2)</p> $3(-40) - 4(-36) = -120 + 144 = 24$ เป็นจริง <p>ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ $(-40, -36)$</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>				

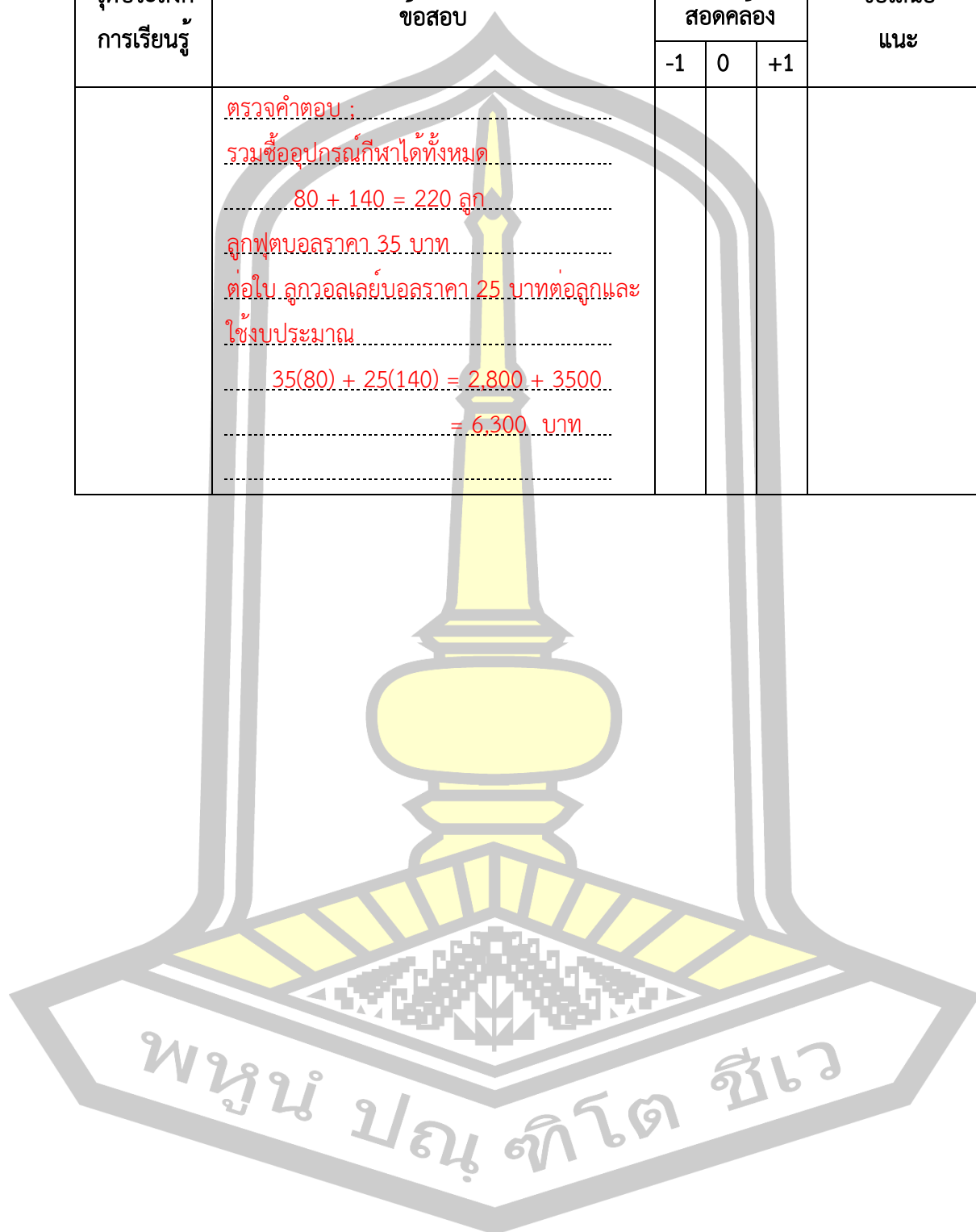
จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
		-1	0	+1	
4. เชื่อมโยง ความรู้การ แก้ระบบ สมการเชิง สองเส้นตัว แปรโดยวิธี กำจัดตัว แปรกับเรื่อง พหุนามได้	<p>7. จงแสดงวิธีการหาคำตอบของระบบสมการ เชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้โดยวิธีกำจัดตัวแปร</p> $2x + 3y = -12$ $4x - 2y = -8$ <p>วิธีทำ</p> <p>ให้ $2x + 3y = -12$ (1)</p> <p>$4x - 2y = -8$ (2)</p> <p>$(1) \times 2 ; 4x + 6y = -24$ (3)</p> <p>$(2) - (3) ; -8y = 16$</p> <p>$y = -2$</p> <p>นำ $y = -2$ แทนใน (1) จะได้</p> $2x + 3(-2) = -12$ $2x = -12 + 6$ $2x = -6$ $x = -3$ <p>ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ $(-3, -2)$</p> <p>ตรวจคำตอบ</p> <p>แทน $x = -3$ และ $y = -2$ ใน (1)</p> $2(-3) + 3(-2) = -6 + (-6) = -12 \text{ เป็นจริง}$ <p>แทน $x = -3$ และ $y = -2$ ใน (2)</p> $4(-3) - 2(-2) = -12 + 4 = -8 \text{ เป็นจริง}$ <p>ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ $(-3, -2)$</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
		-1	0	+1	
4. เชื่อมโยง ความรู้การ แก้ระบบ สมการเชิง สองเส้นตัว แปรโดยวิธี กำจัดตัว แปรกับเรื่อง พหุนามได้	<p>8. จงแสดงวิธีการหาคำตอบของระบบสมการ เชิงเส้นสองตัวแปรต่อไปนี้โดยวิธีกำจัดตัวแปร</p> $3x + y = 9$ $6x - 5y = -24$ <p>วิธีทำ</p> <p>ให้ $3x + y = 9$ (1)</p> <p>..... $6x - 5y = -24$ (2)</p> <p>$(1) \times 5$; $15x + 5y = 45$ (3)</p> <p>$(2) + (3)$; $21x = 21$</p> <p>..... $x = 1$</p> <p>นำ $x = 1$ แทนใน (1) จะได้</p> <p>..... $3(1) + y = 9$</p> <p>..... $y = 9 - 3$</p> <p>..... $y = 6$</p> <p>ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ (1, 6)</p> <p>ตรวจคำตอบ</p> <p>แทน $x = 1$ และ $y = 6$ ใน (1)</p> <p>$3(1) + 6 = 3 + 6 = 9$ เป็นจริง</p> <p>แทน $x = 1$ และ $y = 6$ ใน (2)</p> <p>$6(1) - 5(6) = 6 - 30 = -24$ เป็นจริง</p> <p>ดังนั้น คำตอบของระบบสมการ คือ (1, 6)</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความ สอดคล้อง			ข้อ เสนอ แนะ
		-1	0	+1	
5. เชื่อมโยง ความรู้ระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรไปใช้ ในการ แก้ปัญหาใน ชีวิตจริงได้	<p>9. ในการปลูกผักของสวนแห่งหนึ่ง ปลูกพริก และมะเขือรวมกัน 100 ต้น และมีการใช้น้ำ รวมทั้งหมด 150 ลิตร โดยพริกต้องการน้ำ ต้นละ 2 ลิตร และมะเขือต้องการน้ำต้นละ 1 ลิตร จงหาจำนวนผักแต่ละชนิด</p> <p>วิธีทำ <u>สิ่งที่โจทย์ถาม จงหาจำนวนผักแต่ละชนิด</u> <u>สิ่งที่โจทย์ให้ ปลูกพริกและมะเขือรวมกัน</u> <u>100 ต้น และใช้น้ำรวมทั้งหมด 150 ลิตร</u> <u>โดยพริกต้องการน้ำต้นละ 2 ลิตร และมะเขือ</u> <u>ต้องการน้ำต้นละ 1 ลิตร</u> <u>กำหนดให้ x แทน จำนวนของต้นพริก</u> <u>y แทน จำนวนของต้นมะเขือ</u> <u>จากข้อมูลที่ให้มา สามารถสร้างสมการได้ดังนี้:</u> <u>- ปลูกพริกและมะเขือรวมกัน 100 ต้น คือ</u> $x + y = 100 \quad (1)$ <u>- มีการใช้น้ำรวมทั้งหมด 150 ลิตร</u> <u>โดยพริกต้องการน้ำต้นละ 2 ลิตร และ</u> <u>มะเขือต้องการน้ำต้นละ 1 ลิตร</u> $2x + y = 150 \quad (2)$ $(2) - (1) ; x = 150 - 100$ $x = 50$ <u>นำ $x = 50$ แทนใน (1) ; $50 + y = 100$</u> $y = 50$ <u>ดังนั้น มีพริก 50 ต้น และมีมะเขือ 50 ต้น</u> <u>ตรวจคำตอบ :</u> <u>ปลูกผักรวมกันจำนวน $50 + 50 = 100$ ต้น</u> <u>มีการใช้น้ำ พริกต้นละ 2 ลิตร และมะเขือ</u> <u>ต้นละ 1 ลิตร คือ $2(50) + 50 = 150$ ลิตร</u></p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
		-1	0	+1	
5. เชื่อมโยง ความรู้ระบบ สมการเชิง เส้นสองตัว แปรไปใช้ ในการ แก้ปัญหาใน ชีวิตจริงได้	<p>10. ลูกฟุตบอลราคา 35 บาทต่อลูก ลูกวอลเลย์บอลราคา 25 บาทต่อลูก รวมซื้อ อุปกรณ์กีฬาได้ทั้งหมด 220 ลูก และใช้ งบประมาณ 6,300 บาท จงหาจำนวนลูก ฟุตบอลและลูกวอลเลย์บอลที่ซื้อ</p> <p>วิธีทำ สิ่งที่โจทย์ถาม : จำนวนลูกฟุตบอลและ ลูกวอลเลย์บอลที่ซื้อ</p> <p>สิ่งที่โจทย์ให้ : ลูกฟุตบอลราคา 35 บาทต่อลูก ลูกวอลเลย์บอลราคา 25 บาทต่อลูก รวมซื้ออุปกรณ์กีฬาได้ทั้งหมด 220 ลูก และใช้งบประมาณ 6,300 บาท</p> <p>กำหนดให้ x แทน จำนวนลูกฟุตบอล y แทน จำนวนลูกวอลเลย์บอล</p> <p>จากข้อมูลที่ให้มา สามารถสร้างสมการได้ดังนี้:</p> <p>- ซื้ออุปกรณ์กีฬาได้ทั้งหมด 220 ใบ คือ</p> $x + y = 220 \quad (1)$ <p>- ลูกฟุตบอลราคา 35 บาท ต่อใบ ลูกวอลเลย์บอลราคา 25 บาทต่อลูก และใช้งบประมาณ 6,300 บาท</p> $35x + 25y = 6300 \quad (2)$ $(1) \times 25 : 25x + 25y = 5500 \quad (3)$ $(2) - (3) : 35x - 25x = 6300 - 5500$ $10x = 800$ $x = 80$ <p>แทน $x = 80$ ใน (1) : $80 + y = 220$</p> $y = 140$ <p>ดังนั้น มีลูกฟุตบอลจำนวน 80 ลูก และมีลูกวอลเลย์บอลจำนวน 140 ลูก</p>				

จุดประสงค์ การเรียนรู้	ข้อสอบ	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
		-1	0	+1	
	<p>ตรวจคำตอบ :</p> <p>รวมข้ออุปกรณ์กีฬาได้ทั้งหมด</p> <p>$80 + 140 = 220$ ลูก</p> <p>ลูกฟุตบอลราคา 35 บาท</p> <p>ต่อบอล ลูกวอลเลย์บอลราคา 25 บาทต่อลูกและ</p> <p>ใช้งบประมาณ</p> <p>$35(80) + 25(140) = 2,800 + 3,500$</p> <p>$= 6,300$ บาท</p> <p>.....</p>				



เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบชนิดอัตนัย

ข้อที่	รายการประเมิน	คะแนน	หมายเหตุ
1 - 2	1) สร้างโจทย์ปัญหาจากกราฟที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง	(2)	ข้อละ 8 คะแนน
	<ul style="list-style-type: none"> • สร้างโจทย์ปัญหาได้ครอบคลุมทั้งสองตัวแปรและทั้งสองสมการ • สร้างโจทย์ปัญหาได้ครอบคลุมแต่ยังไม่สมบูรณ์ 	1 1	
	2) แทนค่าตัวแปรได้ถูกต้อง	(2)	
	<ul style="list-style-type: none"> • ตัวแปร x • ตัวแปร y 	1 1	
3 - 4	3) ระบุสมการเชิงเส้นสองตัวแปร	(2)	ข้อละ 8 คะแนน
	<ul style="list-style-type: none"> • สมการ (1) • สมการ (2) 	1 1	
	4) บอกคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง	(2)	
	<ul style="list-style-type: none"> • สรุปคำตอบของตัวแปร x • สรุปคำตอบของตัวแปร y 	1 1	
3 - 4	1) แทนค่า x ในตารางและคำนวณค่า y ได้ถูกต้อง	(2)	ข้อละ 8 คะแนน
	<ul style="list-style-type: none"> • แทนค่าของสมการที่ (1) • แทนค่าของสมการที่ (2) 	1 1	
	2) ลงจุดได้ถูกต้อง	(2)	
	<ul style="list-style-type: none"> • ลงจุดของสมการที่ (1) • ลงจุดของสมการที่ (2) 	1 1	
3 - 4	3) วาดสมการเส้นตรงได้ถูกต้อง	(2)	ข้อละ 8 คะแนน
	<ul style="list-style-type: none"> • กราฟของสมการที่ (1) • กราฟของสมการที่ (2) 	1 1	
	4) ระบุคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเป็นคู่อันดับได้ถูกต้อง	(2)	
	<ul style="list-style-type: none"> • ค่า x • ค่า y 	1 1	

ข้อที่	รายการประเมิน	คะแนน	หมายเหตุ
5 - 6	1) กำหนดสมการเป็นสมการ (1) และ (2) ได้ถูกต้อง	1	ขอละ 8 คะแนน
	2) จากสมการ (1) หรือ (2) นำมาจัดรูปตัวแปรในเทอมของ x หรือ y ได้ถูกต้อง	1	
	3) แทนค่าตัวแปรแล้วแก้สมการหาค่า x หรือ y ได้ถูกต้อง	1	
	4) แทนค่า หาค่า x หรือ y ได้ถูกต้อง	1	
	5) ตรวจสอบคำตอบของระบบสมการ <ul style="list-style-type: none"> ● ตรวจสอบคำตอบสมการ (1) ● ตรวจสอบคำตอบสมการ (2) 	(2) 1 1	
	6) ระบุคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเป็นคู่ อันดับได้ถูกต้อง <ul style="list-style-type: none"> ● ค่า x ● ค่า y 	(2) 1 1	
7 - 8	1) กำหนดสมการเป็นสมการ (1) และ (2) ได้ถูกต้อง	1	ขอละ 8 คะแนน
	2) ทำสัมประสิทธิ์หน้าตัวที่ต้องการกำจัดให้เท่ากันได้ถูกต้อง	1	
	3) แก้สมการหาค่าตัวแปรที่เหลือได้ถูกต้อง	1	
	4) แทนค่าตัวแปรที่หาได้เพื่อหาค่าอีกตัวแปรได้ถูกต้อง	1	
	5) ตรวจสอบคำตอบของระบบสมการ <ul style="list-style-type: none"> ● ตรวจสอบคำตอบสมการ (1) ● ตรวจสอบคำตอบสมการ (2) 	(2) 1 1	
	6) ระบุคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเป็นคู่ อันดับได้ถูกต้อง <ul style="list-style-type: none"> ● ค่า x ● ค่า y 	(2) 1 1	

ข้อที่	รายการประเมิน	คะแนน	หมายเหตุ
9 - 10	1) กำหนดตัวแปรได้ถูกต้อง <ul style="list-style-type: none"> ● บอกว่า x แทนด้วยสิ่งใดได้ถูกต้อง ● บอกว่า y แทนด้วยสิ่งใดได้ถูกต้อง 	(2) 1 1	ขอละ 10 คะแนน
	2) แปลงข้อความเป็นสมการได้ถูกต้อง <ul style="list-style-type: none"> ● จากข้อความเป็นสมการ (1) ● จากข้อความเป็นสมการ (2) 	(2) 1 1	
	3) แก่ระบบสมการหาค่า x และ y ได้ถูกต้อง <ul style="list-style-type: none"> ● แก่ระบบสมการหาค่า x ได้ถูกต้อง ● แก่ระบบสมการหาค่า y ได้ถูกต้อง 	(2) 1 1	
	4) ตรวจสอบคำตอบของระบบสมการ <ul style="list-style-type: none"> ● ตรวจสอบคำตอบสมการ (1) ● ตรวจสอบคำตอบสมการ (2) 	(2) 1 1	
	5) สรุปคำตอบที่โจทย์ถามได้ถูกต้อง <ul style="list-style-type: none"> ● สรุปคำตอบของค่า x ● สรุปคำตอบของค่า y 	(2) 1 1	

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

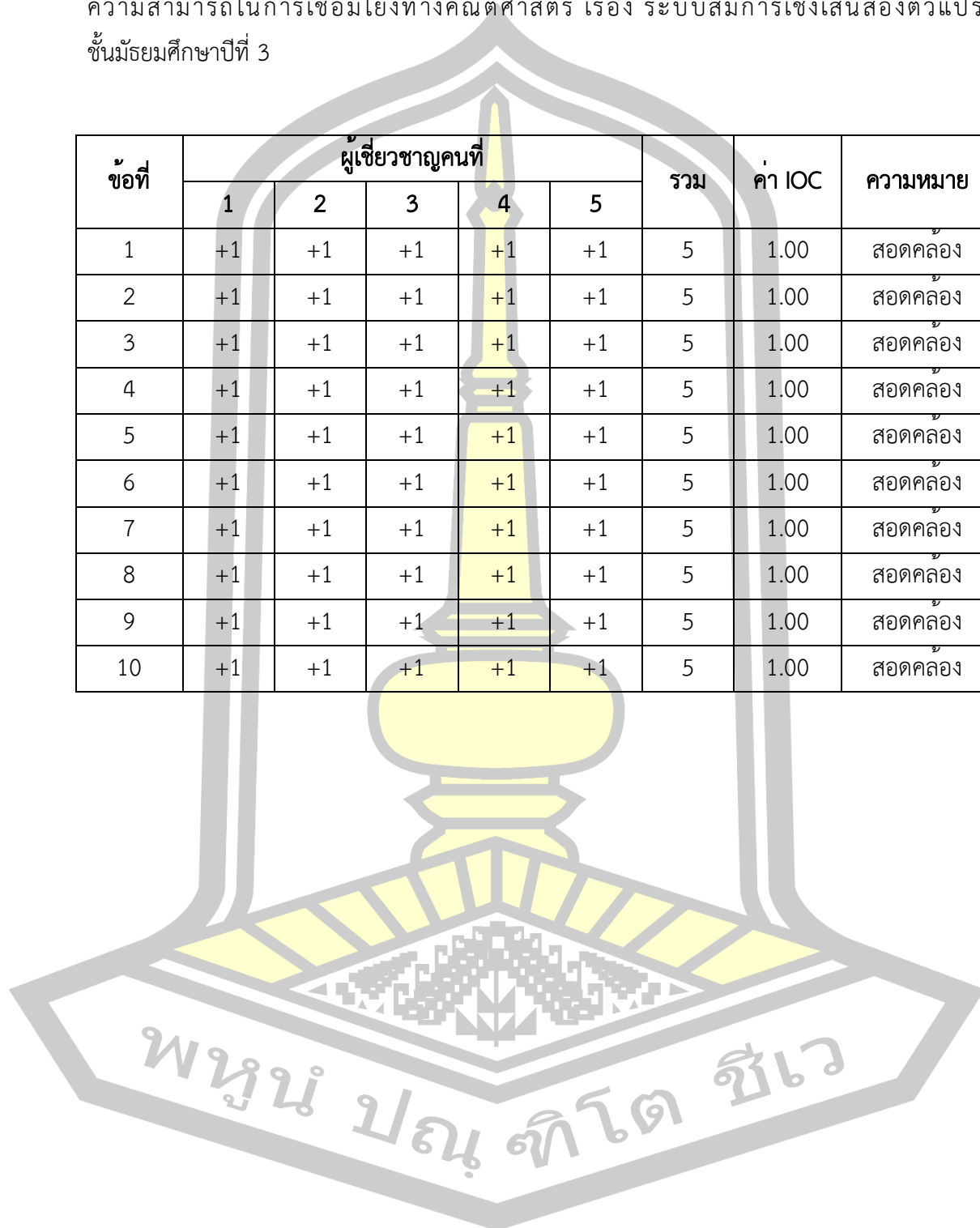
(.....)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

พูน ปรุ ติ เต ชเว

ตาราง 15 ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง



ตาราง 16 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (D) และแปลผลคุณภาพของข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	อำนาจจำแนก (D)	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ	หมายเหตุ
1	0.65	0.30	ใช้ได้	*
2	0.55	0.49	ใช้ได้	
3	0.46	0.23	ใช้ได้	*
4	0.67	0.31	ใช้ได้	
5	0.65	0.55	ใช้ได้	*
6	0.60	0.62	ใช้ได้	
7	0.67	0.37	ใช้ได้	*
8	0.68	0.36	ใช้ได้	
9	0.53	0.53	ใช้ได้	
10	0.49	0.55	ใช้ได้	*

* ข้อที่นำไปใช้จริง

ตาราง 17 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (α) และของแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	อำนาจจำแนก (D)
1	0.65	0.30
2	0.46	0.23
3	0.65	0.55
4	0.67	0.37
5	0.49	0.55
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (α) เท่ากับ 0.84		



แบบประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ
แบบประเมินคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถามแต่ละข้อว่าวัดได้สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะที่ได้กำหนดไว้หรือไม่

- โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านโดยคะแนนความเหมาะสมเป็นดังนี้
- | | | | | |
|---------------|---|--------|----|---|
| ทำเครื่องหมาย | ✓ | ในช่อง | +1 | ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามตรงตามนิยามศัพท์เฉพาะ |
| ทำเครื่องหมาย | ✓ | ในช่อง | 0 | ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามตรงตามนิยามศัพท์เฉพาะ |
| ทำเครื่องหมาย | ✓ | ในช่อง | -1 | ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ตรงตามนิยามศัพท์เฉพาะ |

นิยามศัพท์เฉพาะ	ข้อคำถาม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
		-1	0	+1	
ความพึงพอใจหมายถึงความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประเมินได้จากแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 10 ข้อ เน้นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีการของลิเคอร์ท	1. ฉันรู้สึกว่าการนำเสนอเนื้อหา มีลำดับขั้นตอนที่ดี ทำความเข้าใจในบทเรียนได้ง่าย				
	2. ฉันรู้สึกว่าการใช้สื่อ GeoGebra ทำให้การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก				
	3. ฉันรู้สึกมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน				
	4. ฉันรู้สึกว่าการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่าย				
	5. ฉันรู้สึกว่าการจัดการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนของฉัน				
	6. ฉันรู้สึกกล้าแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นกับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน				

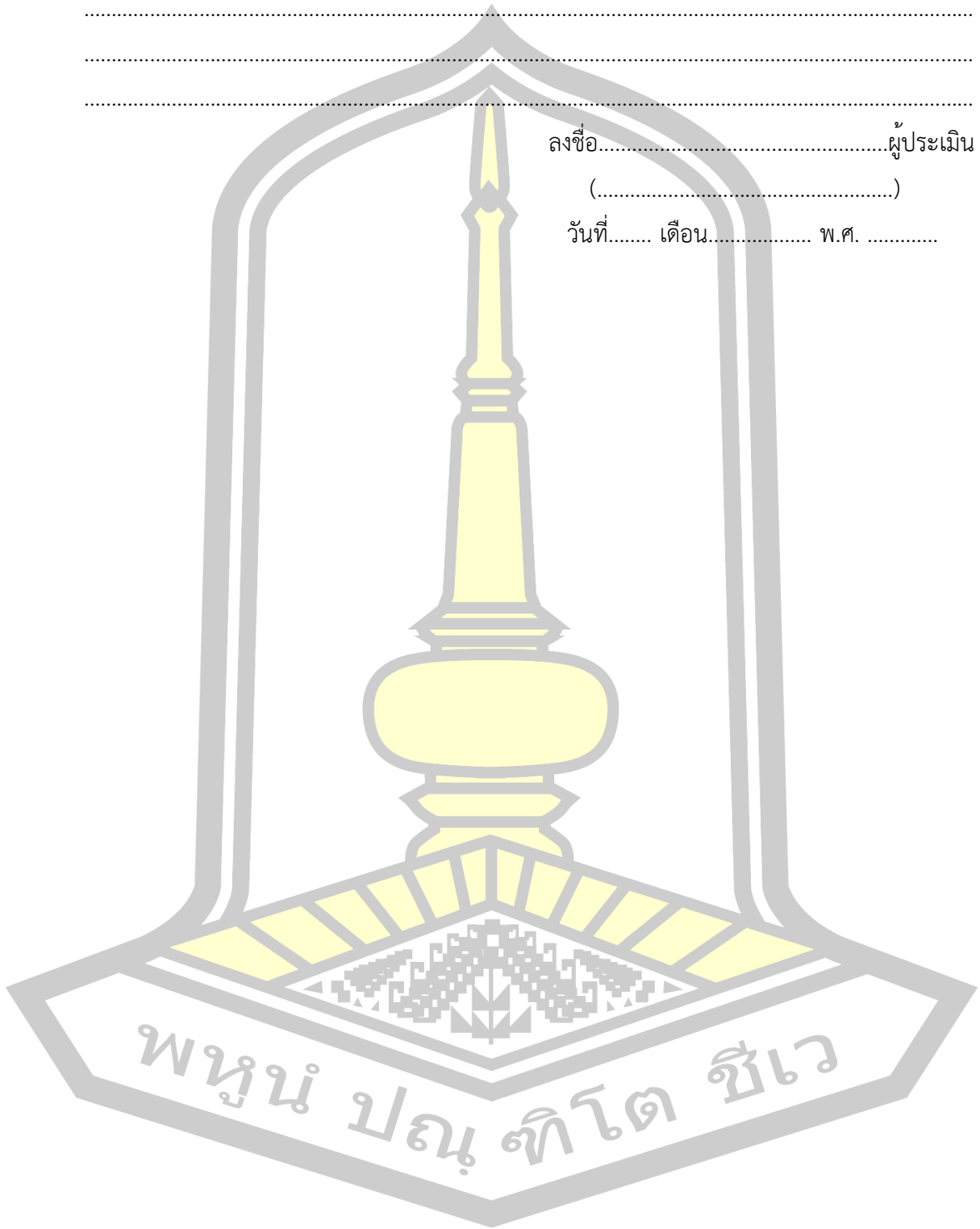
นิยามศัพท์เฉพาะ	ข้อความ	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ เพิ่มเติม
		-1	0	+1	
<p>ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประเมินได้จากแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 10 ข้อ เน้นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของตามวิธีการของลิเคอร์ท</p>	7. ฉันรู้สึกว่าการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนกล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก				
	8. ฉันรู้สึกว่าการจัดการเรียนรู้ช่วยให้สามารถเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง				
	9. ฉันรู้สึกว่าครูมีการยกตัวอย่างในอย่างชัดเจน เพิ่มความเข้าใจให้กับนักเรียน				
	10. ฉันรู้สึกยินดีและเต็มใจที่จะอธิบายความรู้เมื่อเพื่อนมาถาม				
	11. ฉันรู้สึกมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้นเมื่อได้แก้ปัญหาของโจทย์ปัญหา				
	12. ฉันรู้สึกว่าการเตรียมการสอนอย่างมีขั้นตอนเข้าใจได้ง่าย				
	13. ฉันรู้สึกว่าการใช้สื่อ GeoGebra ช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหาคณิตศาสตร์				
	14. ฉันรู้สึกว่าการใช้สื่อ GeoGebra ช่วยให้เข้าใจแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น				
15. ฉันรู้สึกว่าการใช้สื่อ GeoGebra ทำให้นักเรียนเข้าใจกราฟและรูปทรงเรขาคณิตได้ดีขึ้น					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.



ตาราง 18 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจต่อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra

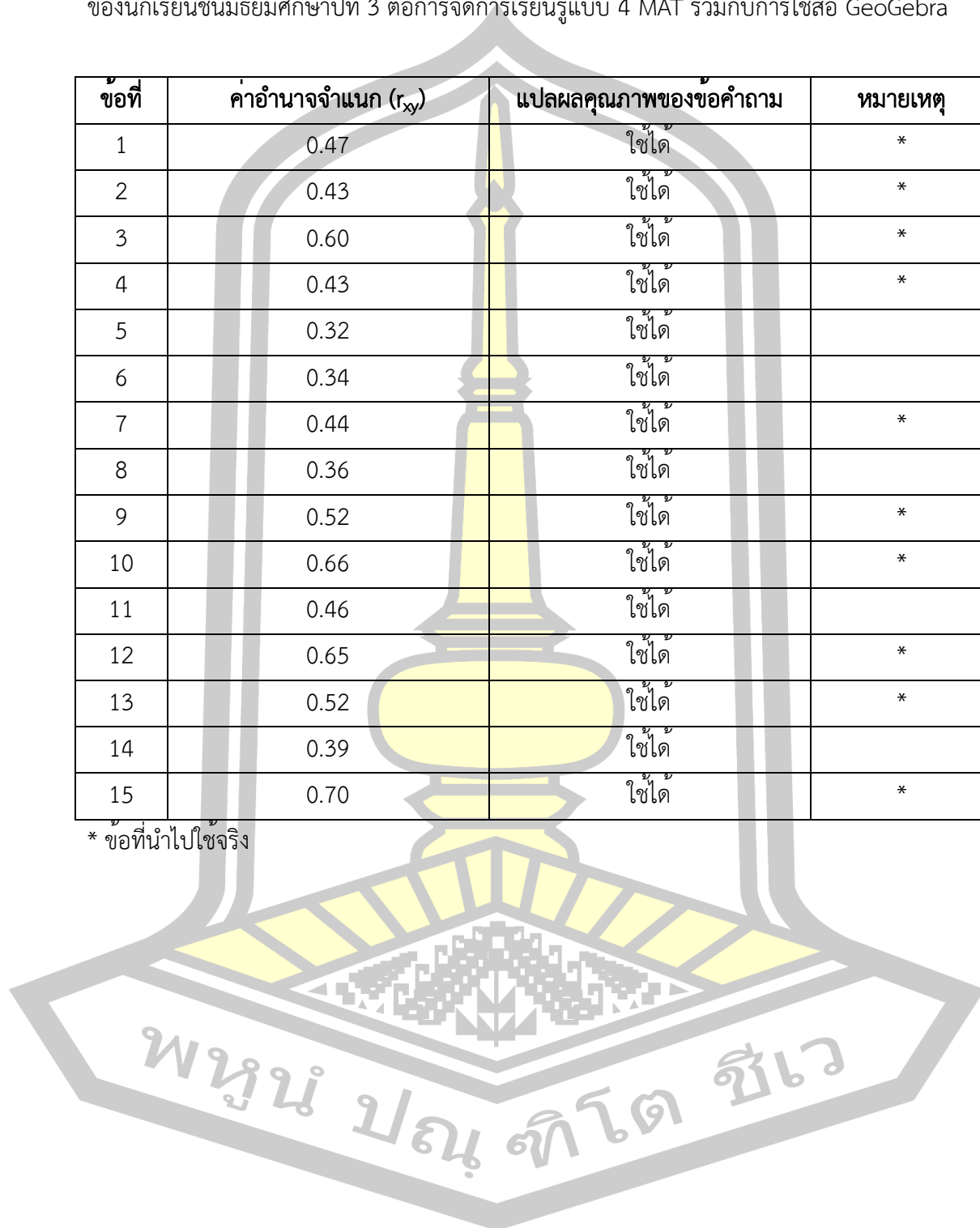
ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	ค่า IOC	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
7	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
9	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	สอดคล้อง
10	+1	+1	0	+1	0	3	0.60	สอดคล้อง
11	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	1	5	1.00	สอดคล้อง



ตาราง 19 ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) และแปลผลคุณภาพของข้อคำถามของแบบวัดความพึงพอใจต่อ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra

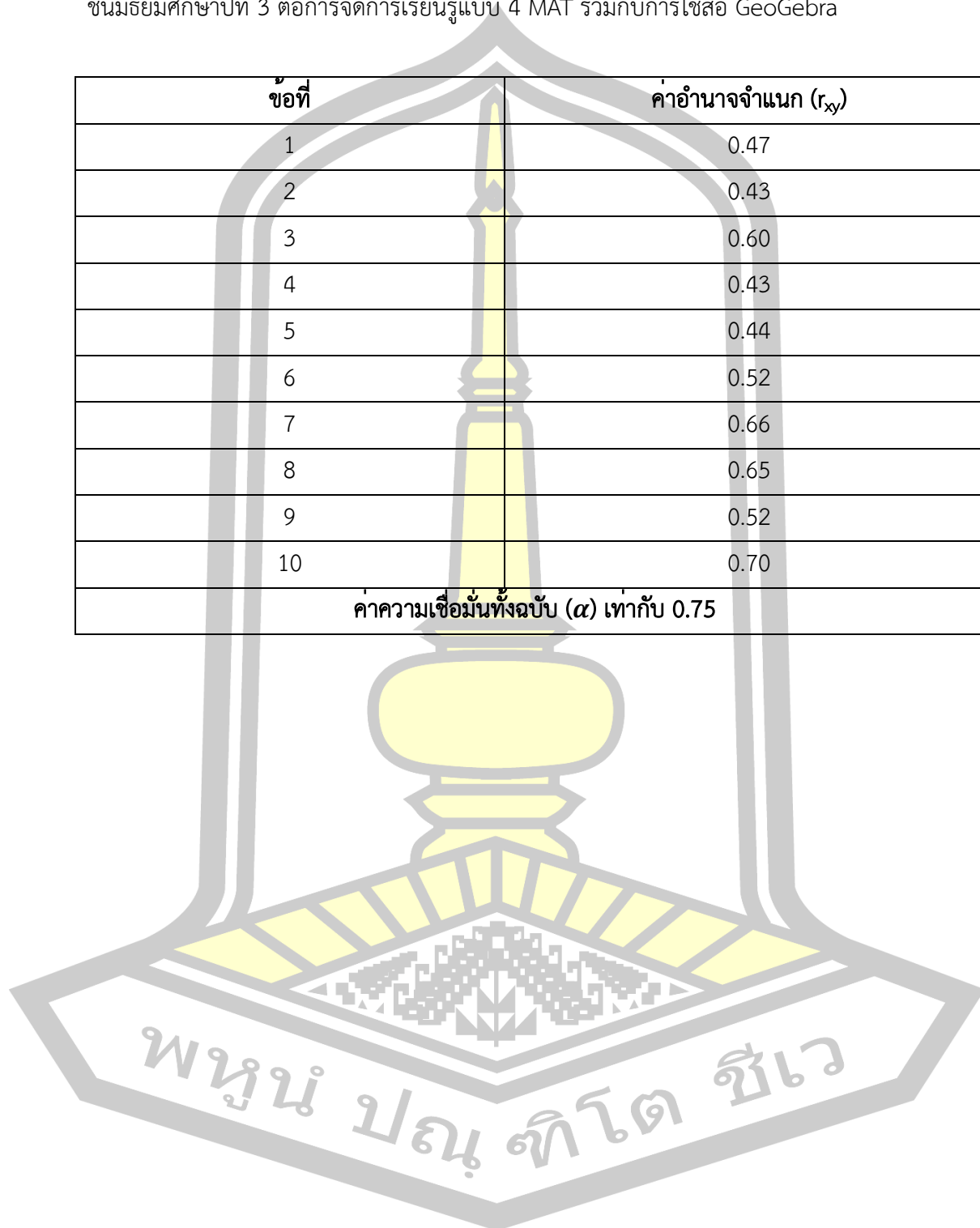
ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy})	แปลผลคุณภาพของข้อคำถาม	หมายเหตุ
1	0.47	ใช้ได้	*
2	0.43	ใช้ได้	*
3	0.60	ใช้ได้	*
4	0.43	ใช้ได้	*
5	0.32	ใช้ได้	
6	0.34	ใช้ได้	
7	0.44	ใช้ได้	*
8	0.36	ใช้ได้	
9	0.52	ใช้ได้	*
10	0.66	ใช้ได้	*
11	0.46	ใช้ได้	
12	0.65	ใช้ได้	*
13	0.52	ใช้ได้	*
14	0.39	ใช้ได้	
15	0.70	ใช้ได้	*

* ขอนำไปใช้จริง



ตาราง 20 ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบวัดความพึงพอใจต่อนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy})
1	0.47
2	0.43
3	0.60
4	0.43
5	0.44
6	0.52
7	0.66
8	0.65
9	0.52
10	0.70
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (α) เท่ากับ 0.75	







บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานบัณฑิตศึกษา กลุ่มงานวิชาการและพัฒนานิสิต คณะวิทยาศาสตร์ โทรภายใน 1519

ที่ อว 0605.4(1)/ 211

วันที่ 16 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทัศนศิรินทร์ สว่างบุญ (คณะศึกษาศาสตร์)

ด้วยนายวรนิติพัศน์ วรแก่นทราย นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานบัณฑิตศึกษา กลุ่มงานวิชาการและพัฒนานิสิต คณะวิทยาศาสตร์ โทรภายใน 1519

ที่ อว 0605.4(1)/ 212

วันที่ 16 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน อาจารย์ ดร.สาวิตรี ราญมีชัย (คณะศึกษาศาสตร์)

ด้วยนายวรนิติพงศ์ วรแก่นทราย นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ศาสตราจารย์โพธิ์จรณ์ ประมวล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์



ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๒๑๐

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๖ มกราคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นางสาววงเดือน แสงผล ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนคำเขื่อนแก้วขุบุลุ่มัก

ด้วยนายวรนิติพัศน์ วรแก่นทราย นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลัง
ศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการ
เรียนรู้แบบ ๔ MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ ๓” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นอาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ
เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
ผู้รักษาราชการแทน อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการเรียนรู้
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘



ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว๒๑๐

คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๖ มกราคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นายวุฒิชัย ภูดี ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอุเทนพัฒนา

ด้วยนายวรนิติพัศน์ วรแก่นทราย นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลัง
ศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการ
เรียนรู้แบบ ๔ MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ ๓” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นอาจารย์ที่
ปรึกษาวินิจฉัย

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ
เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์โพธิ์โรจน์ ประมวล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
ผู้รักษาราชการแทน อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการเรียนรู้
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ที่ อว ๐๖๐๕.๔(๑) / ว ๒๑๐



คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม ๔๔๑๕๐

๑๖ มกราคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นายแสงจันทร์ ศรีเสน ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาบแก้วบัวบาน

ด้วยนายวรนิติพัศณ์ วรแก่นทราย นิสิตระดับปริญญาโท ระบบนอกเวลาราชการ หลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลัง
ศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการ
เรียนรู้แบบ ๔ MAT ร่วมกับการใช้สื่อ GeoGebra เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ ๓” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.คณิตศาสตร์ศึกษา) โดยมี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นงลักษณ์ วิริยะพงษ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์มนชยา เจียงประดิษฐ์ เป็นอาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ
เชี่ยวชาญ และมีประสบการณ์ในด้านนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบเครื่องมือ ที่จะใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์โพธิ์โรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
ผู้รักษาราชการแทน อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการเรียนรู้
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๔๓-๗๕๔๒๔๘

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายวรนิติพัศณ์ วรแก่นทราย
วันเกิด	15/01/2543
สถานที่เกิด	จังหวัดมุกดาหาร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	227/108 ซอย 7 วิลล่านารา ตำบลเกิ้ง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครูผู้ช่วย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเขื่อนขันธ์กาทแก้ว ตำบลเขิน อำเภอน้ำเกลี้ยง จังหวัดศรีสะเกษ
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2561 มัธยมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) พ.ศ. 2566 ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2568 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาคณิตศาสตร์ ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผลงานวิจัย	The Development of Learning Achievement on the Exponent with rational degree of 11th grade students using Inquiry Cycle (5E) with Exercise

พูนัน ปณุกิตโต ชีเว