

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C
เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมบัวคำ กองสิงห์
ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนบ้านไร่วิทยา อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ

ชื่อเรื่อง	การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ชื่อผู้วิจัย	สมบัวคำ กองสิงห์
ปีการศึกษา	2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (2) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (3) ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ (4) ประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบ้านไร่วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท จำนวน 40 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (4) แบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัย พบว่า

1. ผลการศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เป็นหลัก ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการลงมือปฏิบัติและส่งผลให้ขาดกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ควรพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

2. ผลการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ (1) หลักการ (2) วัตถุประสงค์ (3) เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (4) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ (5) การวัดและประเมินผล โดยกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare) (2) ขั้นเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C (Process) มี 5 ขั้นตอน คือ (2.1) ทำความเข้าใจปัญหา

(D: Define the problem) (2.2) รวบรวมข้อมูล (C: Collect the data) (2.3) วางแผนการแก้ปัญหา (P: Plan the solution) (2.4) ดำเนินการตามแผน (C: Carry out the plan) (2.5) ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา (C: Check the solution results) (3) ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ (Reflect) และ (4) ขั้นสรุปความรู้ (Summarize) ผลการตรวจสอบรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.87$, S.D. = .11) และมีความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = .10) และคู่มือมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.90$, S.D. = .09)

3. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.1 ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 84.65/85.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

4. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.61$, S.D. = .49)

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้เชี่ยวชาญ ดังรายนามต่อไปนี้
 ดร.เพ็ญภา แก้วเขียว รองผู้อำนวยการสำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการ
 การศึกษาขั้นพื้นฐาน ดร.เปรมฤทัย เลิศบำรุงชัย รองผู้อำนวยการสำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน
 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน รองศาสตราจารย์ประทีป จันทรังษ์ ข้าราชการบำนาญ
 อดีตอาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อดีตผู้อำนวยการ
 สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ดร.วีรวัฒน์ ไทยช้า อาจารย์ประจำภาควิชา
 หลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ดร.กนก ยนต์ชัย ผู้อำนวยการ
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท ปัจจุบันผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่
 การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ วิทยฐานะเชี่ยวชาญ ดร.แคทรียา แสงดาวเทียน ศึกษานิเทศก์
 ชำนาญการพิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท ดร.นพรัตน์ ไหมสนธิ์
 ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท
 นายวัชรพัฐ มะธิตะโน ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
 อุทัยธานี ชัยนาท และดร.เสาวลักษณ์ บุญจันทร์ อดีตผู้อำนวยการโรงเรียนวัดทัพพม้น ปัจจุบันผู้อำนวยการ
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุทัยธานี เขต 2 วิทยฐานะเชี่ยวชาญ ที่ได้ให้คำปรึกษา
 ให้ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้การสนับสนุน ให้คำปรึกษา
 จนสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

ขอขอบพระคุณ นายอนุกุล กรัณย์เมธากุล ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านไร่วิทยา สังกัดสำนักงาน
 เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท นางสาวชนิษฐา ก้อนเพชร อดีตรองผู้อำนวยการโรงเรียน
 บ้านไร่วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท ปัจจุบันผู้อำนวยการโรงเรียน
 บ้านเขายางไปร้ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ เขต 3 ที่ให้การสนับสนุน
 และให้คำแนะนำในการทำวิจัย ตลอดจนคณะคุณครูและนักเรียนโรงเรียนบ้านไร่วิทยา ที่ให้กำลังใจ
 ในการวิจัยด้วยดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันเกิดจากรายงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องตอบแทน
 พระคุณบิดา มารดา ผู้มีพระคุณ และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอนและประสาทวิชาแก่ผู้วิจัย
 จนทำให้สำเร็จได้ด้วยดี

สมบัวคำ กองสิงห์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
หลักสูตร.....	12
ทฤษฎีการเรียนรู้.....	23
รูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	30
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	42
โปรแกรม GeoGebra หรือ GeoGebra Web App.....	58
แผนการจัดการเรียนรู้.....	67
ประสิทธิภาพ.....	78
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	83
ความพึงพอใจ.....	90
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	96
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	105
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	106
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	107
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	108

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	112
ขั้นตอนที่ 3 การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	130
ขั้นตอนที่ 4 การประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	134
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	136
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	136
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..	143
ตอนที่ 3 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..	155
ตอนที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	159
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	162
สรุปผลการวิจัย.....	162
อภิปรายผล.....	163
ข้อเสนอแนะ.....	172

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	174
ภาคผนวก.....	183
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	184
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพของแบบวิเคราะห์เอกสารและแบบสัมภาษณ์.....	196
ภาคผนวก ค การหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	205
ภาคผนวก ง การหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้.....	217
ภาคผนวก จ การหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	263
ภาคผนวก ฉ การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	271
ภาคผนวก ช การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์.....	314
ภาคผนวก ซ การหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	344
ภาคผนวก ฌ การหาคุณภาพคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	354
ภาคผนวก ฎ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง.....	357
ภาคผนวก ฏ หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ.....	368
ภาคผนวก ฐ การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ.....	371
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	399

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สาระ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ที่สอดคล้องกับ เรื่อง ภาคตัดกรวย....	18
2.2	การจัดหน่วยการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ค31202.....	19
2.3	การจัดหน่วยการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ค31202 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	21
2.4	การวิเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้และการนำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัย.....	28
2.5	การสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	34
2.6	การสังเคราะห์ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	39
2.7	การสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	51
2.8	รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Polya...	54
2.9	ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของการแก้ปัญหา.....	54
2.10	เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี.....	55
2.11	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย...	57
2.12	เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือการเคลื่อนย้าย (Movement Tools).....	61
2.13	เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือจุด (Point Tools).....	62
2.14	เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือเส้น (Line Tools).....	62
2.15	เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือเส้นพิเศษ (Special Line Tools).....	63
2.16	เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือรูปหลายเหลี่ยม (Polygon Tools).....	64
2.17	เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือวงกลมและส่วนโค้ง (Circle and Arc Tools).....	64
2.18	เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือภาคตัดกรวย (Conic Section Tools).....	65
2.19	เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือวัด (Measurement Tools).....	65
2.20	เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือการเปลี่ยนแปลง (Transformation Tools)	66
2.21	เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือสำหรับดำเนินการกับวัตถุ (Action Object Tools)	66
2.22	เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือทั่วไป (General Tools).....	67
2.23	ตารางการสังเคราะห์องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้.....	77
2.24	ผังการสร้างข้อสอบ.....	89
3.1	รายนามผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1 จำนวน 5 คน.....	108
3.2	รายนามผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 2 จำนวน 7 คน.....	114
3.3	แผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย...	116

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.4	ผังการสร้างข้อสอบ เรื่อง ภาคตัดกรวย จำนวน 50 ข้อ.....
3.5	ผังการแสดงการคัดเลือกข้อสอบ เรื่อง ภาคตัดกรวย จำนวน 30 ข้อ.....
3.6	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C.....
3.7	แบบแผนการทดลอง.....
4.1	ทฤษฎีการเรียนรู้และการนำมาประยุกต์ใช้.....
4.2	ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....
4.3	ผลการประเมินความเหมาะสมคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....
4.4	ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....
4.5	ผลการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....
4.6	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....
4.7	การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 80.....

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.8	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกตามรายการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	159
4.9	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	160

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 หน้าต่างของการเข้าสู่ GeoGebra Web App.....	61
2.2 ทฤษฎี 2 ปัจจัยของ Herzberg และคณะ.....	92
2.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	105
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	107
4.1 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4..	150

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560, น. 1)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ให้ความสำคัญกับแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ โดยกำหนดไว้ในหมวดที่ 4 มาตรา 24 ว่าด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยให้จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา ส่งเสริมสนับสนุน ให้ผู้สอนจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542, 2542, น. 7) ซึ่งหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้สนับสนุนการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีลักษณะดังกล่าว โดยกำหนดสาระการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มี 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น โดยได้แยกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ออกจากสาระการเรียนรู้ ซึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ยังคงประกอบไปด้วย 5 ทักษะเดิม ได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ โดยกำหนดให้มีการประเมินความสามารถด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการประเมินด้านเนื้อหาสาระ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560, น. 2-3)

นอกจากนี้ในการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของ PISA มุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการวัดความสามารถของนักเรียนในการคิด ใช้ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ในบริบทที่หลากหลาย โดยนักเรียนจะต้องสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และใช้หลักการ กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่นิยามไว้ใน PISA ช่วยให้ผู้คล้บรู้ถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลกนี้และช่วยสร้างพื้นฐานที่ดีในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจซึ่งจำเป็นสำหรับการเป็นพลเมืองที่ต้องมีความสร้างสรรค์ มีวิจารณญาณ มีการคิดอย่างไตร่ตรอง และมีส่วนร่วมรับผิดชอบและตระหนักถึงสังคมส่วนรวม ผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ที่อธิบายในลักษณะนี้ไม่ได้หมายความว่าเพียงแค่วิชาคณิตศาสตร์ในด้านองค์ความรู้และทักษะการคิดคำนวณในระดับพื้นฐานหรือความสามารถในการทำโจทย์ซ้ำ ๆ ตามแนวคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนในโรงเรียน แต่ PISA พยายามหาวิธีการวัดว่านักเรียนสามารถทำได้ดีเพียงใดจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มา และประยุกต์ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลายรวมทั้งในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยได้ดีเพียงใด ด้วยเหตุนี้ ข้อสอบคณิตศาสตร์ทุกเรื่องของ PISA จึงอ้างอิงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงที่ต้องใช้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา การให้ความสำคัญแก่บริบทในชีวิตจริงนั้น สะท้อนให้เห็นในความเป็นไปได้ที่จะใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเช่นเดียวกับที่เราทำในชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, น. 112) โดยการประเมินของ PISA เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียนหรือเรียกว่า ความฉลาดรู้ (Literacy) โดย PISA จะวัดความฉลาดรู้ด้านการอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไปพร้อมกัน แต่จะเน้นหนักด้านใดด้านหนึ่งในแต่ละรอบการประเมิน ซึ่งความฉลาดรู้ทั้งสามด้านนี้ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิตและเป็นสิ่งที่ประชากรจำเป็นต้องมีเพื่อการพัฒนาและการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562, น. 1-2)

อย่างไรก็ตาม แม้ทุกภาคส่วนได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบแล้ว ผลการประเมินในรอบการประเมินของ PISA 2018 ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ ซึ่งการประเมินของ PISA 2018 นั้นเป็นการวัดทางด้านความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย คณิตศาสตร์ของปัญหา ใช้หลักการและกระบวนการในการแก้ปัญหา ตีความและประเมินผลลัพธ์ ซึ่งผลการประเมิน PISA 2018 ของไทย นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562, น. 2) โดยผลการประเมินของ PISA 2018 ของไทย นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์อยู่ที่ 419 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) ซึ่งเห็นว่า นักเรียนไทยยังมีความรู้และทักษะที่ไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564, น. 63)

อีกทั้งจากการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา การจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของโรงเรียนบ้านไร่วิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท พบว่า ยังไม่บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังเห็นได้จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านไร่วิทยา ปีการศึกษา 2562-2564 พบว่า คะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประเทศ

มีคะแนนเฉลี่ย 25.41 ในระดับสังกัด คือ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท มีคะแนนเฉลี่ย 22.25 และในระดับจังหวัด คือ จังหวัดอุทัยธานี มีคะแนนเฉลี่ย 22.39 และในระดับโรงเรียนบ้านไร่วิทยา มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 18.09 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยทุกระดับ ปีการศึกษา 2563 พบว่า คะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประเทศ มีคะแนนเฉลี่ย 26.04 ในระดับสังกัด คือ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท มีคะแนนเฉลี่ย 26.27 และในระดับจังหวัด คือ จังหวัดอุทัยธานี มีคะแนนเฉลี่ย 24.37 และในระดับโรงเรียนบ้านไร่วิทยา มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 20.97 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยทุกระดับ และปีการศึกษา 2564 พบว่า คะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประเทศ มีคะแนนเฉลี่ย 21.28 ในระดับสังกัด คือ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท มีคะแนนเฉลี่ย 22.84 และในระดับจังหวัด คือ จังหวัดอุทัยธานี มีคะแนนเฉลี่ย 23.42 และในระดับโรงเรียนบ้านไร่วิทยา มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 14.25 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยทุกระดับ (โรงเรียนบ้านไร่วิทยา, 2565ก, น. 25) ซึ่งพบว่า ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านไร่วิทยา ปีการศึกษา 2562-2564 นั้น คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยทุกระดับ ทั้ง 3 ปีการศึกษา

จากผลการประเมินคุณภาพนักเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนบ้านไร่วิทยา ปีการศึกษา 2564 ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 70.96 (โรงเรียนบ้านไร่วิทยา, 2565ข, น. 208) หากพิจารณาแยกตามหน่วยการเรียนรู้ พบว่า หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย เมื่อเทียบกับหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนน้อยที่สุด คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 66.85 และมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยรวมของรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ซึ่งเป็นสัญญาณบ่งบอกว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีปัญหาในการเรียนรู้ เนื้อหาส่วนนี้และควรเร่งพัฒนา ซึ่งภาคตัดกรวยเป็นเนื้อหาสาระสำคัญในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ช่วยให้นักเรียนฝึกฝนการคิดวิเคราะห์และสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ รวมถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวยนั้น ต้องอาศัยการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลายขั้นตอน หากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระและสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวยได้ดี จะส่งผลทำให้นักเรียนสามารถต่อยอดความรู้และเรียนรู้คณิตศาสตร์ขั้นสูง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากรายงานผลการประเมินคุณภาพทางการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนร่วมกับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านไร่วิทยา พบว่า ครูจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย โดยเน้นความรู้ความจำคณิตศาสตร์มากกว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนขาดการคิดและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่อพบโจทย์ที่แตกต่างจากตัวอย่างหรือหนังสือเรียน นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์แก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติร่วมกับศูนย์บริการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่พบว่า ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ล้วน ๆ ยังไม่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา แก่นมที่สำคัญของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่สำคัญอีกด้านหนึ่ง คือ เรื่องของ กระบวนการทางคณิตศาสตร์หรือการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematising) กระบวนการ

ที่นักเรียนนำมาใช้ในความพยายามที่จะแก้ปัญหา นั้น ถือว่าเป็นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติร่วมกับศูนย์บริการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2564, น. 18) สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรปรับเปลี่ยนโดยเป็นวิธีการอธิบายที่เปลี่ยนแปลงไปจากวิธีการที่เคยใช้อยู่เดิม ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบใหม่เน้นให้ความสำคัญกับการสร้างความเข้าใจและสร้างกรอบแนวคิดของคณิตศาสตร์ (Mathematical concepts) มากกว่าการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นผู้บอกหลักการ ให้โจทย์ตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่เลียนแบบตัวอย่างที่ครูสอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, น. 8) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือฝึกปฏิบัติค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และจะต้องส่งเสริมพัฒนาการผู้เรียนทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทันสมัย ผู้สอนจะต้องพยายามใช้เทคนิค วิธีการจัดการเรียนรู้ นวัตกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีความน่าสนใจและทันสมัยมาใช้พัฒนาผู้เรียนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ตามที่กำหนดไว้ (กุลิสรา จิตรขญาวณิช, 2565, น. 10)

จากปัญหาและข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ศึกษาดังกล่าว อีกทั้งจากการสะท้อนและวิเคราะห์กับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านไร่วิทยา เพื่อร่วมกันพิจารณาและพัฒนาการจัดการเรียนรู้พบว่า ครูควรใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน เนื้อหา และเป้าหมายการเรียนรู้ ส่งเสริมพัฒนาการการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อพัฒนาคุณภาพนักเรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งสอดคล้องกับพิชิต ฤทธิ์จรรยา ซึ่งได้กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นกลวิธีหรือเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ที่ครูนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณภาพนักเรียน เทคนิควิธีการปรับพฤติกรรม เทคนิคการจัดการกิจกรรม (พิชิต ฤทธิ์จรรยา, 2564, น. 102) โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบ โดยประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอนนั้น รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือ รูปแบบจะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ (ทิศนา แคมมณี, 2563, น. 221)

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้น ควรมุ่งเน้นกระบวนการและลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ชัดเจน โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสลงมือทำ สำรวจข้อค้นพบทางคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการจัดการเรียนรู้ที่ทันสมัย ช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างหลากหลาย เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนและเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตนเอง เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลายรู้จักประยุกต์และปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสม รู้จักตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 1) โดยการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการ

หาคำตอบของปัญหา ซึ่งต้องใช้ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา (ชมพูนวดี เชื้อสุวรรณทวี, 2561, น. 166) อีกทั้งความสามารถในการแก้ปัญหามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ผู้เรียนจะได้ใช้ความรู้ความสามารถที่มีอยู่ลงมือแก้ปัญหาอันจะเป็นการเรียนรู้จากกระบวนการทำงาน และเกิดเป็นประสบการณ์อย่างหนึ่งซึ่งจะกลายเป็นความชำนาญหรือทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในโอกาสต่อไป (อัมพร ม้าคนอง, 2559, น. 46) ซึ่งในการจัดการเรียนรู้นั้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จากสื่อและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แสวงหาความรู้ ใฝ่เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ได้ค้นคว้า พิสูจน์ ทดลองปฏิบัติ ได้คิดได้ทำ รักการอ่าน ผสมผสานกับสาระความรู้ต่าง ๆ อย่างสมดุล ผู้เรียนเรียนรู้จากสิ่งที่ทันสมัย โดยการเรียนในอนาคตเป็นการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย ดังนั้นผู้สอนจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู่มากขึ้น เช่น ผู้เรียนได้ฝึกการสืบค้นโดยใช้ Smart Phone หรือ Tablet การเรียนผ่านระบบออนไลน์ การเรียนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) การเรียนหรือประชุมร่วมกันผ่าน Application ต่าง ๆ เป็นต้น (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2564, น. 260)

ด้วยความสำคัญและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื้อหานี้เป็นส่วนหนึ่งของสาระการวัดและเรขาคณิต ซึ่งโรงเรียนบ้านไร่วิทยาจำเป็นต้องพัฒนาให้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ อีกทั้งการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ตามมาตรฐาน PISA ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินทางการศึกษาของไทยในด้านคณิตศาสตร์ในภาพรวมยังไม่เป็นที่น่าพอใจ โดยเฉพาะในโรงเรียนบ้านไร่วิทยา ซึ่งจากรายงานผลการทดสอบ O-NET ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นความรู้ความจำในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ส่งผลทำให้นักเรียนขาดความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ เมื่อพบโจทย์ที่แตกต่างจากตัวอย่างหรือหนังสือเรียน นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์แก้ปัญหาวได้ ดังนั้นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญในการเสริมสร้างความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ และช่วยให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในชีวิตประจำวัน การสร้างรากฐานการเรียนรู้ที่ยั่งยืน สำหรับนักเรียนในอนาคตนี้จะเป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาศักยภาพทางการศึกษาและการเตรียมความพร้อมสำหรับการเผชิญกับความท้าทายในโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. เพื่อใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4. เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80

ขอบเขตของการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านเนื้อหา

1. สภาพปัญหา การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. แนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านไร่วิทยา เอกสาร รายงานผลการปฏิบัติงานของสถานศึกษา แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านไร่วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท

3. นักเรียนโรงเรียนบ้านไร่วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท

ขอบเขตด้านตัวแปร

ปัญหาและแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านเนื้อหา

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) และตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้านความเหมาะสมและด้านความเป็นไปได้ จำนวน 7 คน ได้แก่ ด้านหลักสูตร จำนวน 2 คน ด้านการวัดผล จำนวน 3 คน ด้านการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 คน กำหนดคุณสมบัติโดยมีความรู้ ประสบการณ์ในแต่ละด้านอย่างน้อย 10 ปี หรือมีวิทยฐานะเชี่ยวชาญ หรือมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก

2. ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 คน ได้แก่ ด้านหลักสูตร จำนวน 1 คน ด้านการวัดผล จำนวน 2 คน ด้านการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 คน กำหนดคุณสมบัติโดยมีความรู้ ประสบการณ์ในแต่ละด้าน อย่างน้อย 10 ปี หรือมีวิทยฐานะเชี่ยวชาญ หรือมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก

ขอบเขตด้านตัวแปร

1. ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
2. ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

ขั้นตอนที่ 3 การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบ้านไร่วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท จำนวน 40 คน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบ้านไร่วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท จำนวน 40 คน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สภาพปัญหาและแนวทางจัดการเรียนรู้ หมายถึง สภาพปัญหาและแนวทางจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หมายถึง แบบแผนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อให้ นักเรียนบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยอาศัยปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด จัดการเรียนรู้ที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ (1) หลักการ (2) วัตถุประสงค์ (3) เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (4) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (5) การวัดและประเมินผล ซึ่งมีกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare) เป็นการเตรียมความพร้อมและกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะดำเนินการจัดการเรียนรู้

2.2 ขั้นเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C (Process) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ทำความเข้าใจปัญหา (D: Define the problem) ขั้นนี้เป็นการพิจารณาและทำความเข้าใจปัญหาที่โจทย์กำหนด รวมถึงข้อมูลและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง เพื่อระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

2.2.2 รวบรวมข้อมูล (C: Collect the data) ขั้นนี้เป็นการคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาเพื่อลดความซับซ้อนและเลือกข้อมูลที่เป็นและเชื่อมโยงกัน เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการแก้ปัญหา

2.2.3 วางแผนการแก้ปัญหา (P: Plan the solution) ขั้นนี้เป็นการกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาและเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้อง หาความสัมพันธ์เพื่อวางแผนการแก้ปัญหา

2.2.4 ดำเนินการตามแผน (C: Carry out the plan) ขั้นนี้เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ หากไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ให้ทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาใหม่จนสามารถแก้ปัญหาได้

2.2.5 ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา (C: Check the solution results) ขั้นนี้เป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ โดยตรวจสอบด้วย GeoGebra Web App หากพบว่าคำตอบยังไม่ถูกต้อง ให้ย้อนกลับไปทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาใหม่ตั้งแต่นั้นทำความเข้าใจปัญหา จนสามารถสรุปคำตอบที่สมเหตุสมผลได้

2.3 ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ (Reflect) นักเรียนนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ค้นพบในกระบวนการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้เพื่อนร่วมชั้นได้สะท้อนการเรียนรู้ร่วมกัน ครูให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่สร้างสรรค์เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ หากพบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ครูสามารถย้อนไปสู่ขั้นเตรียม

ความพร้อมได้อีกครั้ง พร้อมทั้งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนโดยนักเรียนมีส่วนร่วม จนกระทั่งนักเรียนสามารถเข้าใจได้อย่างถูกต้อง

2.4 ขั้นสรุปความรู้ (Summarize) นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์และแนวคิดสำคัญที่ได้จากการเรียนรู้ ครูให้คำแนะนำและเพิ่มเติมเพื่อให้ นักเรียนสามารถรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นให้ชัดเจนมากขึ้น จนเกิดความเข้าใจอย่างเป็นระบบและเกิดความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง

3. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกำหนดเกณฑ์ไว้ 80/80

80 ตัวแรก (E_1) ประสิทธิภาพของกระบวนการ หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ของคะแนนที่นักเรียนทำได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง (E_2) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ของคะแนนที่นักเรียนทำได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดความรู้ของนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ รวมจำนวนแบบฝึกหัดทั้งหมด 21 แบบฝึกหัด โดยแบบฝึกหัดเป็นแบบอ้อนัยด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C หลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นแบบทดสอบเป็นแบบอ้อนัยด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C จำนวน 4 ข้อ ซึ่งจัดทำขึ้นโดยผู้วิจัย เพื่อใช้ในการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อประสบการณ์ที่ได้รับตรงตามความต้องการหรือเป็นความรู้สึกบรรลุผลหรือมีความสุขต่อการเรียนรู้ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นแบบสอบถามที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. ได้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. ได้ทราบความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
5. นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษา รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตร

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

1.3 หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านไร่วิทยา อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี

2. ทฤษฎีการเรียนรู้

2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget

2.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Brunner

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Maslow

2.4 ทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของ Thorndike

2.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Roger

3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้

3.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

3.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

3.3 กระบวนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

3.4 การตรวจสอบและการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้

4. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.2 ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.4 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.5 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. โปรแกรม GeoGebra หรือ GeoGebra Web App

5.1 จุดเด่นของ GeoGebra

5.2 GeoGebra กับการจัดการเรียนรู้

5.3 การใช้งานโปรแกรม GeoGebra หรือ GeoGebra Web

6. แผนการจัดการเรียนรู้

- 6.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้
- 6.2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้
- 6.3 ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี
- 6.4 องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

7. ประสิทธิภาพ

- 7.1 ความหมายของประสิทธิภาพ
- 7.2 เกณฑ์ของประสิทธิภาพ
- 7.3 การหาประสิทธิภาพ

8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 8.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 8.2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 8.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 8.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

9. ความพึงพอใจ

- 9.1 ความหมายของความพึงพอใจ
- 9.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
- 9.3 การวัดความพึงพอใจ

10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 10.1 งานวิจัยในประเทศ
- 10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

11. กรอบแนวคิดในการวิจัย

หลักสูตร

หลักสูตรเป็นตัวกำหนดทิศทางการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองในทุกด้าน ทั้งความรู้ ความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถ และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว และสามารถสร้างสรรค์ประโยชน์ให้แก่ตนเองและสังคมได้ในอนาคต โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตร ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีวิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4-7)

1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษา ต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

1.2 หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1.2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

1.2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

1.2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

1.2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

1.2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

1.3 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

1.3.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

1.3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย

1.3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

1.3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1.4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

1.4.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

1.4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้ มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

1.4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1.5.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

1.5.2 ซื่อสัตย์สุจริต

1.5.3 มีวินัย

1.5.4 ใฝ่เรียนรู้

1.5.5 อยู่อย่างพอเพียง

1.5.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

1.5.7 รักความเป็นไทย

1.5.8 มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาศาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติม ให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สรุปได้ว่า หลักสูตรมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ให้มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี มีทักษะชีวิต และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนด

2. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในส่วนของคณิตศาสตร์เพิ่มเติม จัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระจำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น รวมทั้งแคลคูลัส (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560, น. 31) มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

2.1.1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ เซต ตรรกศาสตร์ จำนวนจริงและพหุนาม จำนวนเชิงซ้อน ฟังก์ชัน ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ลำดับและอนุกรม เมทริกซ์ และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ เรขาคณิตวิเคราะห์ เวกเตอร์ในสามมิติ และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงความน่าจะเป็นเบื้องต้น และนำความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

2.1.4 แคลคูลัส เรียนรู้เกี่ยวกับ ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน พีชคณิต ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต และการนำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.2 สาระคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

เป้าหมายของการพัฒนาผู้เรียนในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม มี 2 ลักษณะ คือ เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน เพื่อให้เกิดการต่อยอดองค์ความรู้และเรียนรู้สื่อนั้นอย่างลึกซึ้ง ได้แก่ สาระจำนวนและพีชคณิตและสาระสถิติและความน่าจะเป็นและไม่ได้เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน ได้แก่ สาระการวัดและเรขาคณิต และสาระแคลคูลัส

2.2.1 สาระจำนวนและพีชคณิต

2.2.1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

2.2.1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูปความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรมและนำไปใช้

2.2.1.3 ใช้นิพจน์สมการ อสมการและเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

2.2.2 สารการวัดและเรขาคณิต

2.2.2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์และนำไปใช้

2.2.2.2 เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

2.2.3 สารสถิติและความน่าจะเป็น

เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

2.2.4 สารแคลคูลัส

เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน และปริพันธ์ของฟังก์ชันและนำไปใช้

2.3 คุณภาพผู้เรียน

ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อเรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้

2.3.1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซต ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2.3.2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และอ้างเหตุผล

2.3.3 เข้าใจและใช้สมบัติของจำนวนจริงและพหุนาม

2.3.4 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชัน ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ฟังก์ชันลอการิทึม และฟังก์ชันตรีโกณมิติ

2.3.5 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์

2.3.6 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเมทริกซ์

2.3.7 เข้าใจและใช้สมบัติของจำนวนเชิงซ้อน

2.3.8 นำความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ในสามมิติไปใช้

2.3.9 เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ ในการแก้ปัญหาและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

2.3.10 นำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

2.3.11 หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดจากตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูป การแจกแจงทวินามและการแจกแจงปกติ และการนำไปใช้

จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอดคล้องกับ เรื่อง ภาคตัดกรวย อยู่ในสาระ การวัดและเรขาคณิต มีผลการเรียนรู้ คือ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ในการแก้ปัญหาได้ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สาระ ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ที่สอดคล้องกับ เรื่อง ภาคตัดกรวย

สาระ	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
สาระการวัดและเรขาคณิต	เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับ	เรขาคณิตวิเคราะห์
เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้	เรขาคณิตวิเคราะห์ ในการแก้ปัญหา	1. จุดและเส้นตรง 2. วงกลม 3. พาราโบลา 4. วงรี 5. ไฮเพอร์โบลา

3. หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านไร่วิทยา อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านไร่วิทยา สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ค31202 ซึ่งมีการวิเคราะห์สาระที่สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ การกำหนดสาระการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา ดังนี้ (โรงเรียนบ้านไร่วิทยา, 2560, น. 201)

3.1 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ค31202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ศึกษาการเรียนรู้แบบสืบค้น วิเคราะห์ สังเคราะห์ และฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในสาระต่อไปนี้ (1) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน การใช้ฟังก์ชันในชีวิตจริง กราฟของฟังก์ชัน การดำเนินการของฟังก์ชัน ฟังก์ชันผกผัน (2) ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม เลขยกกำลัง ได้แก่ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองในระบบจำนวนจริง รากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนจริงในรูปกรณฑ์ และเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ฟังก์ชันลอการิทึม การหาค่าลอการิทึม การเปลี่ยนฐานของลอการิทึม สมการและอสมการลอการิทึม การประยุกต์ของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม (3) เรขาคณิตวิเคราะห์ ส่วนแรกความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ได้แก่ ระยะทางระหว่างจุดสองจุด จุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด ความชันของเส้นตรง เส้นขนาน เส้นตั้งฉาก ความสัมพันธ์ ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง และระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด ส่วนที่สอง ภาคตัดกรวย ได้แก่ วงกลม พาราโบลา วงรี ไฮเพอร์โบลาและการเลื่อนกราฟ

จัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ที่ใกล้ตัวให้นักเรียน ได้ศึกษาค้นคว้า โดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์

รวมทั้งจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีความมุ่งมั่นในการทำงาน มีวิจารณญาณ และมีค่านิยมที่เหมาะสม

3.2 ผลการเรียนรู้

(1) หาผลลัพธ์ของการบวก การลบ การคูณ การหาร ฟังก์ชัน หาฟังก์ชันประกอบ และฟังก์ชันผกผัน

(2) ใช้สมบัติของฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

(3) เข้าใจลักษณะกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

(4) แก่สมการเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

(5) เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

จากการศึกษาคำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ค31202 พบว่า ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ประกอบด้วย เรื่อง วงกลม พาราโบลา วงรี ไฮเพอร์โบลา และการเลื่อนกราฟ มีผลการเรียนรู้ คือ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

3.3 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ค31202

ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านไร่วิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดโครงสร้างหน่วยการเรียนรู้สำหรับรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ค31202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การจัดหน่วยการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ค31202

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ฟังก์ชัน	1. หาผลลัพธ์ของการบวก การลบ การคูณ การหาร ฟังก์ชัน หาฟังก์ชันประกอบ และฟังก์ชันผกผัน 2. ใช้สมบัติของฟังก์ชันในการแก้ปัญหา	1. ความสัมพันธ์ 2. กราฟและอินเวอร์สของความสัมพันธ์ 3. ความหมายของฟังก์ชัน 4. โดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชัน 5. ฟังก์ชันต่าง ๆ 6. ฟังก์ชันคอมโพสิท 7. พีชคณิตของฟังก์ชัน 8. ฟังก์ชันอินเวอร์ส	22

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม	3. เข้าใจลักษณะกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 4. แก้สมการเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา	1. เลขยกกำลัง 2. ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล 3. กราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล 4. สมการเอกซ์โพเนนเชียล 5. อสมการเอกซ์โพเนนเชียล 6. การประยุกต์ของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล 7. ฟังก์ชันลอการิทึม 8. การหาค่าลอการิทึม 9. การเปลี่ยนฐานลอการิทึม 10. สมการลอการิทึม 11. อสมการลอการิทึม 12. การประยุกต์ของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล	26
3	เรขาคณิตวิเคราะห์เบื้องต้น	5. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ 1. ระยะทางระหว่างจุดสองจุด 2. จุดกึ่งกลางของส่วนของเส้นตรง 3. ความชันของเส้นตรง 4. เส้นขนาน 5. เส้นตั้งฉาก 6. ความสัมพันธ์ซึ่งมีกราฟเป็นเส้นตรง 7. ระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุด	8

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
4	ภาคตัดกรวย	5. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา	ภาคตัดกรวย 1. วงกลม 2. พาราโบลา 3. วงรี 4. ไฮเพอร์โบลา 5. การเลื่อนกราฟ	24
รวม				80

จากการจัดหน่วยการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ค31202 ได้กำหนดหน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วยการเรียนรู้ ใช้เวลาจัดการเรียนการสอน 80 ชั่วโมง คิดเป็น 2.0 หน่วยกิต ผู้วิจัยจึงได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 21 ชั่วโมง เมื่อรวมเวลาทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมเวลาเรียน 24 ชั่วโมง ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การจัดหน่วยการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 รหัสวิชา ค31202
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย		1
วงกลม	1. หาจุดศูนย์กลางและรัศมีของสมการวงกลมรูปแบบมาตรฐานได้ 2. หาสมการวงกลมในรูปแบบทั่วไปจากจุดศูนย์กลางและรัศมีที่กำหนดได้ 3. หาจุดศูนย์กลางและรัศมีจากสมการวงกลมในรูปแบบทั่วไปที่กำหนดได้ 4. หาสมการวงกลมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ 5. แก้โจทย์ปัญหาเส้นสัมผัสวงกลมได้ 6. แก้โจทย์ปัญหาวงกลมได้	5

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
พาราโบลา	1. หาส่วนประกอบของพาราโบลาจากสมการพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้ 2. หาสมการพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดและโฟกัสที่กำหนดได้ 3. หาสมการพาราโบลาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ 4. แก้โจทย์ปัญหาพาราโบลาได้	4
วงรี	1. หาส่วนประกอบของวงรีจากสมการวงรีรูปแบบมาตรฐานที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้ 2. หาส่วนประกอบของวงรีจากสมการวงรีรูปแบบทั่วไปที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้ 3. หาสมการวงรีตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ 4. แก้โจทย์ปัญหาวงรีได้	4
ไฮเพอร์โบลา	1. หาส่วนประกอบของไฮเพอร์โบลาจากสมการไฮเพอร์โบลา รูปแบบมาตรฐานที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้ 2. หาส่วนประกอบของไฮเพอร์โบลาจากสมการไฮเพอร์โบลา รูปแบบทั่วไปที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้ 3. หาสมการไฮเพอร์โบลาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ 4. แก้โจทย์ปัญหาไฮเพอร์โบลาได้	4
การเลื่อนกราฟ	1. เลื่อนกราฟจากสมการที่กำหนดได้ 2. หาส่วนประกอบในกราฟของสมการรูปแบบมาตรฐานของภาคตัดกรวยที่มีจุดศูนย์กลางหรือจุดยอดอยู่ที่ (h, k) ที่กำหนดได้ 3. หาส่วนประกอบในกราฟของสมการรูปแบบทั่วไปของภาคตัดกรวยที่มีจุดศูนย์กลางหรือจุดยอดอยู่ที่ (h, k) ที่กำหนดได้ 4. แก้โจทย์ปัญหาภาคตัดกรวยได้	4
ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย		1
ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย		1
รวม		24

ทฤษฎีการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้เป็นเหมือนหลักการพื้นฐานที่ช่วยให้เราเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างลึกซึ้ง เป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสมกับนักเรียน ทำให้เข้าใจถึงพัฒนาการของนักเรียนในแต่ละช่วงวัย และสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมพัฒนาการได้อย่างเหมาะสมทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ดังนี้

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (Piaget, 1983 อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2563, น. 64-66) โดย Piaget ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็กว่ามีขั้นตอนหรือกระบวนการอย่างไร เขาอธิบายว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งจะมีพัฒนาการไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้น พัฒนาการเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ควรที่จะเร่งเด็กให้ข้ามจากพัฒนาการขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่งเพราะจะทำให้เกิดผลเสียแก่เด็ก แต่การจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการของเด็กในช่วงที่เด็กกำลังพัฒนาไปสู่ขั้นที่สูงกว่า สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม Piaget เน้นความสำคัญของการเข้าใจธรรมชาติและพัฒนาการของเด็กมากกว่าการกระตุ้นเด็ก ให้มีพัฒนาการเร็วขึ้น โดยทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget มีสาระสำคัญดังนี้

1.1 พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้นดังนี้

1.1.1 ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำเด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง และยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

1.1.2 ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ยังไม่สามารถที่จะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ การใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ 2 ขั้นคือ

1.1.2.1 ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด (Pre - conceptual intellectual period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-4 ปี

1.1.2.2 ขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง (Intuitive thinking period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 4-7 ปี

1.1.3 ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากอุปรางเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจ และสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

1.1.4 ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

1.2 กระบวนการทางสติปัญญามีลักษณะดังนี้

1.2.1 การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราว และข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

1.2.2 การปรับและจัดระบบ (Accommodation) คือ กระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

1.2.3 การเกิดความสมดุล (Equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญารุนแรงในตัวบุคคล

1.3 หลักในการจัดการเรียนรู้

1.3.1 การพัฒนาเด็ก ควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก และจัดประสบการณ์ให้เด็กอย่างเหมาะสมกับพัฒนาการนั้น ไม่ควรบังคับให้เด็กเรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อม หรือยากเกินพัฒนาการตามวัยของตน เพราะจะก่อให้เกิดเจตคติที่ไม่ดีได้

1.3.1.1 การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ตามวัยของตน สามารถช่วยให้เด็กพัฒนาไปสู่พัฒนาการสูงขึ้นได้

1.3.1.2 เด็กแต่ละคนมีพัฒนาการแตกต่างกัน ถึงแม้อายุจะเท่ากัน แต่ระดับพัฒนาการอาจไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงไม่ควรเปรียบเทียบเด็ก ควรให้เด็กมีอิสระที่จะเรียนรู้และพัฒนาความสามารถของเขาไปตามระดับพัฒนาการของเขา

1.3.1.3 ในการสอนควรใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม เพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจลักษณะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น แม้ในพัฒนาการช่วงการคิดแบบรูปธรรมเด็กจะสามารถสร้างภาพในใจได้ แต่การสอนที่ใช้อุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรมจะช่วยให้เด็กเข้าใจแจ่มชัดขึ้น

1.3.2 การให้ความสนใจและสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิด จะช่วยให้ได้ทราบลักษณะเฉพาะตัวของเด็ก

1.3.3 ในการสอนเด็กเล็ก ๆ เด็กจะรับรู้ส่วนรวม (Whole) ได้ดีกว่าส่วนย่อย (Part) ดังนั้นครูจึงควรสอนภาพรวมก่อนแล้วจึงแยกสอนทีละส่วน

1.3.4 ในการสอนสิ่งใดให้กับเด็ก ควรเริ่มจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อน แล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่า การทำเช่นนี้จะช่วยให้กระบวนการซึมซับและจัดระบบความรู้ของเด็กเป็นไปด้วยดี

1.3.5 การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์ และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมาก ๆ ช่วยให้เด็กดูดซึมข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญาของเด็ก อันเป็นการส่งเสริมพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก

2. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Brunner

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Brunner (Brunner, 1963 อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2563, น. 66-67) Brunner เชื่อว่ามนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง

2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Brunner มีแนวคิดที่สำคัญ ๆ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

2.1.1 การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก มีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก

2.1.2 การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียน และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ

2.1.3 การคิดแบบหยั่งรู้ (Intuition) เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้

2.1.4 แรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้

2.1.5 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์แบ่งได้เป็น 3 ขั้นใหญ่ ๆ คือ

2.1.5.1 ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive stage) คือ ขั้นของการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่าง ๆ การลงมือกระทำช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ได้ดี การเรียนรู้เกิดจากการกระทำ

2.1.5.2 ขั้นการเรียนรู้จากความคิด (Iconic stage) เป็นขั้นที่เด็กสามารถสร้างภาพในใจได้ และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริงได้

2.1.5.3 ขั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic stage) เป็นขั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้

2.1.6 การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

2.1.7 การเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุดคือการให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Discovery learning)

2.2 หลักการจัดการเรียนรู้

2.2.1 กระบวนการค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดีมีความหมายสำหรับผู้เรียน

2.2.2 การวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระการเรียนรู้ให้เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำก่อนการสอน

2.2.3 การจัดหลักสูตรแบบเกลียว (Spiral Curriculum) ช่วยให้สามารถสอนเนื้อหาหรือความคิดรวบยอดเดียวกันแก่ผู้เรียนทุกวัยได้ โดยต้องจัดเนื้อหาความคิดรวบยอดและวิธีสอนให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการของผู้เรียน

2.2.4 ในการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มากเพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

2.2.5 การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

2.2.6 การสอนความคิดรวบยอดให้แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็น

2.2.7 การจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเองสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Maslow

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Maslow (Maslow, 1962 อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2563, น. 69) เป็นแนวคิดกลุ่มมนุษยนิยม ซึ่งให้ความสำคัญของความเป็นมนุษย์ และมองมนุษย์ว่ามีคุณค่า มีความดีงาม มีความสามารถ มีความต้องการ และมีแรงจูงใจภายในที่จะพัฒนาศักยภาพของตนเอง หากบุคคลได้รับอิสรภาพและเสรีภาพ มนุษย์จะพยายามพัฒนาตนเองไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ โดยสรุปได้ดังนี้

3.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Maslow มีแนวคิดที่สำคัญ ๆ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

3.1.1 มนุษย์ทุกคนมีความต้องการพื้นฐานตามธรรมชาติเป็นลำดับขั้น คือ ขั้นความต้องการทางร่างกาย (Physical need) ขั้นความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety need) ขั้นความต้องการความรัก (Love need) ขั้นความต้องการยอมรับและการยกย่องจากสังคม (Esteem need) และขั้นความต้องการที่จะพัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ (Self-actualization) หากความต้องการขั้นพื้นฐานได้รับการตอบสนองอย่างเพียงพอสำหรับตนในแต่ละขั้น มนุษย์จะสามารถพัฒนาตนไปสู่ขั้นที่สูงขึ้น

3.1.2 มนุษย์มีความต้องการที่จะรู้จักตนเองและพัฒนาตนเอง ประสบการณ์ที่เรียกว่า Peak experience เป็นประสบการณ์ของบุคคลที่อยู่ในภาวะดีมั่งคั่งจากการรู้จักตนเองตรงตามสภาพความเป็นจริง มีลักษณะน่าตื่นเต้น เป็นความรู้สึกปีติ เป็นช่วงเวลาที่บุคคลเข้าใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างถ่องแท้ เป็นสภาพที่สมบูรณ์ มีลักษณะผสมผสานกลมกลืน เป็นช่วงเวลาแห่งการรู้จักตนเองอย่างแท้จริง บุคคลที่มีประสบการณ์เช่นนี้บ่อย ๆ จะสามารถพัฒนาตนไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์

3.2 หลักการจัดการเรียนรู้

3.2.1 การเข้าใจถึงความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ สามารถช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของบุคคลได้ เนื่องจากพฤติกรรมเป็นการแสดงออกของความต้องการของบุคคล

3.2.2 การที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี จำเป็นต้องตอบสนองความต้องการพื้นฐานที่เขาต้องการเสียก่อน

3.2.3 ในกระบวนการเรียนการสอน หากครูสามารถหาได้ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความต้องการอยู่ในระดับใดขั้นใด ครูสามารถใช้ความต้องการพื้นฐานของผู้เรียนนั้นเป็นแรงจูงใจช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้

3.2.4 การช่วยให้ผู้เรียนได้รับการตอบสนองความต้องการพื้นฐานของตนอย่างเพียงพอ การให้อิสรภาพและเสรีภาพแก่ผู้เรียนในการเรียนรู้ การจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ในการรู้จักตนเองตรงตามสภาพความเป็นจริง

4. ทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของ Thorndike

ทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของ Thorndike (Thorndike, 1814-1949 อ้างถึงใน กุลิศรา จิตรขญาวนิช, 2565, น. 16-17) ลักษณะการเรียนรู้ของทฤษฎีนี้จะเป็นลักษณะการเรียนรู้แบบลองผิดลองถูก

4.1 ทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของ Thorndike มีแนวคิดที่สำคัญ ๆ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

4.1.1 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) สรุปได้ว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งทางด้านร่างกายและด้านจิตใจ

4.1.2 กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) สรุปว่าการฝึกหัดหรือการกระทำที่มีการปฏิบัติอย่างต่อเนื่องจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่คงทนถาวร แต่ถ้าไม่กระทำอย่างต่อเนื่องการรู้อย่างต่อเนื่องหรือบ่อย ๆ และหากไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมได้

4.1.3 กฎแห่งผล (Law of Effect) สรุปว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง โดยความคงทนถาวรของการเรียนรู้จะเกิดขึ้นหากได้มีการนำไปใช้อย่างต่อเนื่องหรือบ่อย ๆ และหากไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมได้

4.2 หลักการจัดการเรียนรู้

4.2.1 การจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลองผิดลองถูกบ้าง เพื่อจะช่วยให้ฝึกฝนให้ผู้เรียนรู้จักแก้ปัญหาและเข้าใจในสิ่งที่เรียนจากการกระทำของตน

4.2.2 ผู้สอนอาจมีการทดสอบหรือสำรวจความพร้อมของผู้เรียนก่อนจัดการเรียนรู้ เพื่อที่จะได้ช่วยปูพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนหรือเป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่

4.2.3 ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะบ่อย ๆ เพื่อให้เกิดความชำนาญในทักษะนั้น

4.2.4 เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่เรียนเรียบร้อยแล้ว ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้นำสิ่งที่เรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือในสถานการณ์ต่าง ๆ บ่อย ๆ เพื่อจะได้ไม่หลงลืม

5. ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Roger

ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Roger (Roger, 1969 อ้างถึงใน กุลิศรา จิตรขญาวนิช, 2565, น. 20-21) Roger ให้ความสำคัญของผู้มีปัญหามากกว่าผู้ให้คำปรึกษา ซึ่งมีแนวคิดที่ว่า ผู้มารับคำปรึกษาจะเป็นผู้ควบคุมพฤติกรรมของตนโดยเขาจะใช้เทคนิคการให้คำปรึกษาในบรรยากาศที่อบอุ่นและมีทัศนคติที่ดีต่อผู้มารับคำปรึกษา ต่อมาแนวคิดดังกล่าวได้นำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในลักษณะที่เรียกว่า ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งผู้สอนจะต้องเป็นผู้ที่มีความเชื่อศรัทธาในความเป็นคนของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกวิธีการที่จะเรียนเอง และผู้สอนต้องให้เกียรติผู้เรียนทั้งในด้านความรู้สึกรู้สึกและความคิดเห็น ดังนั้นจะเห็นได้ว่ารากฐานแนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในปัจจุบัน Roger ถือว่าเป็นผู้ที่มิพบบาทสำคัญยิ่ง

5.1 หลักการจัดการเรียนรู้

5.1.1 ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเลือกวิธีการเรียนที่เหมาะสมกับตนเอง

5.1.2 ผู้สอนควรเป็นที่ปรึกษาที่ดีในการจัดการเรียนรู้และสร้างบรรยากาศในการเรียนที่อบอุ่นและเป็นกัลยาณมิตรที่ดี

5.1.3 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและมีบทบาทหรือส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด

จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้และการนำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัย ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การวิเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้และการนำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัย

ทฤษฎีการเรียนรู้	การนำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัย
ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget โดยหลักการจัดการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนเป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ 4 ขั้น คือ (1) ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (2) ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (3) ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (4) ขั้นการคิดแบบนามธรรม โดยแต่ละขั้นจะมีลักษณะเฉพาะของการคิดและการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยเปิดโอกาสผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการสำรวจและค้นพบ ใช้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ช่วยให้เด็กสร้างความเข้าใจที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น	1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่เพื่อสร้างความพร้อมให้นักเรียน 2. ใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทันสมัยและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน
ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Brunner โดยหลักการจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดจากการค้นพบของผู้เรียนเอง โดยผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อได้ลงมือทำและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม จัดกิจกรรมที่เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียน ขั้นตอนการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ขั้น คือ (1) ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (2) ขั้นการเรียนรู้จากความคิด (3) ขั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง	1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้สำรวจและค้นพบด้วยตนเอง 2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้น ให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจ รวบรวมข้อมูล จัดประเภทข้อมูล เพื่อหาข้อสรุป

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ทฤษฎีการเรียนรู้	การนำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัย
ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Maslow โดยหลักในการจัดการเรียนรู้ให้ความสำคัญกับแรงจูงใจของมนุษย์ โดยมองว่ามนุษย์ทุกคนมีความต้องการพื้นฐานตามธรรมชาติที่เรียงลำดับกันเป็นขั้น 5 ขั้น คือ (1) ขั้นความต้องการทางร่างกาย (2) ขั้นความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (3) ขั้นความต้องการความรัก (4) ขั้นความต้องการยอมรับและการยกย่องจากสังคม (5) ขั้นความต้องการที่จะพัฒนาศักยภาพของตนอย่างเต็มที่ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ตรงตามความสนใจและทำหายความสามารถของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมุ่งสู่ความสำเร็จ	1. จัดกิจกรรมโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกสถานการณ์ที่นักเรียนสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และทำหายความสามารถของนักเรียน 2. ให้คำชมเชย กำลังใจ และการยอมรับ เพื่อเสริมสร้างความมั่นใจแก่นักเรียน
ทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของ Thorndike โดยหลักในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการลองผิดลองถูก และการเสริมแรงที่ได้รับจากการกระทำนั้น ๆ โดยมีกฎการเรียนรู้ คือ กฎแห่งความพร้อม กฎแห่งการฝึกหัด กฎแห่งผล โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดลองและค้นพบด้วยตนเอง ผู้เรียนได้ฝึกฝน เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่เรียนเรียบร้อยแล้ว ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้นำสิ่งที่เรียนไปใช้ในชีวิตประจำวัน หรือในสถานการณ์ต่าง ๆ	1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีแบบฝึกหัดให้แก่นักเรียน 2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ตรวจสอบผลด้วยตนเอง 3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือในสถานการณ์ต่าง ๆ
ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Roger หลักในการจัดการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งผู้สอนจะต้องเป็นผู้ที่มีความเชื่อศรัทธาในความเป็นคนของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกวิธีการที่จะเรียนเอง ผู้สอนควรเป็นที่ปรึกษาที่ดีในการจัดการเรียนรู้และสร้างบรรยากาศในการเรียนที่อบอุ่นและเป็นกัลยาณมิตรที่ดี เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและมีบทบาทหรือส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด	1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้ระดมความคิด และนักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ 2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ และสะท้อนการเรียนรู้

จากตารางที่ 2.4 ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ ดังนี้

(1) เตรียมความพร้อม เป็นการเตรียมความพร้อมและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยการจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะดำเนินการจัดการเรียนรู้

(2) เรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา การจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมการสำรวจและการค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง กระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ พร้อมทั้งสนับสนุนการทำงานกลุ่มเพื่อพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกัน นอกจากนี้ ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการตัดสินใจและการเลือกอย่างอิสระ โดยใช้สื่อการเรียนรู้ที่ทันสมัย เพื่อให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

(3) สะท้อนการเรียนรู้ นักเรียนนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ค้นพบในกระบวนการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้เพื่อนร่วมชั้นได้สะท้อนการเรียนรู้ร่วมกัน ครูให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่สร้างสรรค์เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ หากพบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ครูสามารถย้อนไปสู่ขั้นเตรียมความพร้อมได้อีกครั้งพร้อมทั้งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน โดยนักเรียนมีส่วนร่วมจนกระทั่งนักเรียนสามารถเข้าใจได้อย่างถูกต้อง

(4) สรุปความรู้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์ และแนวคิดสำคัญที่ได้จากการเรียนรู้ ครูให้คำแนะนำและเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนสามารถรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นให้ชัดเจนมากขึ้น จนเกิดความเข้าใจอย่างเป็นระบบและเกิดความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง

รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ครูควรใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน เนื้อหา และเป้าหมายการเรียนรู้ ส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพอย่างเต็มที่ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ทิตนา แคมมณี (2563, น. 221) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือ สภาพลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอนนั้น รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือ รูปแบบจะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ

พิชิต ฤทธิจรูญ (2564, น. 102) กล่าวว่า รูปแบบการสอนหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ (Model of teaching/Instructional) เป็นรูปแบบ กลวิธี หรือเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ที่ครูนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน เทคนิควิธีการปรับพฤติกรรม เทคนิคการจัดกิจกรรม พัฒนารูปแบบการฝึกทักษะการทำงานกลุ่ม รูปแบบการสอนหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นักวิจัยพัฒนาขึ้น

สิทธิพล อาจอินทร์ (2564, น. 89) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Instructional Model) เป็นสภาพของการเรียนการสอนที่อยู่ภายใต้ปรัชญา หลักการ แนวคิด ทฤษฎี ซึ่งได้รับการพิสูจน์มาแล้วว่าสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กุลิสรา จิตรชญาวนิช (2565, น. 33) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แบบแผนเกี่ยวกับการสอนที่จัดไว้อย่างเป็นระบบ โดยอาศัยปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด วิธีสอน หรือวิธีการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผ่านการพิสูจน์ว่ามีประสิทธิภาพ

Saylor et al. (1981, p. 271) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แบบแผนของการเรียนที่มีการจัดกระทำชุดของพฤติกรรมต่าง ๆ ไว้เพื่อวัตถุประสงค์ใดวัตถุประสงค์หนึ่งโดยเฉพาะ

Joyce and Shower (1992, p. 4) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นแผนหรือแบบที่สามารถนำไปใช้ในชั้นเรียนหรือสอนเสริม และเพิ่มปรับสื่อการสอน เช่น หนังสือพิมพ์ ฟิล์มเทป โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และหลักสูตรของรายวิชาที่สอน แต่ละรูปแบบจะให้แนวทางว่าครูต้องเตรียมการสอนอย่างไร จึงจะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

Gunter et al. (1995, p. 73) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เปรียบเสมือนพิมพ์เขียวหรือแบบแปลนที่ประกอบด้วยขั้นตอนการสอนหลัก ๆ ซึ่งจะให้ผลตามที่ต้องการ การจัดการเรียนการสอนต้องเรียงลำดับตามขั้นตอนที่เสนอไว้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบจะตอบสนองจุดมุ่งหมายเฉพาะที่แตกต่างกัน

Joyce, Weil, and Calhoun (2015, p. 5) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือ การออกแบบสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการสร้างความรู้สึก และการกระตุ้นภายใน เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ตามองค์ประกอบต่าง ๆ คือ ความรู้ การมีคุณค่า และทักษะในการเรียนรู้โดยองค์ประกอบดังกล่าว ช่วยเพิ่มพูนความสามารถในการพัฒนาบทเรียนและหน่วยการเรียนรู้ หลักสูตรและหลักสูตรส่วนตัว ด้านสังคมศาสตร์และด้านวิชาการ โดยรูปแบบต่าง ๆ จะช่วยในการวางแผนหลักสูตร หน่วยการเรียนการสอน และแผนการสอน และช่วยในการออกแบบอุปกรณ์การเรียนการสอนที่รวมไปถึงหนังสือเรียน แบบฝึกหัด โปรแกรมประเภทสื่อประสม

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แบบแผนที่ครูผู้สอนนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยอาศัยปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด วิธีการจัดการเรียนรู้ ที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบ รูปแบบการจัดการเรียนรู้จะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ทิสนา แคมมณี (2563, น. 221-222) กล่าวว่า องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนนั้น ประกอบด้วย

(1) มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักของรูปแบบการเรียนการสอนนั้น ๆ

(2) มีการบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ

(3) มีการจัดระบบ คือ การจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ

(4) มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ อันจะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

รูปแบบการเรียนการสอนจะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ สามารถทำนายผลได้ และมีศักยภาพในการสร้างความคิดรวบยอดและความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ได้

Kibler (1970, p. 44) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ 4 ส่วน คือ

(1) จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนเป็นผลทางการเรียนการสอนที่มุ่งหวังให้เกิดในตัวผู้เรียน ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ด้านจิตใจ (Affective Domain) และด้านการปฏิบัติ (Psychomotor Domain)

(2) การวัดพฤติกรรมพื้นฐานเป็นการตรวจสอบความพร้อม ความรู้พื้นฐานและทักษะเบื้องต้นของผู้เรียนก่อนการเรียนการสอนจริง ๆ

(3) การจัดกระบวนการเรียนการสอนเป็นการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาพฤติกรรมของผู้เรียน โดยเริ่มต้นจากพฤติกรรมพื้นฐานต่อเนื่องจนถึงพฤติกรรมปลายทาง

(4) การประเมินผลรวมเป็นการประเมินผลเพื่อตรวจสอบว่าการเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์เพียงใด มีวิธีการจัดการเรียนการสอนเหมาะสมเพียงใด

Anderson (1975, pp. 521-522) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีองค์ประกอบ ดังนี้

(1) หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กล่าวถึง ความเชื่อและแนวคิดที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้จะเป็นตัวชี้้นำในการกำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม และขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

(2) เป้าหมายและวัตถุประสงค์ เป็นสิ่งที่ระบุถึงความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดในตัวผู้เรียน โดยต้องมีความชัดเจน หรือเป็นการระบุเป้าหมายในการทำงานของผู้เรียน

(3) สารการเรียนรู้ ประกอบด้วย เนื้อหา และกระบวนการในการจัดการเรียนรู้

(4) การจัดการเรียนรู้ สื่อ และแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ช่วยให้การปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประสบความสำเร็จ และตรงตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

(5) การวัดและประเมินผล เป็นการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบ โดยการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนและทราบประสิทธิผลของรูปแบบที่มีต่อการเรียนรู้ และรูปแบบทั้งหมดของการจัดการเรียนรู้

Joyce and Shower (1992, p. 4) กล่าวว่า รูปแบบการเรียนการสอนประกอบด้วยแนวคิดปรัชญา หลักการ ทฤษฎี ความเชื่อ จุดมุ่งหมาย เนื้อหา วิธีการสอนหรือเทคนิคการสอนต่าง ๆ การวัดและประเมินผล เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะให้แนวทางว่าครูจะต้องเตรียมการสอนอย่างไร ดำเนินการวัดและประเมินผลอย่างไร จึงจะช่วยให้นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

Dick and Carey (1996, pp. 2-7) สรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การกำหนดจุดมุ่งหมายหรือผลลัพธ์การเรียนการสอน การพัฒนาการเรียนการสอน และการประเมินการเรียนการสอน

Joyce, Weil, and Calhoun (2015, pp. 59-60) กล่าวว่า การนำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แต่ละรูปแบบแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นที่มาของรูปแบบ (Orientation to the model) อันประกอบไปด้วยเป้าหมายของรูปแบบ ทฤษฎีและข้อสันนิษฐานที่รองรับรูปแบบ หลักการและมโนทัศน์สำคัญที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการสอน

ส่วนที่ 2 รูปแบบการสอน (The models of teaching) เป็นการอธิบายถึงตัวรูปแบบ ซึ่งนำเสนอเป็นเรื่อง ๆ อย่างละเอียด และเน้นให้เห็นถึงปัจจัยที่นำไปสู่การปฏิบัติ แบ่งออกเป็น 4 ประเด็น คือ

(1) ขั้นตอนของรูปแบบ (Syntax) เป็นการให้รายละเอียดว่ารูปแบบการสอนนั้นมีกี่ขั้นตอน โดยเรียงลำดับกิจกรรมที่จะสอนเป็นขั้น ๆ แต่ละรูปแบบมีจำนวนขั้นตอนการสอนไม่เท่ากัน

(2) ระบบของปฏิสัมพันธ์ (Social system) เป็นการอธิบายบทบาทของผู้สอน ผู้เรียน และความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ในแต่ละรูปแบบบทบาทของผู้สอนจะแตกต่างกันออกไป เช่น เป็นผู้นำกิจกรรม ผู้อำนวยความสะดวก ผู้ให้คำแนะนำ เป็นแหล่งข้อมูล เป็นต้น ผู้สอนอาจเป็นศูนย์กลางในบางรูปแบบ หรืออาจมีบทบาทเท่า ๆ กันก็ได้

(3) หลักการของปฏิกิริยาตอบสนอง (Principles of reaction) เป็นการบอกถึงวิธีการแสดงออกของครูต่อผู้เรียน การตอบสนองต่อสิ่งที่ผู้เรียนกระทำ เช่น การปรับพฤติกรรมโดยการให้รางวัล การสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนมีอิสระ ไม่มีการประเมินว่าผิดหรือถูก เพื่อให้เกิดการพัฒนาการคิดอย่างสร้างสรรค์ เป็นต้น

(4) ระบบที่สนับสนุน (Support system) เป็นการบอกถึงเงื่อนไข สิ่งที่ต้องจำเป็นต่อการใช้รูปแบบการสอนนั้นให้มีสัมฤทธิ์ผล เช่น รูปแบบการสอน แบบฝึกกระบวนการสืบสอบ ชุดของสื่อการสอน ครูที่เข้าใจกระบวนการทางพุทธิปัญญาและยุทธวิธีของการสืบสอบและแหล่งข้อมูลที่สนับสนุนปัญหา

ส่วนที่ 3 การนำรูปแบบการสอนไปใช้ (Application) จะเป็นการแนะนำและข้อสังเกตในการใช้รูปแบบการสอนนั้น เช่น จะใช้กับเนื้อหาประเภทใดจึงจะเหมาะสม รูปแบบเหมาะสมกับเด็กระดับใด เป็นต้น นอกจากนี้ยังให้คำแนะนำอื่น ๆ เพื่อให้การนำรูปแบบไปใช้ให้เกิดประสิทธิผลมากที่สุด

ส่วนที่ 4 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนทั้งทางตรงและทางอ้อม (Instructional and Nurturant Effects) รูปแบบการสอนแต่ละรูปแบบจะส่งผลต่อผู้เรียนทั้งทางตรงและทางอ้อม ผลโดยตรงเกิดจากการสอนของครู หรือเกิดจากกิจกรรมที่จัดขึ้นตามขั้นตอนของรูปแบบการสอนนั้น ส่วนผลทางอ้อมเกิดจากสภาพแวดล้อม ซึ่งถือเป็นผลกระทบที่เกิดจากการสอนตามรูปแบบนั้นเป็นสิ่งที่คาดคะเนได้ว่าจะเกิดผลมาจากการสอนตามรูปแบบนั้น ซึ่งผู้สอนจะสามารถใช้เป็นสิ่งพิจารณาเลือกรูปแบบการสอนไปใช้ด้วย

จากองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบของรูปแบบ การจัดการเรียนรู้	Kibler (1970)	Anderson (1975)	Joyce and Shower (1992)	Dick and Carey (1996)	Joyce, Weil, and Calhoun (2015)	ทิตินา แคมมณี (2563)	ผลความสอดคล้อง	ผู้วิจัย
หลักการ	✓	✓	✓		✓	✓	5	✓
จุดประสงค์/เป้าประสงค์/วัตถุประสงค์		✓	✓	✓			3	✓
ลักษณะการจัดการเรียนรู้						✓	1	
เนื้อหา/สาระการเรียนรู้		✓	✓				2	✓
การวัดพฤติกรรมพื้นฐาน	✓						1	
กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	✓
ระบบของปฏิสัมพันธ์					✓		1	
จัดองค์ประกอบ						✓	1	
หลักการของปฏิกิริยาตอบสนอง					✓		1	
ระบบที่สนับสนุน					✓		1	
การวัดและประเมินผล	✓	✓	✓	✓			4	✓
ข้อเสนอแนะการนำรูปแบบการสอนไปใช้					✓		1	
ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนทั้งทางตรงและทางอ้อม					✓		1	

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่มีความสอดคล้องกัน โดยผู้วิจัยได้องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

- (1) หลักการ
- (2) วัตถุประสงค์
- (3) เนื้อหา/สาระการเรียนรู้
- (4) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- (5) การวัดและประเมินผล

3. กระบวนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กล่าวถึงกระบวนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

รัตนะ บัวสนธ์ (2556, น. 124) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาประเภทหนึ่ง โดยกระบวนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจ สังเคราะห์ สภาพปัญหาและความต้องการ หรือการสังเคราะห์ เอกสารและงานวิจัยเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับสภาพความต้องการรูปแบบ รวมทั้งลักษณะรูปแบบ ที่ต้องการพัฒนา

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นการนำความรู้หรือผลการวิจัยที่ได้ มาพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยมีลักษณะหรือรูปแบบตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ในการสร้าง หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์นี้อาจต้องใช้บุคคลที่มีความชำนาญเฉพาะทางในการสร้างผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด เมื่อสร้างผลิตภัณฑ์เสร็จแล้วจะต้องนำไปตรวจสอบความเหมาะสมและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบการใช้ผลิตภัณฑ์ เป็นการนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปทดลอง กับกลุ่มเป้าหมาย การดำเนินงานในขั้นตอนนี้จะลักษณะเป็นวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design)ว่าจะใช้แบบแผนใดจึงจะเหมาะสม ควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนได้ดี และทำให้การวิจัยเกิดความเที่ยงตรงภายใน (Internal validity) ได้มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลสรุป เป็นการประเมินผลการใช้ผลิตภัณฑ์ในภาพรวมทั้งหมด ซึ่งประเมินทั้งตัวผลิตภัณฑ์ กระบวนการใช้ผลิตภัณฑ์ ผลที่ได้รับจากการใช้ผลิตภัณฑ์ ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ผลที่ได้จากการประเมินนำไปสู่การตัดสินใจปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

ทิตินา แชมมณี (2563, น. 245) ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปขั้นตอนสำคัญในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ ดังนี้

(1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เป็นการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และข้อค้นพบจากการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันหรือปัญหาจากเอกสารผลการวิจัย หรือการสังเกต สอดถามผู้ที่เกี่ยวข้อง

(2) การกำหนดหลักการ เป้าหมาย และองค์ประกอบอื่น ๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับข้อมูลพื้นฐานและสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบระเบียบ การกำหนดเป้าหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ จะช่วยให้ผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ให้ตรงกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุผลสูงสุด

(3) การกำหนดแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ประกอบด้วยรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการและเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น ใช้กับผู้เรียนกลุ่มใหญ่หรือกลุ่มย่อย ผู้สอนจะต้องเตรียมงานหรือจัดสภาพการเรียนการสอนอย่างไร เพื่อให้การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

(4) การประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการทดสอบความมีประสิทธิภาพของรูปแบบที่สร้างขึ้นโดยทั่วไปจะใช้วิธีการต่อไปนี้

(4.1) ประเมินความเป็นไปได้ในเชิงทฤษฎีโดยคณะผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะประเมินความสอดคล้องภายในระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ

(4.2) ประเมินความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติการโดยการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ในสถานการณ์จริง ในลักษณะของการวิจัยเชิงทดลองหรือกึ่งทดลอง

(5) การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี 2 ระยะ คือ

(5.1) ระยะก่อนนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในระยะนี้ใช้ผลจากการประเมินความเป็นไปได้ในเชิงทฤษฎีเป็นข้อมูลในการปรับปรุง

(5.2) ระยะหลังนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ การปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในระยะนี้อาศัยข้อมูลจากการทดลองใช้เป็นตัวชี้้นำในการปรับปรุง และอาจจะมีการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้และปรับปรุงซ้ำ จนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

Seels and Glasgoe (1990, pp. 50-52) เสนอขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังนี้

(1) การวิเคราะห์ปัญหา (Problem analysis) ใช้เทคนิคการประเมินความต้องการความจำเป็นเพื่อระบุสิ่งที่ปัญหา และระบุให้ได้ว่าปัญหาการเรียนการสอนหรือไม่

(2) การวิเคราะห์การเรียนการสอนและภาระงาน (Task and instruction analysis) รวบรวมสารสนเทศมาตรฐานการปฏิบัติต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนมีก่อนที่จะเรียน และพื้นฐานที่ต้องเรียนมาก่อน

(3) ระบุจุดประสงค์และแบบทดสอบ (Objective and tests) เขียนจุดประสงค์การวัดที่ชัดเจนและแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่วัดจุดประสงค์นั้น ๆ

(4) กลวิธีการสอน (Instructional strategy) ตัดสินใจเกี่ยวกับกลวิธีการเรียนการสอนหรือองค์ประกอบของการเรียนการสอน อาจเป็นการนำเสนอหรือเงื่อนไขการปฏิบัติ

(5) ตัดสินใจเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอน (Media decisions) เลือกสื่อและวิธีการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

(6) พัฒนาวัสดุอุปกรณ์ (Materials development) วางแผนให้เกิดประสิทธิผลด้วยการพัฒนาโปรแกรมหรือวัสดุอุปกรณ์ หรือกำกับติดตามการใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่อให้มั่นใจในผลที่เกิดขึ้น

(7) การประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (Formative evaluation) วางกลวิธีการประเมินผลระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสะท้อนการบรรลุจุดประสงค์ ทบทวน ประเมินความเป็นไปได้ และประเมินซ้ำ

(8) การนำไปใช้ในสถานการณ์จริงและการปรับปรุง (Implementation maintenance)

(9) การประเมินสรุป (Summative evaluation) การเก็บรวบรวมสารสนเทศประกอบ การตัดสินใจเกี่ยวกับ ผ่าน/ไม่ผ่าน ได้/ตก เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้

(10) การเผยแพร่ขยายผลนำไปใช้ (Dissemination diffusion) การนำรูปแบบการเรียน การสอนที่ผ่านการพิสูจน์ความมีคุณภาพแล้วไปใช้กับกลุ่มอื่น ๆ อีกแนวคิดหนึ่งในการพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอนอาศัยวิธีการเชิงระบบ (System approach) ที่ช่วยให้การจัดการเรียนการสอน มีประสิทธิผล (Effectiveness) และมีความเหมาะสมอย่างยิ่ง (Appropriateness)

Dick and Carey (1996, pp. 2-7) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

(1) ขั้นการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Studying Basic Data and Related Literature Phase) โดยการวิเคราะห์ปัญหา หรือประเมินความต้องการเพื่อให้ได้รายละเอียด ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา มีปัญหาหรือไม่มีปัญหาอะไรเกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน ปัญหานั้น เป็นปัญหาที่แท้จริงหรือไม่ อะไรคือสาเหตุของปัญหา อะไรคือวิธีแก้ปัญหที่เป็นไปได้ การประเมิน ความต้องการเป็นการกำหนดให้เข้าใจว่าการสอนที่จะทำการออกแบบพัฒนานั้นเป็นสิ่งที่ต้องการ แน่แท้หรือไม่ รวมถึงการวิเคราะห์นักเรียน คุณลักษณะของผู้เรียนทั้งด้านเพศ อายุพื้นฐานสังคม เศรษฐกิจ ความถนัด แรงจูงใจ ความรู้พื้นฐานเดิมที่มีมาก่อน รวมทั้งความแตกต่างระหว่างบุคคล และรูปแบบการเรียน

(2) ขั้นการพัฒนา (Development/Production Phase) ในขั้นตอนนี้จำแนกเป็นการพัฒนา เนื้อหาความรู้ กระบวนการเรียนการสอน แบบทดสอบ สื่อและวัสดุการสอน เช่น การพัฒนา กิจกรรม การเรียนการสอนควรทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ว่าจะดำเนินการอย่างไรบ้าง โดยทั่วไปการสอน ที่มีประสิทธิภาพจะประกอบด้วย กิจกรรมชั้นสูงใจ ให้วัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน คำนึงถึงความรู้พื้นฐาน ของนักเรียนให้สารสนเทศและตัวอย่าง รวมถึงการสร้างข้อสอบต้องศึกษาวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ในหน่วยวิชานั้น เพื่อสร้างข้อสอบให้สอดคล้องและควรเป็นข้อสอบที่วัดได้ครบตามต้องการ อีกทั้งพัฒนาสื่อและวัสดุการสอน ผู้ออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องดูแล ทุกขั้นตอนการผลิต เพื่อให้แน่ใจว่าการผลิตได้ดำเนินไปตามคำแนะนำที่ให้ตามแนวทางของการออกแบบ มีความคงเส้นคงวาต่อเนื่องและมีคุณภาพ

(3) ขั้นการนำไปทดลองใช้ (Implementation Phase) การนำไปทดลองใช้ต้องคำนึงถึง องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง 2 ประการ คือ (3.1) การสอนและการบริหารการสอน ข้อควร ตระหนักในขั้นการจัดการเรียนการสอน คือ เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีความสัมพันธ์ระหว่าง ครูผู้สอนกับนักเรียน คือ ครูเป็นผู้ทำหน้าที่เหมือนผู้จัดการเรียนหรือจัดสภาพแวดล้อมเพื่อให้นักเรียนได้ เกิดการเรียนรู้มีแรงจูงใจที่อยากจะเรียนรู้ การเรียนการสอนต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่าง บุคคล ครูผู้สอนต้องเป็นที่ปรึกษาให้แก่นักเรียน และ (3.2) ต้องพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้ให้ทันสมัย อยู่เสมอ

(4) ขั้นการประเมินผล (Evaluation Phase) เป็นการวัดว่าวงจรการพัฒนา รูปแบบ การเรียนการสอนนั้นสมบูรณ์แล้ว ข้อมูลย้อนกลับจึงเป็นส่วนสำคัญที่ได้จากการประเมินผล เพื่อไปปรับปรุง ในส่วนของแต่ละขั้นตอนให้ดีขึ้นและตรงตามวัตถุประสงค์ ถ้าการประเมินผลพบว่า จุดใดควรปรับปรุง เปลี่ยนแปลงก็ต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

Clark (2003, pp. 121-122) กล่าวถึง แนวคิดในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ในแนวทางของ ADDIE Model ซึ่งประกอบด้วย Analyze (การวิเคราะห์) Design (การออกแบบ) Development (การพัฒนา) Implementation (การนำไปใช้) และ Evaluation (การประเมิน) โดยปรับเป็นลักษณะกิจกรรมแบบบันไดเวียน (Spiral activities) ที่เป็นวัฏจักรที่ต่อเนื่อง (Dynamic) คือ มีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เน้นที่ความสำคัญของการประเมิน และข้อปรับปรุงแก้ไข ตามผลการประเมินนั้น ในทุกขั้นตอนและทุกระยะของการดำเนินการ เพื่อการรวบรวมข้อมูล ในการประเมินและการปรับปรุงการดำเนินงานที่ละเอียดทั่วถึงและครอบคลุม และอาจมีการซ้ำวงจร เพื่อยืนยันความถูกต้องและเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้กับบริบทที่ศึกษา โดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) การวิเคราะห์ (Analyze) เป็นระยะของการสร้างความเข้าใจในการดำเนินการและเข้าใจ ในบริบทของสิ่งที่จะดำเนินการ อันจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เช่น การวิเคราะห์นักศึกษา วิเคราะห์บริบทสิ่งแวดล้อม วิเคราะห์เป้าหมาย การเรียนรู้หรือความคาดหวัง ในตัวนักศึกษา เอกสารการเรียนรู้ ภาระงาน แหล่งความรู้และศึกษา วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เป็นระยะของการเตรียมการเพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างสอดคล้องสัมพันธ์กัน

(2) การออกแบบ (Design) เป็นระยะของการใช้หนทาง วิธีการหรือยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดเรียงลำดับ ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กัน และเป็นระยะของการศึกษา และตัดสินใจเลือกวิธีการหรือรูปแบบที่สามารถทำให้นักศึกษาบรรลุ เป้าหมายการเรียนรู้ได้ ซึ่งผู้ออกแบบต้องมีความรู้เกี่ยวกับหลักการ แนวทฤษฎี การเรียนรู้ และการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางของทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มต่าง ๆ และการออกแบบเนื้อหา สื่อวัสดุอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักศึกษา รวมทั้งการประเมิน ที่เหมาะสม หมายความว่าต้องออกแบบให้ครอบคลุมองค์ประกอบของรูปแบบ การสอนในแนวทาง ที่ผู้ออกแบบเลือกและตัดสินใจที่จะนำมาใช้ นอกจากนี้การสร้างเครื่องมือ การหาคุณภาพเครื่องมือ ที่ใช้ในการประเมินนักศึกษา ประเมินขั้นตอนหรือสื่อต่าง ๆ ควรได้รับการออกแบบในระยะนี้ การออกแบบ การสอนขึ้นอยู่กับความเชื่อในทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการบ่งบอกถึงหลักการ ของรูปแบบการสอน อันจะเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ตามองค์ประกอบของรูปแบบ การสอนที่เหลืออยู่ให้สัมพันธ์กันต่อไป โดยองค์ประกอบที่เหลืออยู่เหล่านั้น ได้แก่ วัตถุประสงค์ เนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

(3) การพัฒนา (Development) เป็นระยะการสร้างและพัฒนาสื่อ ปรับปรุงการเรียนการสอน ยุทธศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อให้นักศึกษาบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ในระยะนี้ จะเข้าสู่การสร้างและพัฒนา รูปแบบในแนวทางที่ได้ออกแบบไว้ รวมทั้งมีการสร้างสาระ และกระบวนการสื่อ การประเมิน ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยพัฒนาแนวทางที่ได้ออกแบบไว้ และพัฒนาขึ้นให้ครบทุกองค์ประกอบ ของรูปแบบการสอน หลังจากนั้นอาจมีการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการสอนที่ได้สร้างขึ้น

(4) การนำไปใช้ (Implementation) เป็นระยะของการจัดการ การดำเนินการเรียนการสอน ที่มีประสิทธิภาพและการยืนยันประสิทธิผลของรูปแบบการสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อบกพร่อง อันจะนำไปสู่หนทางในการแก้ไขให้รูปแบบนั้นมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

(5) การประเมิน (Evaluation) เป็นการศึกษาข้อบกพร่องของการพัฒนารูปแบบการสอนซึ่งสามารถทำได้ทุกขั้นตอนของการดำเนินการและสามารถประเมินเพื่อปรับปรุงรูปแบบทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการดำเนินการหรือถ้ามีความจำเป็นก็สามารถดำเนินการซ้ำอีกครั้งจากการปรับปรุงแก้ไขแล้ว

Joyce, Weil, and Calhoun (2015, p. 25) ได้เสนอแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีสาระสำคัญ ดังนี้

(1) รูปแบบการสอนต้องมีทฤษฎีรองรับ เช่น ทฤษฎีด้านจิตวิทยา ทฤษฎีการเรียนรู้ เป็นต้น
 (2) หลังจากพัฒนารูปแบบการสอนแล้ว จะต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎีและตรวจสอบคุณภาพในเชิงการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง จากนั้นนำข้อค้นพบที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขอยู่เรื่อย ๆ ก่อนนำรูปแบบการสอนไปใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งการเสนอรูปแบบการสอนแต่ละรูปแบบของ Bruce R. Joyce, Marsha Weil and Emily Calhoun ได้มีงานวิจัยรองรับมากมาย รวมทั้งการนำไปทดลองใช้ในห้องเรียนจนเป็นหลักประกันได้ว่าสามารถใช้ได้สะดวกและได้ผลดี

(3) การพัฒนารูปแบบการสอนอาจออกแบบให้ใช้ได้หลายลักษณะ ทั้งการใช้อย่างกว้างขวางหรือเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือเพื่อวัตถุประสงค์ในการพัฒนารูปแบบดังกล่าวก็ได้

(4) การพัฒนารูปแบบการสอนจะเกิดผลประโยชน์สูงสุดต่อจุดมุ่งหมายหลัก ถ้าผู้นำนารูปแบบการสอนนำไปใช้ให้ตรงกับจุดมุ่งหมายหลัก และสามารถนำรูปแบบนั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ตามความเหมาะสม

จากขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การสังเคราะห์ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้	Seels and Glasgoe (1990)	Dick and Carey (1996)	Clark (2003)	Joyce, Weil and Calhoun (2015)	รัตนะ บัวสนธ์ (2556)	พิศนา แซมเมณี (2563)	ผลความสอดคล้อง	ผู้วิจัย
การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน	✓	✓	✓		✓	✓	5	✓
หลักการ				✓		✓	2	
การวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้	✓						1	
การออกแบบ			✓		✓		2	
ระบุจุดประสงค์และแบบทดสอบ	✓						1	
วิธีการจัดการเรียนรู้	✓					✓	2	

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ขั้นตอนการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้	Seels and Glasgoe (1990)	Dick and Carey (1996)	Clark (2003)	Joyce, Weil and Calhoun (2015)	รัตนะ บัวสนธ์ (2556)	พิศนา แงมมณี (2563)	ผลความสอดคล้อง ผู้วิจัย
เลือกสื่อการจัดการเรียนรู้	✓						1
การพัฒนา	✓	✓	✓	✓			4 ✓
การประเมินระหว่างกิจกรรม	✓						1
การนำไปใช้	✓	✓	✓	✓	✓		5 ✓
การประเมิน	✓	✓	✓		✓	✓	5 ✓
การเผยแพร่ขยายผลนำไปใช้	✓			✓			2

จากตารางที่ 2.6 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกัน โดยผู้วิจัยได้ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน
- (2) การพัฒนา
- (3) การนำไปใช้
- (4) การประเมิน

4. การตรวจสอบและการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กล่าวถึงการตรวจสอบและการประเมินรูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

อุทุมพร จามรมาน (2541, น. 23) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการสร้างรูปแบบ เพื่อทดสอบหรือตรวจสอบรูปแบบนั้นด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ การตรวจสอบรูปแบบมีหลายวิธี ซึ่งอาจใช้การวิเคราะห์จากหลักฐานเชิงคุณลักษณะ (Qualitative) และเชิงปริมาณ (Quantitative) โดยที่การตรวจสอบรูปแบบจากหลักฐานเชิงคุณลักษณะ อาจใช้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบ ส่วนการตรวจสอบโมเดลจากหลักฐานเชิงปริมาณใช้เทคนิคทางสถิติ ซึ่งการตรวจสอบรูปแบบควรตรวจสอบคุณลักษณะ 2 อย่าง คือ

- (1) การตรวจสอบความมากน้อยของความสัมพันธ์ ความเกี่ยวข้องเหตุผลระหว่างตัวแปร
- (2) การประมาณค่าพารามิเตอร์ของความสัมพันธ์ดังกล่าว ซึ่งการประมาณค่านี้สามารถ

ประมาณข้ามกาลเวลา กลุ่มตัวอย่าง หรือสถานที่ได้ (Across Time, Samples, Sites)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2554, น. 16) กล่าวว่า จากการที่นักทฤษฎีการประเมินมีปรัชญาการประเมินที่แตกต่างกัน จึงทำให้มีการเสนอโมเดล/รูปแบบสำหรับการประเมินในลักษณะที่แตกต่างกันไป เมื่อพิจารณาถึงปรัชญาการประเมินสามารถวิเคราะห์ได้ว่า นักทฤษฎีการประเมินมีพื้นฐานความเชื่อที่แตกต่างกันอย่างน้อย 2 ประการ คือ วัตถุประสงค์ของการประเมินและวิธีการเข้าถึงคุณค่าของสิ่งที่ถูกประเมิน ความแตกต่างดังกล่าวสามารถนำไปสู่การจำแนกเป็นทวีติของโมเดลการประเมิน คือ

(1) มิติวัตถุประสงค์ วัตถุประสงค์ของการประเมินเป็นการตัดสินคุณค่าของสิ่งของหรือเหตุการณ์ พร้อมกับพยายามเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างการประเมินกับการนำผลไปใช้ในการตัดสินใจทางการบริหาร วัตถุประสงค์การประเมินแบ่งออกเป็น 2 ขั้ว คือ

(1.1) การประเมินเน้นการตัดสินใจ (Decision-oriented evaluation) การประเมินที่เน้นการเสนอสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจทางการบริหาร

(1.2) การประเมินเน้นการตัดสินคุณค่า (Value oriented evaluation) เป็นกระบวนการที่นักประเมินตัดสินคุณค่าของสิ่งที่มุ่งประเมิน

(2) มิติวิธีการ วิธีการเชิงระบบกับวิธีการเชิงธรรมชาติถึงแม้ว่านักทฤษฎีการประเมินส่วนใหญ่มองเห็นสอดคล้องกันว่า การประเมินควรเป็นผลที่ได้จากการใช้วิธีการที่น่าเชื่อถือและมีหลักฐานอ้างอิงได้ แต่รายละเอียดของวิธีการเข้าถึงคุณค่ายังมีความแตกต่างกัน แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

(2.1) วิธีเชิงระบบ (Systematic approach) นักทฤษฎีการประเมินที่ยึดมาตรการเข้าถึงคุณค่าและเกณฑ์ตัดสินคุณค่าตามแนวคิดปรัชญาปรนัยนิยม (Objectivism) จะมีความเชื่อว่าวิธีเชิงระบบเป็นวิธีที่เหมาะสมในการประเมิน นักทฤษฎีการประเมินในกลุ่มนี้พยายามเสนอโมเดล/รูปแบบการประเมินที่แสดงถึงการวางแผนการดำเนินงานและวิธีดำเนินงานอย่างชัดเจน รัดกุม และเป็นระบบสนับสนุนการใช้เครื่องมือที่ได้มาตรฐานในการเก็บรวบรวมข้อมูล พยายามควบคุมสถานการณ์และตัวแปรแทรกซ้อนที่อาจส่งผลกระทบต่อผลการประเมิน ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ตามตัวแปรที่กำหนด และสรุปผลการประเมินตามเกณฑ์มาตรฐานที่ประกาศไว้ล่วงหน้า

(2.2) วิธีเชิงธรรมชาติ (Naturalistic approach) นักทฤษฎีการประเมินที่ยึดมาตรการเข้าถึงคุณค่าและเกณฑ์ตัดสินคุณค่าตามแนวคิดปรัชญาอัตนัยนิยม (Subjectivism) จะมีความเชื่อว่าวิธีเชิงธรรมชาติเป็นวิธีที่เหมาะสมในการประเมิน นักทฤษฎีการประเมินในกลุ่มนี้พยายามเสนอโมเดล/รูปแบบการประเมินที่มีลักษณะการดำเนินงานที่ยืดหยุ่น สนับสนุนการเก็บรวบรวมข้อมูลในสภาพธรรมชาติโดยเน้นการสังเกตแบบไม่มีโครงสร้าง พยายามวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยหลักการ เชื่อมโยงเหตุผล การสังเกตและการวิเคราะห์เบื้องต้น จะนำไปสู่การสังเกตและวิเคราะห์ในขั้นลึกถัดไป จนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งที่ประเมิน โดยอาศัยความรู้ ความเชี่ยวชาญและประสบการณ์เป็นเกณฑ์สำคัญในการสรุปผล

Eisner (1976, pp. 135-150) กล่าวว่า การตรวจสอบ โดยการใช้ผู้ทรงคุณวุฒิในบางเรื่อง ที่ต้องการความละเอียดอ่อนมากกว่าการวิจัยในเชิงปริมาณ โดยเชื่อว่าการรับรู้ที่เท่ากันนั้นเป็นคุณสมบัติ พื้นฐานของผู้รู้ และได้เสนอแนวคิดการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้

(1) การประเมินโดยแนวทางนี้ มิได้เน้นผลสัมฤทธิ์ของเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ ตามรูปแบบการประเมินแบบอิงเป้าหมาย (Goal-Based Model) การตอบสนองปัญหา และความต้องการ ของผู้เกี่ยวข้องตามรูปแบบการประเมินแบบสนองตอบ (Responsive model) หรือกระบวนการ การวิเคราะห์วิจารณ์อย่างลึกซึ้งเฉพาะในประเด็นที่นำมาพิจารณา ซึ่งไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ หรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเสมอไป แต่อาจจะผสมผสานปัจจัยในการพิจารณาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ตามวิจารณ์ญาณของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับคุณภาพ ประสิทธิภาพ หรือความเหมาะสมของสิ่งที่ทำการประเมิน

(2) เป็นรูปแบบการประเมินที่เน้นความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง (Specialization) ในเรื่อง ที่จะประเมินโดยที่พัฒนามาจากรูปแบบการวิจารณ์งานศิลป์ (Art Criticism) ที่มีความละเอียดลึกซึ้ง และต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญระดับสูงมาเป็นผู้วินิจฉัย เนื่องจากการวิพากษ์คุณค่า ไม่อาจประเมิน ด้วยเครื่องวัดใด ๆ ได้ และต้องใช้ความรู้ความสามารถของผู้ประเมินอย่างแท้จริง ต่อมาได้มีการนำแนวคิดนี้ มาประยุกต์ใช้ในทางการศึกษาระดับสูงในวงการอุดมศึกษามากขึ้นในสาขาเฉพาะที่ต้องอาศัยผู้รู้ ผู้เล่นในเรื่องนั้นจริง ๆ มาเป็นผู้ประเมินผล ทั้งนี้เพราะองค์ความรู้เฉพาะสาขานั้น ผู้ที่ศึกษาเรื่องนั้นจริง ๆ จึงจะทราบและเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

(3) เป็นรูปแบบที่ใช้บุคคล คือ ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นเครื่องมือในการประเมิน โดยให้ความเชื่อถือ ว่า ผู้ทรงคุณวุฒินั้นเที่ยงธรรมและมีดุลพินิจที่ดี ทั้งนี้มาตรฐานและเกณฑ์พิจารณาต่าง ๆ นั้นจะเกิดขึ้น จากประสบการณ์และความชำนาญของผู้ทรงคุณวุฒินั้นเอง

จากการตรวจสอบและการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ ใช้การตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญมีความรู้ และประสบการณ์ที่สามารถนำมาวิเคราะห์คุณค่าของสิ่งที่ประเมินได้อย่างลึกซึ้ง เพื่อตรวจสอบ ความสอดคล้องของรูปแบบกับทฤษฎีและหลักการ นำผลการตรวจสอบไปปรับปรุงและพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นกระบวนการในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างหลากหลาย โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์ และ พรณี สินธพานนท์ (2551, น. 104)

กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้ มาเป็นพื้นฐานการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ ๆ โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา ให้บรรลุเป้าหมายหรือเป้าประสงค์ที่วางไว้

เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร (2555, น. 14) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและประสบการณ์เดิม ประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดให้ในปัญหานั้น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ข, น. 7) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ในคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/การแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2556, น. 161) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การคลี่คลายข้อข้องระหว่างสิ่งที่เป็จริงกับสิ่งที่ต้องการให้แคลงโดยใช้วิธีการที่ถูกต้อง และเหมาะสม การคิดแก้ปัญหาจึงเป็นกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องหรือสิ่งต่าง ๆ และพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้น

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 39) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ และความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ความสามารถในการคิด และความสามารถในการประเมินงานของตนเอง อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ เจตคติและความเชื่อของผู้แก้ปัญหา

ชนชาติ เชื้อสุวรรณทวี (2561, น. 166) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งต้องใช้ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

Polya (1973, p. 1) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีทางที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ เพื่อจะได้ข้อลงเอย หรือคำตอบที่มีความชัดเจน แต่สิ่งที่เหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งต้องใช้ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและนำประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหา

2. ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สิริพร ทิพย์คง (2545, น. 4) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นหัวใจสำคัญของคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องอาศัยความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่าง ๆ นำไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยเฉพาะ ทักษะในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อชีวิตและสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ ในการสอนนักเรียนให้รู้จักแก้ปัญหาจะช่วยส่งเสริมให้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน และรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ค, น. 6) กล่าวถึง ประโยชน์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งในและนอกห้องเรียน ตลอดจนนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 46) กล่าวว่า ในปัจจุบันการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มุ่งเน้นที่การวิเคราะห์ปัญหา การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของสิ่งที่คิดได้ นักเรียนจะได้ใช้ความรู้ความสามารถที่มีอยู่ลงมือแก้ปัญหา อันจะเป็นการเรียนรู้จากกระบวนการทำงานและเกิดเป็นประสบการณ์อย่างหนึ่งซึ่งจะกลายเป็นความชำนาญหรือทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในโอกาสต่อไป

Polya (1973, p. 221) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมพื้นฐานของมนุษย์ส่วนใหญ่ ขณะที่มนุษย์ยังมีสติจะเกี่ยวข้องกับปัญหา และมีการแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา เพื่อบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ความเจริญก้าวหน้าของโลกที่เกิดขึ้นก็เกิดจากการรู้จักแก้ปัญหาของมนุษย์ ดังนั้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงควรเน้นให้ผู้เรียนได้รับการฝึกประสบการณ์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญยิ่งที่จะต้องพัฒนา ให้เกิดในตัวผู้เรียนเพื่อนำไปใช้ในการดำรงชีวิต

Krulik and Reys (1980, p. 280) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นทักษะที่มีความสำคัญ และมักรวมทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญเข้าไว้ด้วย เช่น การให้เหตุผล การสื่อสารและการตัดสินใจ ผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีมักมีความรู้ ประสบการณ์ ระบบคิดและการตัดสินใจที่ดีพอ เนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะและความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ความสามารถในการคิดและความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ เจตคติและความเชื่อของผู้แก้ปัญหาด้วย แม้การแก้ปัญหาก็จะเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและดูยุ่งยาก แต่ก็มีประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน ดังนี้

- (1) ช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการคิดของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- (2) ช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยงและใช้ความรู้ที่เรียนมาในการแก้ปัญหาจริง
- (3) ช่วยพัฒนาทักษะของผู้เรียนในการเลือกและใช้กลวิธีแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
- (4) ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

Fisher (1987, pp. 2-3) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับการดำเนินชีวิตในแต่ละวัน ส่งเสริมความสามารถในระดับต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การประสบความสำเร็จในชีวิต ทักษะการแก้ปัญหานี้จะส่งผลต่อทักษะอื่น ๆ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ มีวิจารณญาณและส่งเสริมกลยุทธ์ต่าง ๆ ได้แก่ การสังเกต การออกแบบ การตัดสินใจ การทำงานเป็นกลุ่ม และใช้เป็นเครื่องมือหาคำตอบ การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ดังนั้น การแก้ปัญหาก็มีความสำคัญในการจัดการศึกษาของมนุษย์ด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสำคัญของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ปัญหา การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของสิ่งที่คิดได้ ช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งในและนอกห้องเรียน ตลอดจนนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ตลอดชีวิต

3. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สาโรช บัวศรี (สาโรช บัวศรี, 2526, อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2563, น. 300) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาตามหลักอริยสัจ 4 เป็นขั้นตอน ดังนี้

ขั้นกำหนดปัญหา (ขั้นทุกข์) คือ การให้ผู้เรียนระบุปัญหาที่ต้องการแก้ไข

ขั้นตั้งสมมติฐาน (ขั้นสมุทัย) คือ การให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและตั้งสมมติฐาน

ขั้นทดลองและเก็บข้อมูล (ขั้นนิโรธ) คือ การให้ผู้เรียนกำหนดวัตถุประสงค์และวิธีการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานและเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล (ขั้นมรรค) คือ การนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุป

สุวิทย์ มูลคำ (2550, น. 27) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นการทบทวนปัญหาที่พบ เพื่อทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ในประเด็นต่าง ๆ รวมทั้งการกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานหรือสาเหตุของปัญหา เป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ช่วยในการคาดคะเน รวมทั้งการพิจารณาสาเหตุของปัญหาว่ามาจากสาเหตุอะไร หรือจะมีวิธีการแก้ปัญหาได้โดยวิธีใดบ้าง ซึ่งควรจะต้องตั้งสมมติฐานไว้หลาย ๆ อย่าง

ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา เป็นการคิดหาวิธีการเทคนิคเพื่อแก้ปัญหาและกำหนดขั้นตอนย่อยของการแก้ปัญหาไว้อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ตามแผนที่วางไว้ ซึ่งขั้นนี้จะเป็นขั้นของการทดลองและลงมือแก้ปัญหาด้วย

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน เป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์วินิจฉัยว่ามีความถูกต้องเที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด และทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 6 สรุปผล เป็นการประเมินผลวิธีการแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ได้ผลดีที่สุด โดยสรุปในรูปของหลักการที่จะนำไปอธิบายเป็นคำตอบ ตลอดจนนำความรู้ไปใช้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 57) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร ต้องการให้หาอะไร กำหนดอะไรบ้าง เกี่ยวข้องกับความรู้ใดบ้าง การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่าง ๆ ช่วย เช่น การวาดภาพ การเขียนตาราง การบอกหรือเขียนสถานการณ์ปัญหาลงด้วยภาษาของตนเอง

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาวัยวิธีใด จะแก้อย่างไร รวมถึงพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์การแก้ปัญหาที่ผู้เรียนมีอยู่ เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้จนสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถหาคำตอบได้ ผู้เรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนในแผนที่วางไว้ หรือเลือกยุทธวิธีใหม่จนกว่าจะได้คำตอบ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบ ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ ผู้เรียนอาจมองย้อนกลับไปพิจารณายุทธวิธีอื่น ๆ ในการหาคำตอบและขยายแนวคิดไปใช้กับสถานการณ์ปัญหาอื่น

ทิสนา แคมมณี (2563, น. 312-313) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งเป็นกระบวนการให้ผู้เรียนได้เกิดความคิด ทาวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ มีขั้นตอนดังนี้

(1) สังเกต ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุปและตระหนักในปัญหานั้น

(2) วิเคราะห์ ให้ผู้เรียนได้อภิปราย หรือแสดงความคิดเห็นเพื่อแยกแยะประเด็นปัญหาสภาพ สาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหา

(3) สร้างทางเลือก ให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งอาจมีการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกลุ่มและควรมีการกำหนดหน้าที่ในการทำงานให้แก่ผู้เรียนด้วย

(4) เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึกการปฏิบัติงานเพื่อรายงานและตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก

(5) สรุป ผู้เรียนสังเคราะห์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจจัดทำในรูปของรายงาน Bloom (1956, p. 122) ได้เสนอกระบวนการในการคิดแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้พบปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นหาสิ่งที่เคยพบเห็น ที่เกี่ยวกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ผลจากขั้นที่หนึ่งมาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นมาใหม่

ขั้นที่ 3 จำแนกแยกแยะปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

อนึ่ง ความสามารถทางสมองที่นำมาใช้คิดแก้ปัญหาในขั้นที่ 1-4 เป็นส่วนของการนำไปใช้ขั้นที่ 5 และขั้นที่ 6 เป็นส่วนของความเข้าใจ สำหรับครู ความจำ ถือว่าเป็นพื้นฐานที่จำเป็นในการคิดแก้ปัญหา ส่วนความสามารถในการวิเคราะห์ เป็นความสามารถทางสมองที่นำมาใช้ในกระบวนการคิดแก้ปัญหาในขั้นที่ 3

Bruner (1966, pp. 123-124) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 รู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

ขั้นที่ 2 แสวงหาเค้าเงื่อน เป็นขั้นตอนที่ระลึกถึงประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบความถูกต้อง เป็นขั้นตอนที่ตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกโครงสร้างของเนื้อหา

ขั้นที่ 4 การตัดสินใจตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

Guilford (1967, p. 12) ได้กำหนดลำดับการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นตอนการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นคืออะไร

(2) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นตอนการพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดบ้างที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา

(3) ขั้นการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง ขั้นตอนการหาวิธีการแก้ไขให้ตรงสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายก็จะได้ผลลัพธ์ออกมา

(4) ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นตอนการเสนอกฎเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการ ถ้าพบว่าผลลัพธ์นั้นยังไม่ได้ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด หรือถูกต้องที่สุด

(5) ขั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง ขั้นตอนการนำวิธีการที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้าใหม่ เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกันกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

Polya (1973, pp. 16-17) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

(1) ทำความเข้าใจกับปัญหา (Understanding the problem) พิจารณาว่า อะไรคือข้อมูล อะไรคือเงื่อนไขของปัญหา ปัญหาต้องการให้หาอะไร คำตอบของปัญหาอยู่ในรูปแบบใดแล้วยังต้องพิจารณาถึงเงื่อนไขที่ให้เพียงพอจะแก้ปัญหาหรือไม่ มากเกินความจำเป็นหรือขัดแย้งกันเองหรือไม่

(2) วางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหด้วยวิธีใด แก้อย่างไร ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่มีในปัญหา ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่รู้กับไม่รู้ ถ้าหากเชื่อมโยงไม่ได้ต้องอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหาดังนี้ เคยเห็นปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ หรือมีลักษณะคล้ายกับปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่ รู้ว่าปัญหาสัมพันธ์กับอะไรหรือไม่ และรู้ทฤษฎีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหานี้หรือไม่ พิจารณาส่ิงที่ไม่รู้ในปัญหาและพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคยซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกันหรือคล้ายกัน โดยพิจารณาว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาที่คุ้นเคยมาใช้กับปัญหาที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่ ควรอ่านปัญหาอีกครั้งและวิเคราะห์ดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบหรือไม่

(3) ดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นตอนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบความเป็นได้ของแผน ตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่ เพิ่มเติมรายละเอียดที่จำเป็นเพื่อความชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งพบคำตอบหรือพบวิธีการแก้ปัญหาได้

(4) ตรวจสอบผล (Checking the result) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมา เพื่อดูความถูกต้องของคำตอบ และวิธีการในการแก้ปัญหา พิจารณายังมีคำตอบอื่น หรือวิธีการแก้ปัญหาวีธีอื่น ๆ อีกหรือไม่ แล้วตรวจว่าผลลัพธ์ตรงกันหรือไม่ ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาให้กะทัดรัด ชัดเจน และเหมาะสม ตลอดจนขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาให้กว้างขวางขึ้น นอกจากนี้ยังอาจปรับเปลี่ยนบางเงื่อนไขเพื่อหาข้อสรุปและสรุปผลการแก้ปัญหาในรูปแบบทั่วไป

Weir (1974, pp. 16-18) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

(1) ขั้นตั้งปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนด

(2) ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหาโดยแยกแยะจากลักษณะที่สำคัญ หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

(3) ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

(4) ขั้นพิสูจน์คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหาว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร

Dewey (1976, p. 130) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

(1) ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ผู้ประสบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจตัวปัญหาก่อนว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นคืออะไร

(2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เป็นการพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างเป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหา กล่าวคือ มีการระบุและแจกแจงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น จะมีลักษณะแตกต่างกัน ระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขต่างกัน โดยพิจารณาสิ่งต่อไปนี้

(2.1) มีตัวแปรต้นหรือองค์ประกอบอะไรบ้าง

(2.2) มีอะไรบ้างที่ต้องทำให้เกิดปัญหา

(2.3) จัดการมองปัญหาในวงกว้างออกไป โดยให้มองเฉพาะสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อที่จะแก้ปัญหาไปที่ละขั้นตอน

(2.4) รู้จักถามคำถามที่จะเป็นกุญแจนำไปสู่การแก้ปัญหา

(2.5) พยายามดูเฉพาะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจริง

(3) ขั้นเสนอแนวทางแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาออกมาในรูปแบบของวิธีการรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา เพื่อการตั้งสมมติฐาน

(3.1) จะมีวิธีการหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหาอย่างไร ใครเป็นผู้ให้ข้อมูลนั้น

(3.2) ตั้งสมมติฐาน หรือคำถามที่อาจเป็นไปได้เพื่อช่วยแก้ปัญหา

(4) ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง การเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าผลที่ได้รับไม่ถูกต้อง ก็เสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

(5) ขั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

LeBlance (1977, pp. 17-25) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

(1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาเข้าใจปัญหาได้อย่างชัดเจน ทำให้รู้ถึงสิ่งที่โจทย์ถาม ข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดมาให้

(2) ขั้นเลือกวิธีการที่จะใช้ในการหาคำตอบ เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาคัดสินใจเลือกกลวิธีหรือวิธีการใดวิธีการหนึ่งเพื่อใช้ในการหาคำตอบของปัญหา

(3) ขั้นลงมือแก้ปัญหา เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหานำวิธีการที่เลือกไว้ในขั้นที่ 2 มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา บางครั้งวิธีการที่เลือกใช้ในการหาคำตอบนั้น อาจเป็นวิธีการที่ทำให้ไม่ได้คำตอบ ผู้แก้ปัญหามustย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนการแก้ปัญหาขั้นที่ 2 อีกครั้งหนึ่ง

(4) ขั้นทบทวนการแก้ปัญหาและคำตอบ เป็นการตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ตลอดจนคำตอบที่ได้

Suydam (1980, pp. 38-39) ได้รวบรวมแนวคิดของกระบวนการในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์จากนักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน แล้วสรุปเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป ดังนี้

(1) ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา โดยการตระหนักรู้ถึงสถานการณ์ของปัญหา

(2) ขั้นที่ 2 วางแผนว่าจะแก้ปัญหายังไง ได้แก่อ

(2.1) แบ่งปัญหาวออกเป็นส่วนประกอบย่อย แจกแจงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

(2.2) ระลึกถึงข้อมูลที่เป็นสารสนเทศของปัญหา และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบ

(2.3) ตั้งสมมติฐานหรือแนวคิดว่าจะดำเนินการแก้ปัญหายังไง

(3) ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ได้แก่อ

(3.1) แปลงประโยคภาษาในโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์หรือสร้างตัวแทนของสถานการณ์ของปัญหา

(3.2) วิเคราะห์สถานการณ์ออกเป็นปัญหาย่อยเพื่อหาคำตอบโดยการแก้ปัญหาย่อย เหล่านั้น

(3.3) คำนวณหาผลลัพธ์ออกมา

(4) ขั้นที่ 4 ทบทวนปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้มา ได้แก่อ

(4.1) ย้อนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้มากับตัวปัญหา

(4.2) ทบทวนผลลัพธ์ที่ได้มาว่ามีความถูกต้องหรือไม่

(4.3) ค้นคว้าหาวิธีการในการแก้ปัญหาวิธีใหม่ต่อไป

Gick (1986, pp. 99-120) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้

(1) การสร้างตัวแทนของปัญหา โดยการสร้างสัญลักษณ์ วาดรูป ทำตารางหรือแผนผัง เพื่อให้เข้าใจปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

(2) การคิดวิธีการแก้ปัญหา เป็นการรวบรวมวิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัปัญหาเพื่อนำไปสู่ คำตอบ รวมถึงการวางแผนและจัดลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้

(3) การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการปฏิบัติตามแผนและขั้นตอนที่กำหนดไว้

(4) การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา ว่ามุ่งไปสู่คำตอบหรือเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ ถ้าไม่อาจทบทวนวิธีการคิดตั้งแต่นั้นใหม่ ว่าผิดพลาดหรือบกพร่องในจุดใด เพื่อจะได้ปรับปรุง กระบวนการแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมาย

Krulik and Rudnick (1993, pp. 5-6) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นการอ่านและคิด เป็นขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ตรวจสอบและประเมินผล ข้อเท็จจริง การเชื่อมโยงทุกส่วนของปัญหา

(2) ขั้นการสำรวจและวางแผน เป็นขั้นการวิเคราะห์ปัญหา และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น และตัดข้อมูลที่จำเป็นทิ้งไป จัดข้อมูลให้อยู่ในรูปตาราง เขียนภาพ สร้างแบบจำลอง หรืออื่น ๆ เพื่อวางแผนหาคำตอบ

(3) ขั้นคัดเลือกกลยุทธ์ เป็นขั้นที่คนส่วนใหญ่เห็นว่ามีความยากกว่าทุกขั้นตอน กลยุทธ์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็ทิศทางที่ผู้แก้ปัญหาใช้หาคำตอบ

(4) ขั้นหาคำตอบ เป็นขั้นใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหานั้น ๆ เพื่อหาคำตอบ โดยการใช้การประมาณค่าหรือใช้เครื่องคำนวณแล้วแต่ความเหมาะสม

(5) ขั้นการสะท้อนกลับและการขยายผล เป็นการตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้ตรงตามเงื่อนไขของปัญหาหรือไม่และคำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่ และควรจะขยายผลไปสู่กรณีทั่วไปหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ภายใต้สถานการณ์เดิม

Dossey (2005, p. 47) ได้เสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา
- (2) จำแนกประเด็นปัญหาและวางแผนหาคำตอบ
- (3) จัดรูปแบบและแสดงความหมายเงื่อนไขของโจทย์
- (4) เลือกกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหา
- (5) ดำเนินการหาคำตอบ
- (6) ทบทวนคำตอบ
- (7) สื่อสารและขยายคำตอบ

จากกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 การสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กระบวนการ แก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	Bloom (1956)	Bruner (1966)	Gulford (1967)	Polya (1973)	Weir (1974)	Dewey (1976)	LeBlance (1977)	Suydam (1980)	Gick (1986)	Krulik and Rudnick (1993)	Dossey (2005)	สกลโรช บัวศรี (2526)	สุทธิชัย มูลคำ (2550)	สสวท. (2560)	ทัศนีย์ ขนมนิ (2563)	ผลความสอดคล้อง ผู้วิจัย
ค้นหาความรู้เดิม	✓															1
สร้างรูปแบบปัญหา	✓								✓							2
ค้นหาปัญหา			✓									✓	✓			3
ทำความเข้าใจปัญหาวิเคราะห์ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	13
ตั้งสมมติฐาน													✓			1
นิยามสาเหตุปัญหา					✓	✓										2
เก็บรวบรวมข้อมูล/ค้นหาวิธีการ		✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓	✓			✓	9
จัดรูปแบบและแสดงเงื่อนไขของโจทย์											✓					1
วางแผน/เตรียมการ/เลือกวิธี	✓	✓		✓			✓	✓		✓	✓		✓	✓		9
รวบรวมข้อมูลตามแผน													✓			1
ดำเนินการตามแผน/หาคำตอบ	✓	✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	11
ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		11
สรุปผล	✓											✓			✓	3
ขยายผล/ประยุกต์			✓			✓					✓					3

จากตารางที่ 2.7 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีความสอดคล้องกัน โดยผู้วิจัยได้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการพิจารณาและทำความเข้าใจปัญหาที่โจทย์กำหนด รวมถึงข้อมูลและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง เพื่อระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

(2) รวบรวมข้อมูล เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาเพื่อลดความซับซ้อน โดยเลือกข้อมูลที่จำเป็นและเชื่อมโยงกัน เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการแก้ปัญหา

(3) วางแผนการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาและเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้อง หาความสัมพันธ์เพื่อวางแผนการแก้ปัญหา

(4) ดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ หากไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ให้ทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาใหม่ จนสามารถแก้ปัญหาได้

(5) ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา เป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ หากพบว่าคำตอบยังไม่ถูกต้อง ให้ย้อนกลับไปทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาใหม่ ตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา จนสามารถสรุปคำตอบที่สมเหตุสมผลได้

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก, น. 77) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการประยุกต์ความรู้ ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และต้องใช้การคิดที่หลากหลาย

ศศิธร แม้นสงวน (2556, น. 167) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหาและประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 39) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

- (1) ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหาและวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา
- (2) ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่ถือว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้
- (3) พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม
- (4) พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
- (5) ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบและกลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่
- (6) บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน
- (7) สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวันทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น
- (8) ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง
- (9) มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2562, น. 209-210) กล่าวว่า ความสามารถทางการแก้ปัญหา หมายถึง การนำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหาให้บรรลุเป้าหมายหรือเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้

Gagne (1970, pp. 186-187) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

- (1) ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) หมายถึง ความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอด และ/หรือหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทักษะทางปัญญาจะเป็นความรู้ที่ผู้เรียนเคยเรียนมาก่อน
- (2) ลักษณะของปัญหา (Problem Schemata) หมายถึง ข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการกับสิ่งที่กำหนดให้ได้ ข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ คำศัพท์ และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ

Suydam (1980, p. 36) กล่าวถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นกระบวนการคิดแก้ปัญหาซึ่งมีองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความสามารถ ได้แก่ ความสามารถในการเข้าใจ ความคิดรวบยอดและข้อความทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแยกแยะความคล้ายคลึง หรือความแตกต่าง ความสามารถในการเลือกใช้ข้อมูลและประมาณค่า ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์และตีความหมายของข้อเท็จจริงเชิงปริมาณ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยการนำประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้ มาเป็นพื้นฐานการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา ให้บรรลุเป้าหมายหรือเป้าประสงค์ที่กำหนดไว้

5. การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขร (2555, น. 184-185) ได้กล่าวถึงประเภทของเกณฑ์การให้คะแนน แบบ Rubric ว่า โดยทั่วไปการให้คะแนนแบบ Rubric มี 2 รูปแบบ คือ

(1) การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้ และผลงานของนักเรียนโดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรม ของนักเรียนเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการตัดสิน หรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน

(2) การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนน ตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล อาจแยกพิจารณาเป็นด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้านการนำเสนอข้อมูล และด้านการอ่าน เปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล การให้คะแนนลักษณะนี้ มักใช้ ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน

ศศิธร แม้นสงวน (2556, น. 255-256) ได้อธิบายถึง Rubric คือ แนวการให้คะแนน เพื่อประเมินผลงานหรือการปฏิบัติงานของนักเรียน หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า เป็นเครื่องมือให้คะแนน ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการประเมินการปฏิบัติงานหรือผลงานของนักเรียน โดยแยกออกเป็น 2 ชนิด คือ

(1) เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม (Holistic Score) ครูให้คะแนนโดยดูภาพรวม ของกระบวนการหรือผลงาน โดยไม่แยกพิจารณาเป็นส่วน ๆ

(2) เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Score) ครูใช้เมื่อต้องการเน้นการตอบสนอง ที่มีลักษณะเฉพาะ ใช้เป็นตัวแทนของการประเมินหลายมิติ สามารถช่วยบอกจุดเด่นจุดด้อย ของนักเรียนแต่ละคนได้

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 174) กล่าวว่า เพื่อให้ให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์อย่างเต็มศักยภาพ แบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบหนึ่งที่นิยมใช้กัน คือ แบบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหา ที่ให้นักเรียนได้แสดงวิธีทำงาน 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Polya เพื่อที่จะประเมิน ความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน คือ

- (1) จับประเด็นโจทย์ปัญหา สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไรและสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร
- (2) จะใช้วิธีการใดแก้ปัญหาให้อธิบายขั้นตอนที่วางแผนไว้
- (3) ให้แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่วางแผนไว้

(4) ตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบ

Polya (1973, pp. 33-36) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งสรุปรายละเอียด ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Polya

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Polya	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	หลังจากอ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไร มาให้ ต้องการทราบอะไร และข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	ให้เงื่อนไขความจริงในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	สามารถสร้างตาราง เขียนไดอะแกรม เขียนสมการ หรือ ประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ
ขั้นตรวจสอบคำตอบ	พิจารณาความสมเหตุสมผล การสรุปความหมายของคำตอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นลักษณะของการประเมินโดยการให้คะแนนแบบ Rubric โดยผู้วิจัยเลือกการให้คะแนนแบบ แยกตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6. เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2545, น. 113-114) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ควรจะมีวิธีการที่มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาควรมี ดังนี้

2 คะแนน สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง

1 คะแนน สำหรับการเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมากหรือไม่เข้าใจเลย

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, น. 118) ได้เสนอตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนน แบบแยกองค์ประกอบของการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบของการแก้ปัญหา

องค์ประกอบ ของการแก้ปัญหา	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การทำความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	เข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่เข้าใจปัญหา

ตารางที่ 2.9 (ต่อ)

องค์ประกอบ ของการแก้ปัญหา	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
การวางแผนแก้ปัญหา	3 (ดี)	วางแผนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ชัดเจน
	2 (พอใช้)	วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม
การดำเนินการแก้ปัญหา	3 (ดี)	ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
การสรุปและตรวจสอบ	3 (ดี)	มีการสรุปและตรวจคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2 (พอใช้)	มีการสรุปคำตอบแต่ไม่มีการตรวจคำตอบ
	1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่มีการสรุปและไม่มีการตรวจคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555ข, น. 30) กล่าวถึง เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในกรณีผู้ประเมินต้องการตรวจสอบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละประเด็นย่อยตามกระบวนการแก้ปัญหา โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยที่มีการกำหนดระดับคุณภาพแต่ละประเด็นย่อยเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	เข้าใจปัญหาได้อย่างถูกต้อง
	2 (พอใช้)	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือก ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี)	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา
	2 (พอใช้)	เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็น ของปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	เลือกวิธีการที่แก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
3. การใช้ยุทธวิธี แก้ปัญหา	3 (ดี)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน ได้อย่างถูกต้อง
	2 (พอใช้)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา ยังไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา
4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่มีการสรุปคำตอบหรือสรุปคำตอบ ไม่ถูกต้อง

Charles and Lester (1982, pp. 11-12) เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาถึงความสามารถ 3 ประการ ดังนี้

- (1) ความเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถในการแปลความหมายโจทย์ มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้
 - 0 หมายถึง แปลความหมายผิดโดยสิ้นเชิง
 - 1 หมายถึง แปลความหมายผิดบางส่วน
 - 2 หมายถึง แปลความหมายโจทย์ถูกต้อง
- (2) การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้
 - 0 หมายถึง ไม่ลงมือทำหรือทำผิดโดยสิ้นเชิง
 - 1 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน
 - 2 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้อง (ไม่พิจารณาการคำนวณ)
- (3) การตอบปัญหา เป็นการพิจารณากระบวนการแก้ปัญหากับการคำนวณ มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้
 - 0 หมายถึง ตอบผิดและกระบวนการแก้ปัญหาผิด
 - 1 หมายถึง ตอบเพียงบางส่วน (ในกรณีที่มีหลายคำตอบ)
 - 2 หมายถึง การคำนวณถูกต้อง

Reys et al. (1992, p. 313) ได้กำหนด Rubric ของความสามารถในการแก้ปัญหา โดยที่แต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา จะให้คะแนน 0-2 คะแนน ตามรายละเอียด ดังต่อไปนี้

(1) ความเข้าใจปัญหา

- 0 หมายถึง ไม่เข้าใจในปัญหาเลย
- 1 หมายถึง เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน
- 2 หมายถึง เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์

(2) การวางแผนแก้ปัญหา

- 0 หมายถึง ไม่พยายาม หรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด
- 1 หมายถึง วางแผนถูกต้องบางส่วน
- 2 หมายถึง วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

(3) คำตอบ

- 0 หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม
- 1 หมายถึง คัดลอกผิดพลาด คำวนผิด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ
- 2 หมายถึง ตอบได้ถูกต้องและใช้ภาษาได้ถูกต้อง

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน โดยผู้วิจัยให้คะแนนตามองค์ประกอบที่ต้องการประเมินของกระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 วางแผนการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา โดยกำหนดการประเมิน ดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุกระจาย

องค์ประกอบ ของการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
ทำความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	เข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	เข้าใจปัญหาได้น้อยมาก หรือไม่เข้าใจปัญหา
รวบรวมข้อมูล	3 (ดี)	รวบรวมข้อมูลถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	รวบรวมข้อมูลถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	รวบรวมข้อมูลได้น้อยมาก หรือรวบรวมข้อมูลไม่ได้
วางแผนแก้ปัญหา	3 (ดี)	วางแผนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ชัดเจน
	2 (พอใช้)	วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม หรือไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้

ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

องค์ประกอบ ของการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
ดำเนินการตามแผน	3 (ดี)	ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถ ดำเนินการแก้ปัญหาได้
ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา	3 (ดี)	มีการตรวจสอบและสรุปได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2 (พอใช้)	มีการตรวจคำตอบแต่ไม่มีการสรุปคำตอบ
	1 (ต้องปรับปรุง)	ไม่มีการตรวจคำตอบและสรุปคำตอบ

โปรแกรม GeoGebra หรือ GeoGebra Web App

1. จุดเด่นของ GeoGebra

นักการศึกษาได้กล่าวถึงจุดเด่นของ GeoGebra ดังนี้

สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย (2553, น. 23) กล่าวว่า GeoGebra เป็นซอฟต์แวร์คณิตศาสตร์แบบโต้ตอบกับผู้ใช้งานสำหรับการศึกษาในโรงเรียนมัธยมศึกษา สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต พีชคณิต แคลคูลัสส่วนตัดของวงกลม GeoGebra สามารถดำเนินการสร้างจุด ภาคตัดกรวย สมการ นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการส่งออกไฟล์ที่สร้างขึ้นเป็นรูปแบบของภาษา Java ซึ่งเป็นสื่อที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถปรับแต่งค่ารวมถึงรูปร่างของสื่อได้เป็นอย่างดี

พงศ์ดี วุฒิสันต์ (2556, น. 13-14) กล่าวว่า GeoGebra เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์ อีกโปรแกรมหนึ่ง ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเป็น Application และเป็นโปรแกรม Free ware ไม่มีค่าใช้จ่าย ชื่อโปรแกรมก็เหมือนกับนำคำว่า Geometry มาต่อกับคำว่า Algebra จนเป็นคำว่า GeoGebra

Preiner (2008, pp. 61-63) กล่าวว่า จุดเด่นของโปรแกรม GeoGebra มีดังนี้

(1) เป็นโปรแกรม Open source กล่าวคือ ครูและนักเรียนสามารถเข้าถึงโปรแกรม ได้ฟรีและนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างไม่มีข้อจำกัด นอกจากนี้โปรแกรม GeoGebra ยังมีรุ่น ที่เรียกว่า Web Start ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมสามารถเข้าถึงโปรแกรมโดยไม่ต้องติดตั้ง แต่ใช้โปรแกรม ผ่านทาง Browser บนอินเทอร์เน็ตได้ สำหรับขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมนั้น ผู้ใช้โปรแกรมไม่จำเป็นต้อง สมัครสมาชิกหรือเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น ดังนั้น โปรแกรม GeoGebra จึงเป็นโปรแกรมที่สามารถ เข้าถึงนักเรียนได้ง่ายทั้งในชั้นเรียนและที่บ้าน

(2) เป็นโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากโปรแกรม GeoGebra มีศักยภาพที่ใกล้เคียงกับ Cabri Geometry และเป็นโปรแกรมฟรีอีกด้วย

(3) เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์แบบพลวัต (Dynamic Mathematics Software: DMS) ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างความสามารถของโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัต (Dynamic Geometry Software: DGS) และระบบพีชคณิตคอมพิวเตอร์ (Computer Algebra System: CAS) โดยที่โปรแกรมสามารถเชื่อมโยงระหว่างเรขาคณิตและพีชคณิตได้อย่างสมบูรณ์

(4) เป็นการผสมผสานระหว่างพีชคณิตและเรขาคณิต กล่าวคือ โปรแกรม GeoGebra สามารถนำเสนอสมบัติทางพีชคณิตของ Object ได้ในหน้าต่างพีชคณิต เช่น รูปแบบคู่อันดับ ความสัมพันธ์ หรือ ฟังก์ชัน ของ Object นั้น ในขณะที่มีการนำเสนอรูปร่างของ Object นั้น ในหน้าต่างของกราฟิก โดยมีการอธิบายสมบัติทางเรขาคณิตในส่วนที่เรียกว่า construction protocol ซึ่งครูและนักเรียนสามารถตรวจสอบขั้นตอนการสร้างของ Object นั้นได้

(5) เป็นโปรแกรมที่ออกแบบสำหรับนักเรียน โดยโปรแกรมยึดหลักการ KiSS (Keep it Small and Simple) ซึ่งทำให้โปรแกรมออกแบบการจัดการวางแผนเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้งานได้ง่าย โดยที่ผู้ใช้โปรแกรมไม่จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องคอมพิวเตอร์ขั้นสูง

(6) โปรแกรม GeoGebra ถูกเขียนโดยภาษา Java ดังนั้นจึงสามารถเปิดไฟล์ได้บนทุกระบบปฏิบัติการทั้ง Windows และ MacOS ซึ่งรองรับส่วนเสริม Java

(7) มีผู้ใช้งานทั่วโลก โดยที่ครูสามารถแลกเปลี่ยนหรือแบ่งปันสื่อการเรียนการสอนกับครูทั่วโลกได้

Dikovic (2009, pp. 191-192) กล่าวว่า GeoGebra ถูกออกแบบมาเพื่อการศึกษา โดยเฉพาะโปรแกรม GeoGebra สามารถรองรับการสร้างรูปที่มีจุดเส้นตรงและภาคตัดกรวยเป็นส่วนประกอบ นักเรียนสามารถโต้ตอบกับระบบพีชคณิตคอมพิวเตอร์และระบบเรขาคณิตแบบพลวัตในโปรแกรมได้ทันที จึงช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนและช่วยพัฒนาความรู้ของนักเรียนได้ดีขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า จุดเด่นของโปรแกรม GeoGebra คือ เป็นโปรแกรม Free ware ไม่มีค่าใช้จ่าย หรือเป็น GeoGebra Web App สามารถเข้าใช้งานได้โดยไม่ต้องดาวน์โหลดหรือติดตั้งโปรแกรม สามารถใช้งานได้ฟรี ผ่านทาง Browser บนอินเทอร์เน็ต นำมาใช้ในการเรียนรู้ได้อย่างไม่มีข้อจำกัด มีการออกแบบจัดวางแถบเครื่องมือต่าง ๆ ให้ใช้งานได้ง่าย เป็นโปรแกรมเรขาคณิตแบบพลวัตที่มีประสิทธิภาพ สามารถเชื่อมโยงระหว่างเรขาคณิตและพีชคณิตได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งยังแลกเปลี่ยนหรือแบ่งปันสื่อการเรียนการสอนได้ทั่วโลก

2. GeoGebra กับการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กล่าวถึง GeoGebra กับการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

พงศ์ศักดิ์ วุฒิสันต์ (2556, น. 14) กล่าวว่า ได้ทดลองค้นหาความพิเศษในตัวโปรแกรม GeoGebra แล้วปรากฏว่าทำความเข้าใจง่าย สามารถสร้างกราฟ ภาคตัดกรวยที่คิดว่ายากที่สุดในการใช้โปรแกรมอื่นแค่คลิก ๆ ก็เกิดเป็นกราฟต่าง ๆ ตามต้องการ อีกทั้งยังสามารถแสดงสมการเป็นรูปทั่วไป หรือสมการมาตรฐานของกราฟนั้น ๆ ได้ด้วย ที่พิเศษไปกว่านั้น มีวิดีโอคลิปที่สอนเกี่ยวกับโปรแกรมนี้ใน Youtube มากมาย ทั้งภาษาอังกฤษ ฝรั่งเศส สเปน ฯลฯ

อริสา แก้วทิพย์ (2562, น. 29) กล่าวว่า GeoGebra เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นรูปธรรม โดยนำโปรแกรม GeoGebra ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้เนื้อหา เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยให้ผู้เรียนใช้โปรแกรม GeoGebra ในการสร้างกราฟเพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ผ่านชิ้นงานของแต่ละกิจกรรม

เกียรติศักดิ์ แสงทอง (2564, น. 34) กล่าวว่า โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์พลวัต ซึ่งเชื่อมโยงระหว่างพีชคณิตและเรขาคณิตเข้าด้วยกัน จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสำรวจสมบัติทางเรขาคณิตและสมบัติทางพีชคณิตผ่านการสร้าง และการเลื่อนวัตถุ เห็นตัวอย่างรูปตามสมบัติทางเรขาคณิตได้อย่างหลากหลาย สังเกตการเปลี่ยนแปลงของรูปเรขาคณิตเพื่อสร้างข้อความคาดการณ์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงทางพีชคณิต จากการเลื่อนจุด การเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร การแก้ปัญหาทางพีชคณิตและเรขาคณิตโดยใช้โปรแกรม และครูสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเห็นแนวทางในการพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการมากยิ่งขึ้น

ปัญญาพร เชื้อมั่ง (2564, น. 33-34) กล่าวถึง GeoGebra สรุปได้ว่า เป็นสื่อการสอนที่สำคัญช่วยให้นักเรียนสนใจและเข้าใจบทเรียนมากขึ้น และในโปรแกรม GeoGebra มีความสามารถในการวาดภาพ ช่วยสร้างรูปเรขาคณิต และอธิบายข้อมูล รวมทั้งให้นักเรียนสามารถโต้ตอบได้ นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้และค้นพบข้อความคาดการณ์ด้วยตนเอง อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนพัฒนาความรู้ทางเรขาคณิตได้อย่างเป็นขั้นตอน

Hohenwarter and Preiner (2007, p. 2-12) กล่าวถึง โปรแกรม GeoGebra สรุปได้ว่า สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์โดยครูสามารถใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสมือทำและใช้ในกิจกรรมการแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ยังสามารถทำให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมสำรวจข้อค้นพบทางคณิตศาสตร์ได้ทั้งในชั้นเรียนและที่บ้าน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า GeoGebra เป็นสื่อการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น สามารถสร้างกราฟ ภาคตัดกรวยได้โดยง่าย ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจข้อค้นพบทางคณิตศาสตร์ได้ทุกช่วงเวลา

3. การใช้งานโปรแกรม GeoGebra หรือ GeoGebra Web App

GeoGebra คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบมาเพื่อช่วยให้การเรียนรู้และการสอนคณิตศาสตร์เป็นเรื่องง่ายและสนุกสนานมากยิ่งขึ้น เป็นโปรแกรมฟรีที่รวมเอาเครื่องมือทางคณิตศาสตร์หลายอย่างเข้าไว้ด้วยกัน เช่น เรขาคณิต พีชคณิต กราฟ และสถิติ ทำให้สามารถสร้างกราฟวาดรูปทรงเรขาคณิต แก่สมการ และทำการคำนวณต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

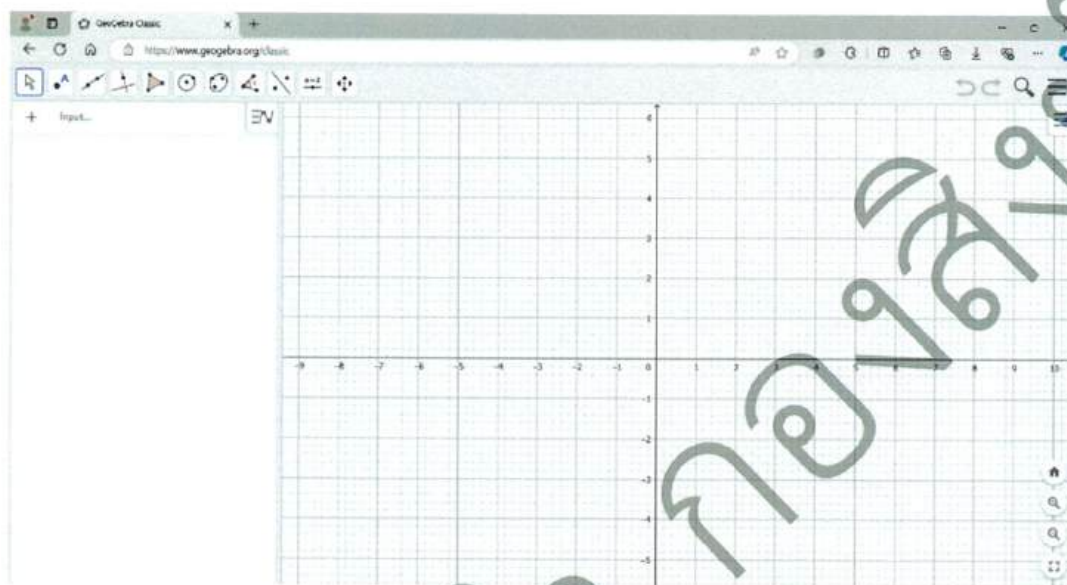
3.1 รูปแบบหลักๆ ของ GeoGebra ที่พบได้ทั่วไป ได้แก่

3.1.1 GeoGebra Classic เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เวอร์ชันดั้งเดิม และเป็นที่รู้จักกันดีที่สุด มีฟังก์ชันครอบคลุมทั้งเรขาคณิต พีชคณิต กราฟ และสถิติ เหมาะสำหรับการใช้งานทั่วไป

3.1.2 GeoGebra App เป็นแอปพลิเคชันที่ออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ (มือถือและแท็บเล็ต) ทำให้สามารถใช้งาน GeoGebra ได้ทุกที่ทุกเวลา

3.1.3 GeoGebra Web App เป็นเวอร์ชันที่ใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ไม่ต้องดาวน์โหลดหรือติดตั้ง เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการใช้งานแบบรวดเร็วและสะดวก

โดยผู้วิจัยนำเสนอการใช้งาน GeoGebra online หรือเรียกอีกอย่างว่า GeoGebra Web App ในเวอร์ชัน 6 ใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ที่มีความสะดวกในการใช้งาน GeoGebra ไม่ต้องดาวน์โหลดหรือติดตั้งโปรแกรม โดยไปที่ <https://www.geogebra.org/classic> จะมีลักษณะ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 หน้าต่างของการเข้าสู่ GeoGebra Web App

3.2 เครื่องมือใน GeoGebra Web App (Tools) ประกอบไปด้วย

3.2.1 กลุ่มเครื่องมือการเคลื่อนย้าย (Movement Tools)

เครื่องมือการเคลื่อนย้ายจะถูกจัดกลุ่มภายใต้ ไอคอนแรกจากซ้ายในแถบเครื่องมือ มี 3 เครื่องมือ ดังตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือการเคลื่อนย้าย (Movement Tools)

เครื่องมือ	คำอธิบาย
 Move	เลือกและลากวางเพื่อเปลี่ยนตำแหน่งชิ้นงาน
 Freehand Shape	เขียนอิสระ
 Pen	เขียนด้วยปากกา

3.2.2 กลุ่มเครื่องมือจุด (Point Tools)

เครื่องมือจุดจะถูกจัดกลุ่มภายใต้  ไอคอนที่สองจากซ้ายในแถบเครื่องมือ มี 8 เครื่องมือ ดังตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือจุด (Point Tools)

เครื่องมือ	คำอธิบาย
 Point	สร้างจุดใหม่
 Point on Object	สร้างจุดบนวัตถุ
 Attach / Detach Point	รวมหรือแยกจุด
 Intersect	สร้างจุดตัดหรือส่วนร่วม
 Midpoint or Center	สร้างจุดกึ่งกลางหรือจุดศูนย์กลาง
 Complex Number	สร้างจุดพิกัดเชิงซ้อน
 Extremum	สร้างจุดสูงสุดและต่ำสุดของฟังก์ชัน
 Roots	สร้างจุดรากค่า

3.2.3 กลุ่มเครื่องมือเส้น (Line Tools)

เครื่องมือเส้นจะถูกจัดกลุ่มภายใต้  ไอคอนที่สามจากซ้ายในแถบเครื่องมือ มี 7 เครื่องมือ ดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือเส้น (Line Tools)

เครื่องมือ	คำอธิบาย
 Line	สร้างเส้นตรง
 Segment	สร้างส่วนของเส้นตรงระหว่างจุดสองจุด
 Segment with Given Length	สร้างส่วนของเส้นตรงพร้อมความยาวจริง
 Ray	สร้างรังสีผ่านจุดสองจุด

ตารางที่ 2.14 (ต่อ)

เครื่องมือ	คำอธิบาย
 Polyline	สร้างเส้นเชื่อมระหว่างจุด
 Vector	สร้างเวกเตอร์ระหว่างจุดสองจุด
 Vector from Point	สร้างเวกเตอร์จากจุด

3.2.4 กลุ่มเครื่องมือเส้นพิเศษ (Special Line Tools)

เครื่องมือเส้นพิเศษจะถูกจัดกลุ่มภายใต้  ไอคอนที่สี่จากซ้ายในแถบเครื่องมือ มี 8 เครื่องมือ ดังตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือเส้นพิเศษ (Special Line Tools)

เครื่องมือ	คำอธิบาย
 Perpendicular Line	สร้างเส้นตั้งฉาก
 Parallel Line	สร้างเส้นขนาน
 Perpendicular Bisector	สร้างเส้นแบ่งครึ่งด้านและตั้งฉาก
 Angle Bisector	สร้างเส้นแบ่งครึ่งมุม
 Tangents	สร้างเส้นสัมผัส
 Polar or Diameter Line	สร้างแกนหรือเส้นผ่านศูนย์กลาง
 Best Fit Line	สร้างเส้นตรงที่เหมาะสมที่สุด
 Locus	สร้างโลคัส

3.2.5 กลุ่มเครื่องมือรูปหลายเหลี่ยม (Polygon Tools)

เครื่องมือรูปหลายเหลี่ยมจะถูกจัดกลุ่มภายใต้  ไอคอนที่ห้าจากซ้ายในแถบเครื่องมือ มี 4 เครื่องมือ ดังตารางที่ 2.16

ตารางที่ 2.16 เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือรูปหลายเหลี่ยม (Polygon Tools)

เครื่องมือ	คำอธิบาย
 Polygon	สร้างรูปหลายเหลี่ยม
 Regular Polygon	สร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า
 Rigid Polygon	สร้างรูปหลายเหลี่ยมไม่บิดเบี้ยว
 Vector Polygon	สร้างเวกเตอร์รูปหลายเหลี่ยม

3.2.6 กลุ่มเครื่องมือวงกลมและส่วนโค้ง (Circle and Arc Tools)

เครื่องมือวงกลมและส่วนโค้งจะถูกจัดกลุ่มภายใต้ ไอคอนที่เห็นจากซ้ายในแถบเครื่องมือ มี 9 เครื่องมือ ดังตารางที่ 2.17

ตารางที่ 2.17 เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือวงกลมและส่วนโค้ง (Circle and Arc Tools)

เครื่องมือ	คำอธิบาย
 Circle with Center through Point	สร้างวงกลมจากจุดศูนย์กลาง
 Circle: Center & Radius	สร้างวงกลมจากจุดศูนย์กลางและรัศมี
 Compass	สร้างวงกลมจากส่วนของเส้นตรง
 Circle through 3 Points	สร้างวงกลมที่ผ่านจุดสามจุด
 Semicircle	สร้างครึ่งวงกลมที่ผ่านจุดสองจุด
 Circular Arc	สร้างส่วนโค้งวงกลมที่มีจุดกึ่งกลางระหว่างจุดสองจุด
 Circumcircular Arc	สร้างส่วนโค้งวงกลมที่ผ่านจุดสามจุด
 Circular Sector	สร้างชิ้นส่วนวงกลม
 Circumcircular Sector	สร้างเซกเตอร์หรือส่วนหนึ่งของวงกลมผ่านจุดสามจุด

3.2.7 กลุ่มเครื่องมือภาคตัดกรวย (Conic Section Tools)

เครื่องมือภาคตัดกรวยจะถูกจัดกลุ่มภายใต้  ไอคอนที่หกจากซ้ายในแถบเครื่องมือ มี 4 เครื่องมือ ดังตารางที่ 2.18

ตารางที่ 2.18 เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือภาคตัดกรวย (Conic Section Tools)

เครื่องมือ	คำอธิบาย
 Ellipse	สร้างวงรี
 Hyperbola	สร้างไฮเพอร์โบลา
 Parabola	สร้างพาราโบลา
 Conic through 5 Points	สร้างกรวยผ่านจุดห้าจุด

3.2.8 กลุ่มเครื่องมือวัด (Measurement Tools)

เครื่องมือวัดจะถูกจัดกลุ่มภายใต้  ไอคอนที่สี่จากขวาในแถบเครื่องมือ มี 8 เครื่องมือ ดังตารางที่ 2.19

ตารางที่ 2.19 เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือวัด (Measurement Tools)

เครื่องมือ	คำอธิบาย
 Angle	สร้างมุม
 Angle with Given Size	สร้างมุมตามที่กำหนด
 Distance or Length	วัดระยะทางหรือความยาว
 Area	วัดพื้นที่
 Slope	วัดความชัน
{1,2} List	สร้างรายการ
$a=b$ Relation	สร้างความสัมพันธ์
 Function Inspector	สร้างตัวตรวจสอบฟังก์ชัน

3.2.9 กลุ่มเครื่องมือการเปลี่ยนแปลง (Transformation Tools)

เครื่องมือการเปลี่ยนแปลงจะถูกจัดกลุ่มภายใต้ ไอคอนที่สามจากขวาในแถบเครื่องมือ มี 6 เครื่องมือ ดังตารางที่ 2.20

ตารางที่ 2.20 เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือการเปลี่ยนแปลง (Transformation Tools)

เครื่องมือ	คำอธิบาย
 Reflect about Line	สะท้อนวัตถุข้ามเส้น
 Reflect about Point	สะท้อนวัตถุรอบจุด
 Reflect about Circle	สะท้อนวัตถุกับวงกลม
 Rotate around Point	หมุนวัตถุรอบจุดด้วยมุมที่กำหนด
 Translate by Vector	เลื่อนขนานวัตถุด้วยเวกเตอร์
 Dilate from Point	ย่อหรือขยายวัตถุจากจุดด้วยแฟกเตอร์

3.2.10 กลุ่มเครื่องมือสำหรับดำเนินการกับวัตถุ (Action Object Tools)

เครื่องมือสำหรับดำเนินการกับวัตถุจะถูกจัดกลุ่มภายใต้ ไอคอนที่สองจากขวาในแถบเครื่องมือ มี 6 เครื่องมือ ดังตารางที่ 2.21

ตารางที่ 2.21 เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือสำหรับดำเนินการกับวัตถุ (Action Object Tools)

เครื่องมือ	คำอธิบาย
 Slider	สร้างสไลเดอร์
ABC Text	แทรกข้อความ
 Image	แทรกรูปภาพ
 Button	แทรกปุ่ม
 Check Box	เลือกช่องเพื่อแสดงหรือซ่อนวัตถุ
 Input Box	กล่องข้อมูลรับเข้า

3.2.11 กลุ่มเครื่องมือทั่วไป (General Tools)

เครื่องมือทั่วไปจะถูกจัดกลุ่มภายใต้  ไอคอนแรกจากขวาในแถบเครื่องมือ มี 7 เครื่องมือ ดังตารางที่ 2.22

ตารางที่ 2.22 เครื่องมือและคำอธิบายกลุ่มเครื่องมือทั่วไป (General Tools)

เครื่องมือ	คำอธิบาย
 Move Graphics View	เลื่อนมุมมองกราฟิก
 Zoom In	ซูมเข้า
 Zoom Out	ซูมออก
 Show / Hide Object	แสดงหรือซ่อนวัตถุ
 Show / Hide Label	แสดงหรือซ่อนป้าย
 Copy Visual Style	คัดลอกรูปแบบการมองเห็น
 Delete	ลบ

แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้การจัดการเรียนรู้ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะอย่างเต็มที่ และบรรลุเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขวลิติ ชูกำแพง (2551, น. 93) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนการจัดกิจกรรมการสอนล่วงหน้าอย่างเป็นลายลักษณ์อักษรของครูผู้สอน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง โดยใช้สื่อและอุปกรณ์การสอน ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหา เวลา เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้เป็นไปอย่างเต็มศักยภาพ

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551, น. 58) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการเตรียมการสอน หรือการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและจัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านใด (สติปัญญา/เจตคติ/ทักษะ) จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิธีใด ใช้สื่อการสอนหรือแหล่งการเรียนรู้ใดและจะประเมินผลอย่างไร

วิลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554, น. 109) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการจัดการเรียนรู้การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือแผนการจัดการเรียนรู้เป็นแผนที่ผู้จัดการเรียนรู้จัดทำขึ้นจากคู่มือหรือแนวทางการจัดการเรียนรู้ของกรมวิชาการ ทำให้ผู้จัดการเรียนรู้ทราบว่าจะจัดการเรียนรู้เนื้อหาใด เพื่อจุดประสงค์ใด จัดการเรียนรู้อย่างไร ใช้สื่ออะไร และวัดผลประเมินผลโดยวิธีใด

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, น. 51) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง แผนในการจัดการเรียนการสอนที่ครูหรือผู้สอนเป็นผู้จัดทำขึ้นภายใต้กรอบเนื้อหาสาระที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยกำหนดจุดประสงค์ วิธีการดำเนินการหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ สื่อการเรียนรู้และวิธีวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

สำลี รักสุทธี (2559, น. 16) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ การนำวิชา หรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำการสอนตลอดภาคเรียน มาสร้างเป็นแผนการจัดการเรียนการสอนการใช้สื่อ อุปกรณ์การสอนและวัดผลประเมินผลสำหรับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ย่อย ๆ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์หรือจุดเน้นของหลักสูตร สภาพผู้เรียนความพร้อมของโรงเรียนในด้านวัสดุอุปกรณ์ และตรงกับชีวิตจริงในท้องถิ่น

วัชรพล วิบูลยศรีน (2561, น. 243) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนเพื่อดำเนินการส่งผ่านเนื้อหาไปยังผู้เรียนผ่านกิจกรรมและสื่อการเรียนการสอนประกอบด้วยการกำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ (สิ่งที่ผู้เรียนได้รับ) วิธีการบรรลุหรือไปยังเป้าหมาย (ขั้นตอน กระบวนการ) และวิธีการวัดคุณภาพของการบรรลุเป้าหมาย (แบบทดสอบ ใบงาน การบ้านและอื่น ๆ)

กุลิสรา จิตรขณาวณิช (2565, น. 170) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึงการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ โดยเขียนเป็นสายลักษณะอักษรของผู้สอนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้งให้กับผู้เรียนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพและเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยทำให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างราบรื่น

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึงการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ โดยครูเป็นผู้จัดทำขึ้นภายใต้กรอบเนื้อหาสาระที่ครูต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยกำหนดจุดประสงค์ วิธีการดำเนินการหรือกิจกรรมให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ รวมถึงสื่อการเรียนรู้และวิธีวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพและเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

2. ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ (2551, น. 58) กล่าวถึง ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

ดังนี้

(1) ทำให้เกิดการวางแผนวิธีสอนที่ดี วิธีเรียนที่ดี ที่เกิดจากการผสมผสานความรู้และจิตวิทยาการศึกษา

(2) ช่วยให้ครูผู้สอนมีคู่มือการจัดการเรียนรู้ที่ทำไว้ล่วงหน้าด้วยตนเองและทำให้ครูมีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมาย

(3) ช่วยให้ผู้สอนทราบว่า การสอนของตนได้เดินไปในทิศทางใดหรือทราบว่าจะสอนอะไร ด้วยวิธีใด สอนทำไม สอนอย่างไร จะใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อะไร และจะวัดผลประเมินผลอย่างไร

(4) ส่งเสริมให้ผู้สอนฝึกศึกษาหาความรู้ ทั้งเรื่องหลักสูตร วิธีการจัดการเรียนรู้ และใช้สื่อแหล่งเรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินผล

(5) ใช้เป็นคู่มือสำหรับผู้มาสอน (จัดการเรียนรู้) แทนได้

(6) แผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้และพัฒนาแล้วจะเกิดประโยชน์ต่อวงการศึกษา

(7) เป็นผลงานทางวิชาการที่แสดงถึงความชำนาญและความเชี่ยวชาญของผู้สอน สำหรับประกอบการประเมินเพื่อเลื่อนตำแหน่งและวิทยฐานะครูให้สูงขึ้น

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554, น. 109) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

(1) ทำให้เกิดการวางแผนวิธีการจัดการเรียนรู้ วิธีเรียนที่มีความหมายยิ่งขึ้น เพราะเป็นการจัดทำอย่างมีหลักการที่ถูกต้อง

(2) ช่วยให้ผู้มีสื่อการจัดการเรียนรู้ที่ทำได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความสะดวกต่อการจัดการเรียนรู้ ทำให้การจัดการเรียนรู้ได้ครบถ้วนตรงตามหลักสูตรและจัดการเรียนรู้ได้ทันเวลา

(3) เป็นผลงานวิชาการที่สามารถเผยแพร่เป็นตัวอย่างได้

(4) ช่วยให้ความสะดวกแก่ครูผู้จัดการเรียนรู้แทน ในกรณีที่ผู้จัดการเรียนรู้ไม่สามารถเข้าจัดการเรียนรู้ได้

สมาน จันทะดี (2556, น. 59) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หรือแผนการจัดประสบการณ์ นับเป็นเครื่องมือที่สำคัญยิ่งของครู ที่ครูทุกคนควรจัดเตรียมให้พร้อมก่อนเปิดภาคเรียนหรือก่อนสอนทุกครั้ง เพื่อให้การสอนมีคุณภาพและประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์การเรียนรู้ (ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง) เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงตามเกณฑ์ที่กำหนด

สำลี รักสุทธี (2559, น. 78) กล่าวว่า ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

(1) ช่วยให้ผู้ครู ได้มีโอกาสศึกษาหลักสูตร แนวการสอน วิธีวัดผล ประเมินผล ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและการบูรณาการกับวิชาอื่น

(2) ช่วยให้ผู้สอน สามารถจัดเตรียมกระบวนการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ทั้งในเรื่องทรัพยากรของโรงเรียน ทรัพยากรท้องถิ่น ค่านิยม ความเชื่อและสภาพที่เป็นจริงของท้องถิ่น ตลอดจนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับวิชาอื่น ๆ

(3) เป็นเครื่องมือครูในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความมั่นใจในการสอนมากขึ้น

(4) ผู้สอนสามารถใช้เป็นข้อมูลที่ถูกต้อง เทียบตรง เสนอแนะแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้อง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง เพื่อนครูที่สอนวิชาอื่น

(5) ใช้เป็นคู่มือสำหรับผู้สอนแทนได้

(6) เป็นการพัฒนาวิชาชีพและมาตรฐานวิชาชีพครูที่แสดงว่างานสอนต้องได้รับการฝึก โดยเฉพาะ มีเครื่องมือและเอกสาร ที่จำเป็นสำหรับการประกอบวิชาชีพด้วย

ประสาธ เนืองเฉลิม (2564, น. 168) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทำให้ผู้สอนเกิดการวางแผนวิธีสอนที่ดี ผู้สอนมีคู่มือการจัดการเรียนรู้ที่ได้จัดทำไว้ล่วงหน้าด้วยตนเอง ทำให้ผู้สอนมีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ ทราบว่าการสอนของตนได้เดินไปในทิศทางใด หรือทราบว่าจะสอนอะไร ด้วยวิธีใด สอนทำไม สอนอย่างไร จะใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อะไร และจะวัดและประเมินผลอย่างไร นอกจากนี้แผนจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้และพัฒนาแล้วจะเกิดประโยชน์ต่อวงการศึกษาดังนี้

กุลิสรา จิตรชญาวนิช (2565, น. 171-172) กล่าวถึง ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

(1) เป็นเข็มทิศในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้สอน กล่าวคือ การวางแผนการจัดการเรียนรู้เปรียบเสมือนเข็มทิศนำทางที่ทำให้ผู้สอนสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ทำให้ผู้สอนรู้ว่าการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งมีจุดประสงค์อะไร จะใช้เนื้อหาอะไร จะจัดกิจกรรมอย่างไร จะใช้สื่อการเรียนรู้อะไร และจะมีการวัดประเมินผลอย่างไร

(2) ทำให้ผู้สอนมีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ เพราะผู้สอนได้มีการวางแผนเตรียมความพร้อมล่วงหน้าในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เช่น มีการเตรียมจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหรือสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล

(3) ทำให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ เพราะผู้สอนมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบล่วงหน้า จึงทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีค่า รวมทั้งมีความสุขสนุกกับการเรียนรู้

(4) ทำให้ผู้เรียนศรัทธาในตัวผู้สอน เพราะผู้สอนมีการเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู่มาก่อนล่วงหน้า จึงทำให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปด้วยความราบรื่นและมีเป้าหมาย ทำให้ผู้เรียนมาเรียนแล้วไม่รู้สึกผิดหวังและเบื่อหน่ายในการจัดการเรียนรู้

(5) ทำให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน เพราะผู้สอนมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างคุ้มค่าและบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

(6) ผู้สอนสามารถสอนหรือจัดการเรียนรู้แทนกันได้ ในกรณีที่ผู้สอนประจำชั้นหรือประจำสาระการเรียนรู้ไม่อยู่ ผู้สอนคนอื่นสามารถที่จะดำเนินการจัดการเรียนรู้แทนได้โดยไม่ต้องปล่อยให้ผู้เรียนเสียโอกาสในการเรียนรู้ เพราะผู้สอนแทนสามารถที่จะศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้จัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษรเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ได้

(7) ช่วยให้ผู้สอนสามารถนำข้อบกพร่องที่พบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปปรับปรุงแก้ไขในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไปดียิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญ คือ ทำให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ทำให้ครูมีความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้การสอนมีคุณภาพและประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์การเรียนรู้และใช้เป็นคู่มือสำหรับครูที่สอนแทนหรือจัดการเรียนรู้แทนกันได้

3. ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

นักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ (2551, น. 48) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี มีลักษณะดังนี้

(1) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ชัดเจน ในการสอนครั้งนั้น ๆ ต้องการให้ผู้เรียนมีคุณสมบัติอะไร หรือด้านใด

(2) กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ชัดเจนและนำไปสู่การเรียนรู้ตามจุดประสงค์ได้จริง ระบุบทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนไว้ชัดเจนว่าจะต้องทำอะไร จึงจะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผล

(3) กำหนดสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้ไว้ชัดเจน จะใช้สื่อ อุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้ อะไรช่วยบ้าง และจะใช้อย่างไร

(4) กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลไว้ชัดเจน จะใช้วิธีการและเครื่องมือในการวัด และประเมินผลใด เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้

(5) ยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนได้ ในกรณีที่มีปัญหาเมื่อมีการนำไปใช้ หรือไม่สามารถกำหนด การจัดการเรียนรู้ตามแผนได้ สามารถปรับเปลี่ยนเป็นอย่างอื่นได้ โดยไม่กระทบต่อการเรียนการสอน และผลการเรียนรู้

(6) มีความทันสมัย ทันต่อเหตุการณ์ ความเคลื่อนไหวต่าง ๆ และสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริง ที่ผู้เรียนดำเนินชีวิตอยู่

(7) แปลได้ตรงกัน แผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนต้องสื่อความหมายได้ตรงกัน เขียนให้อ่าน เข้าใจง่าย กรณีมีการสอนแทนหรือเผยแพร่ ผู้นำไปใช้สามารถเข้าใจใช้ได้ตรงตามจุดประสงค์ของผู้เขียน แผนการจัดการเรียนรู้

(8) มีบูรณาการแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีจะสะท้อนให้เห็นบูรณาการแบบองค์รวมของเนื้อหา สารการเรียนรู้และวิธีการจัดการเรียนรู้เข้าด้วยกัน

(9) มีการเชื่อมโยงความรู้ไปใช้อย่างต่อเนื่อง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้ และประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ใหม่ และนำไปใช้ในชีวิตจริงกับการเรียน ในเรื่องต่อไป

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, น. 246) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ควรมีลักษณะ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

(1) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติให้มากที่สุด โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำ ส่งเสริมหรือกระตุ้นให้กิจกรรมที่ผู้เรียนดำเนินการเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่กำหนดไว้

(2) เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นพบคำตอบ หรือทำสำเร็จด้วยตนเอง โดยผู้สอนลดบทบาทจากผู้บอกคำตอบเป็นผู้คอยกระตุ้นด้วยคำถามหรือปัญหา ให้ผู้เรียนคิดแก้ไขหรือหาแนวทาง ไปสู่ความสำเร็จในการทำกิจกรรมด้วยตนเอง

(3) เป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนรับรู้และเรียนรู้อย่างเป็นกระบวนการและสามารถนำ กระบวนการไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

(4) เป็นกิจกรรมที่ผู้สอนได้ใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้และผู้เรียน

(5) เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวัสดุอุปกรณ์ แหล่งการเรียนรู้ในชุมชน และภูมิปัญญาท้องถิ่น

วิลลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554, น. 126) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีจะช่วยให้การจัดการเรียนรู้ประสบผลสำเร็จได้ดี ดังนั้นครูผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงควรจะต้องทราบถึงลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ซึ่งมีลักษณะดังนี้

(1) มีความสอดคล้องกับหลักสูตร และแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

(2) นำไปใช้ได้จริงและมีประสิทธิภาพ

(3) เขียนอย่างถูกต้องตามหลักวิชา เหมาะสมกับผู้เรียนและเวลาที่กำหนด

(4) มีความกระชับชัดเจนทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่ายและเข้าใจตรงกัน

(5) มีรายละเอียดมากพอที่ทำให้ผู้อ่านเข้าใจ สามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้

กุลิสรา จิตรชญาวนิช (2565, น. 187) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี มีลักษณะดังนี้

(1) เป็นแนวทางที่ดีและชัดเจนให้ผู้สอนสามารถใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้บรรลุจุดประสงค์

(2) เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือมีส่วนร่วม ในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ในลักษณะเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้คอยให้คำแนะนำ ส่งเสริมการเรียนรู้ให้บรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

(3) เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา

(4) เป็นกิจกรรมที่จัดไว้อย่างเป็นระบบ มีจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผล ความเหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน

(5) เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี คือ การเขียนต้องสื่อความหมายได้ตรงกัน โดยมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน กำหนดสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้ กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลว่าจะใช้วิธีการและเครื่องมือในการวัดและประเมินผลใดที่ชัดเจน มีความทันสมัย ทันต่อเหตุการณ์ ยืดหยุ่น บูรณาการแผนการจัดการเรียนรู้แบบองค์รวมของเนื้อหาสาระการเรียนรู้และวิธีการจัดการเรียนรู้เข้าด้วยกัน ส่งเสริมพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของนักเรียนและนำไปสู่การเรียนรู้ตามจุดประสงค์

4. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

สวัญทิพย์ มูลคำ และคณะ (2551, น. 63) กล่าวว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ส่วนนำหรือหัวแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนประกอบที่แสดงให้เห็นภาพรวมของแผนว่าอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ใด ใช้กับผู้เรียนระดับชั้นใด เรื่องอะไร ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมนานเท่าใด

ส่วนที่ 2 ตัวแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มุ่งองค์ประกอบที่สำคัญ ประกอบด้วย

- (1) สาระ
- (2) มาตรฐานการเรียนรู้
- (3) ตัวชี้วัด
- (4) สาระสำคัญ
- (5) จุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วย
 - (5.1) จุดประสงค์ปลายทาง
 - (5.2) จุดประสงค์นำทาง
- (6) สาระการเรียนรู้/เนื้อหา
- (7) กิจกรรม/กระบวนการเรียนรู้
- (8) สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้
- (9) การวัดประเมินผล ประกอบด้วย
 - (9.1) วิธีการประเมิน
 - (9.2) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน
 - (9.3) เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน
- (10) เอกสารประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- (11) บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ส่วนที่ 3 ท้ายแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยบันทึกผลการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้สอนบันทึกข้อสังเกตที่พบจากการนำไปใช้ เช่น ปัญหาและแนวทางแก้ไข กิจกรรมเสนอแนะ ข้อมูลอื่น ๆ เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในการนำไปใช้ต่อไป อีกส่วนหนึ่งของท้ายแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ เอกสารประกอบการสอน เช่น ใบงาน แบบทดสอบที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนนั้น ๆ

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554, น. 342) กล่าวว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

- (1) กลุ่มสาระการเรียนรู้ หน่วยที่สอนและสาระสำคัญ (ความคิดรอบยอด) ของเรื่อง
- (2) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- (3) สาระการเรียนรู้
- (4) กิจกรรมการเรียนการสอน
- (5) สื่อการเรียนการสอน
- (6) วัดผลประเมินผล

สมาน เอกพิมพ์ (2560, น. 385) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

- (1) สาระสำคัญ
- (2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- (3) สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)
- (4) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- (5) สื่อและแหล่งการเรียนรู้
- (6) การวัดและประเมินผล
- (7) กิจกรรมเสนอแนะ (อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้)
- (8) บันทึกหลังสอน
- (9) ภาคผนวกของแต่ละแผน (ถ้ามี)

นริศ ฝันเชียร (2561, น. 34) กล่าวว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย

(1) หัวเรื่อง คือ ส่วนที่ต้องกำหนด ชื่อของเรื่องหรือหน่วยการเรียนรู้ วันที่สอนและเวลาที่ใช้สอน

(2) ความคิดรวบยอด คือ มโนทัศน์หลักหรือความคิดรวบยอดของการจัดการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งกำหนดเป็นภาพกว้างให้เห็นการเชื่อมโยงข้อมูลของสิ่งที่กำลังสอน

(3) มาตรฐานและตัวชี้วัด คือ คุณลักษณะสำคัญของผู้เรียนที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จะหยิบยกมาเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและคาดว่าจะเกิดกับผู้เรียน ซึ่งการที่ลักษณะของผู้เรียนเป็นไปตามมาตรฐานและตัวชี้วัดนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางและส่วนที่เพิ่มเติมในหลักสูตรสถานศึกษา

(4) จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ เป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับตัวผู้เรียนหลังจากที่เราได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนที่ได้วางไว้แล้ว โดยในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้นั้น จะต้องเกิดจากการวิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

(5) สารการเรียนรู้ คือ เนื้อเรื่อง หรือองค์ความรู้ ทักษะ กระบวนการของผู้เรียนที่จะต้องเรียนรู้ในรายวิชานั้น ๆ

(6) กระบวนการเรียนรู้ คือ การระบุกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยแบ่งเป็น ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

(7) สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้ คือ เครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนรู้ที่ใช้ตามที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนรู้

(8) การวัดและประเมินผล คือ การประเมินผลผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งควรระบุเครื่องมือวัดและเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งสามารถศึกษาได้จากคู่มือหลักสูตร

(9) บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ คือ การบันทึกของครูผู้สอนจากสิ่งที่พบในการนำแผนการจัดการเรียนรู้มาใช้ โดยแบ่งเป็น ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรค และข้อเสนอแนะ

ประสาธ เนืองเฉลิม (2564, น. 169-172) กล่าวว่า มีหลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

ดังนี้

(1) ส่วนหัวเรื่อง เป็นส่วนแรกของแผนการจัดการเรียนรู้ที่บอกรายละเอียดเบื้องต้นของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

- (1.1) ลำดับที่ของแผนการจัดการเรียนรู้
- (1.2) ระบุกลุ่มสาระการเรียนรู้
- (1.3) ระบุชั้นที่จัดการเรียนรู้

- (1.4) ระบุหัวเรื่อง
- (1.5) ระบุเวลาที่ใช้จัดการเรียนรู้
- (1.6) ระบุวันที่ เดือน ปี และช่วงเวลาในการจัดการเรียนรู้
- (2) สารระสำคัญ เป็นส่วนที่นำเสนอข้อความที่เขียนเพื่อระบุให้เห็นแก่นหรือข้อสรุปที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนหลังจากเรียนรู้เรื่องใด เรื่องหนึ่ง มีแนวการเขียนดังต่อไปนี้
 - (2.1) เขียนในลักษณะของการสรุปเนื้อหาความรู้ ทักษะ หรือเจตคติที่เป็นเป้าหมายด้วยภาษาที่รัดกุม และชัดเจน
 - (2.2) เขียนในลักษณะความเรียงหรือเขียนเป็นข้อในกรณีที่มีการเรียนรู้ครั้งนั้นมีมากกว่าหนึ่งสารสำคัญ
 - (2.3) การจัดการเรียนรู้ในระดับขั้นต้น ๆ ควรมีสารสำคัญเดียวในการเรียนรู้ครั้งหนึ่ง
- (3) จุดประสงค์ เป็นข้อความระบุคุณลักษณะด้านเนื้อหา ความรู้ด้านทักษะหรือเจตคติที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน หลังจากที่ได้เรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง การเขียนจุดประสงค์ในแผนการจัดการเรียนรู้มีวิธีการเขียนหลายลักษณะ แต่โดยทั่วไปนิยมเขียนในลักษณะจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือในลักษณะของจุดประสงค์นำทางและจุดประสงค์ปลายทาง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้
 - (3.1) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คือ จุดประสงค์ที่บ่งชี้ถึงพฤติกรรมที่ผู้เรียนสามารถแสดงออกหลังจากที่ได้เรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครูกำหนดไว้ เป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนสามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน
 - (3.2) จุดประสงค์ปลายทางและจุดประสงค์นำทาง
 - (3.2.1) จุดประสงค์ปลายทาง คือ ข้อความที่ระบุถึงสิ่งที่เป็นเป้าหมายสำคัญที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนหลังจากที่ได้เรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้หรือแต่ละเรื่องเป็นจุดประสงค์ที่ไม่เฉพาะเจาะจงถึงรายละเอียดของพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก
 - (3.2.2) จุดประสงค์นำทาง คือ จุดประสงค์ย่อยที่แตกออกจากจุดประสงค์ปลายทางเพื่อแสดงให้เห็นพฤติกรรมที่คาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน นิยมเขียนในรูปแบบของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- (4) กิจกรรมการเรียนรู้ คือ สภาพการณ์ที่ผู้สอนออกแบบเพื่อนำเสนอเนื้อหา วิธีการหรือการปฏิบัติให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ดังนี้
 - (4.1) เขียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา วิธีการหรือการปฏิบัติ
 - (4.2) เขียนเป็นข้อตามลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้หรือเขียนโดยแบ่งเป็นขั้นได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้และขั้นสรุปบทเรียน โดยเขียนเป็นข้อเรียงตามลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้น หากขั้นใดมีกิจกรรมเดียวไม่ต้องใส่เลขลำดับหัวข้อ
 - (4.3) เขียนโดยระบุให้รู้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นใครเป็นผู้มีบทบาท ผู้เรียน ผู้จัดการเรียนรู้หรือทั้งผู้จัดการเรียนรู้และผู้เรียนร่วมกันกระทำ เป็นต้น
 - (4.4) ไม่ควรบรรยายละเอียดของคำพูด ทั้งคำพูดของผู้จัดการเรียนรู้และผู้เรียน

(5) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นการกระทำเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดเป็นการรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือและวิธีการต่าง ๆ การสังเกต การสัมภาษณ์ การสอบถาม การตรวจผลงาน และการทดสอบ ฯลฯ ส่วนการประเมินผลเป็นการกำหนดค่าหรือตัดสินสิ่งที่วัด เช่น ผ่าน-ไม่ผ่าน, ดี-ปานกลาง-อ่อน หรือกำหนดค่าเป็นระบบ 3 2 1 ฯลฯ

กุลิสรา จิตรชญาวนิช (2565, น. 173-174) กล่าวว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

(1) ส่วนที่เป็นหัวแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อยู่บนส่วนหัวหรือส่วนบนของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อหรือองค์ประกอบดังนี้

- (1.1) กลุ่มสาระการเรียนรู้หรือชื่อวิชาที่เรียน
- (1.2) หน่วยการเรียนรู้และเรื่องที่สอน
- (1.3) ระดับชั้นที่สอน ปีการศึกษาที่สอน
- (1.4) จำนวนชั่วโมงที่สอนหรือจำนวนคาบที่สอน

(2) ส่วนที่เป็นตัวแผนการจัดการเรียนรู้ เป็นองค์ประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ในส่วนของตัวแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

- (2.1) สาระสำคัญ
- (2.2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- (2.3) สาระการเรียนรู้
- (2.4) กิจกรรมการเรียนรู้หรือกระบวนการจัดการเรียนรู้
- (2.5) สื่อการเรียนรู้
- (2.6) แหล่งการเรียนรู้
- (2.7) การวัดผลและประเมินผล
- (2.8) บันทึกผลการจัดการเรียนรู้ หรือบันทึกหลังสอน

จากองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2.23

ตารางที่ 2.23 ตารางการสังเคราะห์องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบ ของแผนการจัดการเรียนรู้	สัทธิย์ มูลคำ และคณะ (2551)	วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554)	สมาน เอกพิมพ์ (2560)	นรรชต์ ฝันเชียร (2561)	ประสาท เนืองเฉลิม (2564)	กุลิสรา จิตธุฎาณิช (2565)	ผลความสอดคล้อง	ผู้วิจัย
หัวแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	✓	✓		✓	✓	✓	5	✓
ความคิดรวบยอด				✓			1	
สาระ	✓						1	
มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	✓			✓			2	✓
สาระสำคัญ	✓	✓	✓		✓	✓	5	✓
ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	✓
สาระการเรียนรู้/เนื้อหา	✓	✓	✓	✓		✓	5	✓
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	✓
สื่อ/นวัตกรรม/แหล่งเรียนรู้	✓	✓	✓	✓		✓	5	✓
การวัดประเมินผล	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	✓
เอกสารประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	✓						1	✓
บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	✓		✓	✓		✓	4	✓
ปัญหา/แนวทางแก้ไข	✓						1	

จากตารางที่ 2.23 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาถึงข้อกำหนดของสถานศึกษา ซึ่งกำหนดให้มีสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ในองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ จะได้องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

- (1) หัวแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- (2) ผลการเรียนรู้
- (3) สาระสำคัญ
- (4) จุดประสงค์การเรียนรู้
- (5) สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- (6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์
- (7) สาระการเรียนรู้
- (8) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- (9) สื่อและแหล่งเรียนรู้

- (10) การวัดประเมินผล
- (11) บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- (12) เอกสารประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ประสิทธิภาพ

1. ความหมายของประสิทธิภาพ

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของประสิทธิภาพ ดังนี้

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546, น. 42) กล่าวว่า ประสิทธิภาพ เป็นเกณฑ์ระดับที่ผู้ผลิตแบบฝึกพอใจ ถ้าหากเป็นแบบฝึกมีประสิทธิภาพถึงระดับที่กำหนดแล้วก็มีคุณค่าพอที่จะนำไปใช้ และคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาโดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 คือประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555, น. 13) ได้กล่าวถึง ความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง ความสามารถทางการเรียนที่ทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จทั้งด้านกระบวนการและผลลัพธ์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น. 7) ประสิทธิภาพ หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายคุ้มค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์

ราชบัณฑิตยสถาน (2556, น. 713) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพไว้ว่า หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการทำงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความหมายของประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถที่ทำให้เกิดผลในการทำงาน ดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จ

2. เกณฑ์ของประสิทธิภาพ

นักการศึกษาได้กล่าวถึงเกณฑ์ของประสิทธิภาพ ดังนี้

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2546, น. 42-44) กล่าวว่า เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ กระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์)

(1) การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior หรือ E_1) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ประกอบด้วย พฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่า กระบวนการ (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่มและรายบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

(2) ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal behavior หรือ E_2) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียน ถ้ากำหนดค่าประสิทธิภาพ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งการจะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนจะเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งค่าไว้ 80/80, 85/85 และ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจจะตั้งไว้ต่ำกว่านี้ คือ 75/75

มนตรี แย้มกสิกร (2550, น. 11) ได้เสนอหลักการพื้นฐาน ที่มาของแนวคิด การหาประสิทธิภาพ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (E_1/E_2) มีแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญประกอบด้วย

(1) การสร้างการมีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนรู้อย่างแข็งขันกระฉับกระเฉง (Active Participation) โดยมีความเชื่อว่าการที่ผู้เรียนได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติเข้ามามีส่วนร่วมทั้งกายและใจ จะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงด้วยตนเอง ในระหว่างการเรียนซึ่งหากกระบวนการเรียน จากชุดการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนนำทั้งกายและใจมาร่วมในการเรียนรู้ได้ตลอด ก็น่าจะเชื่อได้ว่า ผลการเรียนรู้ขั้นสุดท้ายก็น่าจะดีตามไปด้วย ซึ่งแนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการของทฤษฎี

(2) การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบค่อยเป็นค่อยไปที่ละเล็กทีละน้อย (Gradual Approximation) โดยการจัดเรียงลำดับเนื้อหาสาระจากง่ายไปหายาก จากสิ่งที่ซับซ้อนน้อย ค่อย ๆ เพิ่มความซับซ้อนสะสมมากขึ้นตามลำดับ

(3) การจัดประสบการณ์แห่งความสำเร็จ (Success Experience) เพื่อสร้างความรู้สึที่ดี ความรู้สึกภาคภูมิใจในตนเองให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน สร้างให้ผู้เรียนรู้สึกตระหนักในศักยภาพของตนเอง เพื่อให้เกิดความมั่นใจ มีพลังใจในการที่จะพยายามเรียนรู้ต่อไป อย่างมีพลังและกระตือรือร้นมีชีวิตชีวา

(4) การให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีทันใด (Immediate Feedback) เป็นการให้ข้อมูล ย้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้รับทราบผลของการกระทำที่ตนเองได้กระทำลงไประหว่างการ เรียนว่าผลของการกระทำดังกล่าวกระทำได้ถูกต้อง มีคุณภาพเพียงใด มีจุดเด่นจุดอ่อนตรงไหนบ้าง ซึ่งข้อมูลย้อนกลับจะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้เรียน เกิดการปรับตัวเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปสู่ทิศทาง ที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น. 8-9) การตั้งเกณฑ์ ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อจะปรับปรุง คุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ ซึ่งการกำหนด เกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่า ประสิทธิภาพเป็น E_1 = Efficiency of process (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2 = Efficiency of product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

(1) การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า กระบวนการ (Process) ที่เกิดจากการประกอบ กิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มีอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

(2) ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสาธน์ เนืองเฉลิม (2564, น. 213-215) กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ ฯลฯ ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ ประสิทธิภาพ ที่ใช้วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากร้อยละของกระบวนการเรียนระหว่างเรียน โดยแสดงค่าเป็นตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 80/80$, $E_1/E_2 = 85/85$, $E_1/E_2 = 90/90$

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมด ทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมด ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียน ทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียนโดยเทียบคะแนนกับคะแนนที่ได้ก่อนการเรียน

เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมด ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมด ทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวน ไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่านวัตกรรมการเรียนการสอนไม่มีประสิทธิภาพและชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ ที่ตรงกับข้อนั้นมีข้อบกพร่อง)

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2564, น. 111-112) เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ตัวบ่งชี้ที่แสดงถึง ประสิทธิภาพของนวัตกรรมว่าสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ประกอบด้วย ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของของผลลัพธ์ (E_2) เกณฑ์ประสิทธิภาพ เป็นการกำหนดอัตราส่วนร้อยละระหว่าง E_1/E_2 โดยอาจกำหนดเป็น 75/75 หรือ 80/80 หรือ 90/90 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับลักษณะธรรมชาติของเนื้อหาวิชา ถ้าเนื้อหาประเภท ความรู้ความจำควรกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 หรือ 90/90 ถ้าเนื้อหาประเภททักษะหรือเจตคติ ควรกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75

เมื่อ E_1 แทนประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งเป็นค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย จากการทำกิจกรรม แบบฝึกหัดและ/หรือการทดสอบย่อยระหว่างเรียนจากนวัตกรรมของผู้เรียน ทั้งกลุ่ม

เมื่อ E_2 แทนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งเป็นค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ผู้เรียน ทั้งกลุ่มทำแบบทดสอบหลังเรียนจากนวัตกรรม

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียน จะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบ กิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการเรียนหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 ประสิทธิภาพ ของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยการกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอน เป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นวิทยพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ซึ่งในขอบข่ายของวิทยพิสัย เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมา คือ 90/90 85/85 80/80 ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถ ทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนขณะเรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/80 75/75

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เกณฑ์ของประสิทธิภาพ คือ ตัวบ่งชี้ที่แสดงถึงประสิทธิภาพของนวัตกรรมว่าสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ประกอบด้วย ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เกณฑ์ประสิทธิภาพ เป็นการกำหนดอัตราส่วนร้อยละระหว่าง E_1/E_2 ซึ่งผู้วิจัยกำหนด โดยกำหนดเกณฑ์ไว้ 80/80 โดย 80 ตัวแรก (E_1) ประสิทธิภาพของกระบวนการ หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ของคะแนนที่นักเรียนทำได้ จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เรื่อง ภาควัตถุและ 80 ตัวหลัง (E_2) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ของคะแนนรวมที่นักเรียนทำได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การหาประสิทธิภาพ

นักการศึกษาได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพ ดังนี้

กขกร ธิปัตติ และ มานิต ยอดเมือง (2547, น. 240) กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพ ต้องดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

- (1) แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1: 1) นำชุดฝึกไปทดลองใช้กับผู้เรียน 1-3 คน โดยทดลองกับเด็ก เก่ง ปานกลาง และเด็กอ่อน การทดลองครั้งนี้ต้องปรับปรุงสื่อการสอนให้ดีขึ้น
- (2) แบบกลุ่ม (1: 10) นำชุดฝึกที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน ที่มีความสามารถคละกัน แล้วทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น
- (3) ภาคสนาม (1: 100) นำชุดฝึกไปทดลองใช้ในชั้นเรียนที่มีผู้เรียนตั้งแต่ 30-100 คน หากการทดสอบภาคสนามได้ค่า E_1 และ E_2 ไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จะต้องปรับปรุงชุดฝึกและทำการทดสอบหาประสิทธิภาพซ้ำอีก

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น. 11-12) กล่าวว่า ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพ มีดังนี้

- (1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1: 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ระหว่างทดสอบ ประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่าหงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงาน ที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุง เนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนน ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตก เมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้ประสิทธิภาพจากกระบวนการ และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

- (2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1: 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง อ่อน) ระหว่างทดสอบ ประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่าหงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพจากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจ และงานที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์คือการทดสอบหลังเรียน และงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียน ทำส่งก่อนสอบประจำหน่วย ให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุง เนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น จากนั้นนำไปทดสอบหา

ประสิทธิภาพอีกครั้ง คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น เกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ ประสิทธิภาพจากกระบวนการ และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

(3) การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1: 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพ ที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น ปกติให้ใช้กับผู้เรียน 30 คน แต่ในโรงเรียนขนาดเล็กอนุโลมให้ใช้กับนักเรียน 15 คนขึ้นไป ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลา ในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้านอง หรือทำท่าทางไม่เข้าใจ หรือไม่ หลังจากทำการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้ว ให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำ และทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพเกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ ขั้นทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1: 100

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพจนกว่าจะถึงเกณฑ์ จะหยุดปรับปรุงแล้วสรุปว่าชุดการสอนไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หรือจะลดเกณฑ์ลงเพราะ “ถอดใจ” หรือยอมแพ้ไม่ได้

หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่า สื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น เช่น ตั้งไว้ 80/80 ก็ให้ปรับขึ้นเป็น 85/85 หรือ 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบประสิทธิภาพได้

จันทร์า ด่านคงรักษ์ (2565, น. 36-37) กล่าวว่า เพื่อให้แน่ใจว่านวัตกรรมที่สร้างขึ้น หรือพัฒนาขึ้น เป็นนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพสามารถใช้แก้ปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียนได้ตามจุดประสงค์ ที่กำหนดไว้จริง ให้ครูผู้สอนทดลองใช้นวัตกรรมเหล่านั้นกับนักเรียนกลุ่มเล็ก ๆ ก่อน เพื่อปรับปรุง แก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริง นอกจากนั้นนวัตกรรมบางประเภท เช่น บทเรียนสำเร็จรูปและชุดการสอน จะมีรูปแบบของการทดลองใช้ก่อนประมาณ 3 คน (แบบหนึ่งต่อหนึ่งซึ่งประกอบด้วยผู้เรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง) ระหว่างการทดลอง ผู้สอนควรอยู่กับผู้เรียนเพื่อสังเกต สอบถามหรือให้ข้อมูลบางส่วนแก่ผู้เรียน รวมทั้งบันทึกผลการสังเกตด้วย แล้วนำผลการทดลองไปคำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุง บางส่วนที่ยังบกพร่อง หลังจากนั้นให้ทดลองกับผู้เรียนอีกกลุ่มหนึ่งประมาณ 9-10 คน (แบบกลุ่มเล็ก ซึ่งประกอบด้วยผู้เรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง) แล้วดำเนินการเหมือนแบบหนึ่งต่อหนึ่งนำไปใช้ ทดลองภาคสนาม จำนวน 30-100 คน แล้วนำผลการทดลองไปคำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุง บางส่วนที่ยังบกพร่อง ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มทดลองใช้นวัตกรรม ควรมีคุณลักษณะ ดังนี้

- (1) เป็นผู้ที่เรียนอยู่ในระดับเดียวกันกับนักเรียนในตัวอย่างที่เราจะนำนวัตกรรมไปใช้สอนจริง
- (2) เป็นผู้เรียนที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างนวัตกรรมนั้นมาก่อนเลย

(3) เป็นผู้เรียนที่มีคุณลักษณะตรงกับประเภทของนวัตกรรมที่กำหนดไว้ เช่น ชุดการสอนที่สร้างขึ้นใช้เพื่อให้นักเรียนใช้เรียนเป็นกลุ่ม และเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ผู้เรียนที่นำมาทดลองต้องเหมาะสมกับลักษณะชุดการสอนที่สร้างขึ้น คือ เป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษเหมือนกัน หรือถ้าเป็นผู้เรียนในห้องเรียนทั่วไปก็อาจใช้นักเรียนที่มีทั้งสติปัญญาสูง ปานกลาง และต่ำได้ เนื่องจากห้องเรียนทั่วไปจะละความสามารถของผู้เรียนอยู่แล้ว

(4) เป็นผู้เรียนที่สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้ทดลองใช้นวัตกรรมได้ เพื่อนำผลการให้ข้อมูลนั้นไปปรับนวัตกรรมให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

(5) จำนวนกลุ่มทดลองใช้นวัตกรรมควรมีอย่างเพียงพอ โดยทั่วไปถ้าทดลองภาคสนามก็ไม่ควรน้อยกว่า 30 คน (ประมาณ 1 ห้องเรียน)

เมื่อทดลองใช้ได้ผลแล้ว การดำเนินงานต่อเนื่อง คือ การใช้นวัตกรรมหรือการนำนวัตกรรมไปใช้หรือจัดการเรียนรู้โดยใช้นวัตกรรมกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่มีปัญหาการเรียนรู้หรือต้องการพัฒนาตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ แล้วสังเกตผล (Observe) หรือเก็บรวบรวมข้อมูลและนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพ หมายถึง กระบวนการประเมินผลเพื่อวัดประสิทธิภาพของนวัตกรรมว่า นวัตกรรมนั้นบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ เกิดประโยชน์จริงหรือไม่ คำนวณกับการลงทุนหรือไม่ และมีข้อจำกัดหรือจุดที่ต้องพัฒนาอะไรบ้าง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ศิริชัย กาญจนวาสี (2554, น. 166) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น (What person has learned) จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนได้จัดขึ้นเพื่อการเรียนรู้นั้น สิ่งที่มีวัดจึงเป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด

ชานนท์ จันทรา (2555, น. 79) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางด้านต่าง ๆ ทั้งนี้ ในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนเรียนรู้ และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง จากการจัดกิจกรรมที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

เวชฤทธิ์ อังกะระภัทรขจร (2555, น. 150-154) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกตามพฤติกรรมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์

สมาน จันทะติ (2556, น. 144) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยความรู้ความสามารถ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ของนักเรียนที่เกิดจากการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้/วิชา ซึ่งโดยปกติจะพิจารณาจากคะแนนการทดสอบหรือการมอบหมายงานให้ปฏิบัติ หรือทั้งการทดสอบและการปฏิบัติงานตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามที่หลักสูตรกำหนด

สุรัชย์ ขวัญเมือง (2558, น. 232-233) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความรู้ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ หรือทักษะที่ได้พัฒนาขึ้นมาตามลำดับชั้นในวิชาต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ในสถานศึกษา และการที่ครูทราบว่าเด็กได้มีความรู้หรือทักษะในวิชาต่าง ๆ เพิ่มขึ้นเพียงใดก็จำเป็นที่จะต้องอาศัยเครื่องมือในการวัดผลการศึกษามาช่วย สำหรับเครื่องมือที่สามารถใช้ได้ง่าย และสะดวกที่สุด ได้แก่ แบบทดสอบซึ่งเราอาจทดสอบโดยอาศัยการใช้แบบทดสอบหรือทดสอบในทางด้านปฏิบัติ เป็นต้น

ทิตินา แคมมณี (2560, น. 241) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ มีการพัฒนาทักษะด้านการเรียน พิจารณาได้จากผลคะแนนจากแบบทดสอบและคะแนนจากงานที่ได้รับมอบหมายจากครูผู้สอนตามที่ครูผู้สอนกำหนด

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ หรือทักษะด้านการเรียนที่ได้พัฒนาขึ้นมาตามลำดับชั้น พิจารณาได้จากผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561, น. 59-63) ได้กล่าวถึง อนุกรมวิธานของ Bloom (Bloom's Taxonomy) ว่าในคริสต์ศักราช 1956 (พุทธศักราช 2499) Bloom และคณะได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการที่มีชื่อว่า อนุกรมวิธานวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของ Bloom (Bloom's Taxonomy of Educational Objectives) หรือที่รู้จักกันสั้น ๆ ว่าอนุกรมวิธานของ Bloom (Bloom's Taxonomy) ซึ่งก็คือการจัดจำแนกการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) และด้านจิตพิสัย (Affective Domain) สำหรับด้านพุทธิพิสัยนั้น Bloom ได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากความจำ (Knowledge) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนสามารถตอบเกี่ยวกับสาระหรือข้อเท็จจริง คำนิยาม ชื่อ สูตรต่าง ๆ หลักเกณฑ์ ทฤษฎี การประเมิน การเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมว่าใช้ความสามารถในการจำและระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือเคยพบมาแล้วมาตอบคำถาม

ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนทั้งด้านความหมาย ความสัมพันธ์ และความรู้ที่เป็นโครงข่ายระหว่างแนวคิด (Network of Concepts) ทั้งหมดที่เรียน การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมหรือใช้ความสามารถในการอธิบาย บรรยาย แปลความหมาย ขยายความ สรุปอ้างอิงจากข้อมูล (Data) ที่ผ่านการประมวลเป็นสารสนเทศ (Information) แล้ว เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง

ระดับที่ 3 ระดับการนำไปใช้ (Application) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในการหาคำตอบและแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการนำเอาข้อเท็จจริง (Fact) ความคิด (Idea) หลักการ (Principle) กฎ (Law) วิธีการ หรือสูตรต่าง ๆ มาใช้ในการตอบคำถามหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

ระดับที่ 4 ระดับการวิเคราะห์ (Analyzation) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและลึกซึ้ง เนื่องจากไม่สามารถหาข้อมูลที่มีอยู่ได้โดยตรง มี 2 ลักษณะ คือ

(1) วิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ได้ข้อสรุปและหลักการที่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

(2) วิเคราะห์ข้อสรุป ข้ออ้างอิง หรือหลักการต่าง ๆ เพื่อหาหลักฐานมาสนับสนุนหรือปฏิเสธข้อความนั้น

การประเมินการเรียนรู้ในระดับนี้ทำได้โดยให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ หาความสัมพันธ์และหลักการของเรื่องนั้นตอบได้

ระดับที่ 5 ระดับการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียนสามารถคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ทำนายสถานการณ์ในอนาคต คิดวิธีแก้ไขปัญหา การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยผู้เรียนใช้ความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันหรือสร้างรูปแบบหรือแนวคิดใหม่ หรือการปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้นมาตอบคำถาม

ระดับที่ 6 ระดับการประเมินผล (Evaluation) เป็นการเรียนรู้ในระดับที่ผู้เรียน ต้องใช้การตัดสินใจคุณค่า โดยต้องมีการตั้งเกณฑ์ในการประเมินและแสดงความเห็นในเรื่องนั้น ๆ ได้ การประเมินการเรียนรู้ระดับนี้ทำได้โดยให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการวินิจฉัยโดยใช้เหตุผลมาตอบคำถาม

แต่ต่อมาในปีคริสต์ศักราช 2001 (พุทธศักราช 2544) นักจิตวิทยาชื่อ Anderson ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของ Bloom และ David Krathwohl เพื่อนร่วมงานที่เคยเผยแพร่อนุกรมวิธานของ Bloom มาก่อนหน้านี้ได้ทบทวนและปรับปรุงอนุกรมวิธานของ Bloom โดยใช้ชื่อว่า อนุกรมวิธานการเรียนรู้ การสอนและการประเมิน (A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessment) หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจาก Bloom (Revised Bloom's Taxonomy) โดยการปรับปรุงอนุกรมวิธานของ Bloom ให้เป็นพลวัตมากยิ่งขึ้นโดยการเปลี่ยนแปลงแต่ละระดับของ Bloom จากคำนามให้เป็นคำกริยาเพื่อแสดงถึงกระบวนการของนักคิดเพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัย ซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากการจำ (Knowledge) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถจดจำหรือย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้แล้วสามารถนำความรู้ที่อยู่ในความทรงจำออกมาได้

ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ (Comprehension) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบาย สื่อสาร หรือแสดงให้เห็นความเข้าใจข้อเท็จจริง แนวคิด หรือความรู้ที่ได้เรียนซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น อธิบาย จำแนก เปรียบเทียบ สร้างแผนภูมิหรือแผนผัง

ระดับที่ 3 ประยุกต์ใช้ (Apply) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถลงมือทำหรือดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยนำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์

ระดับที่ 4 วิเคราะห์ (Analyze) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถแจกแจง แยกแยะสิ่งของวัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ออกเป็นองค์ประกอบหรือส่วนย่อย ๆ และพิจารณาความเกี่ยวข้องกันของส่วนย่อยแต่ละส่วน รวมถึงพิจารณาความเกี่ยวข้องของแต่ละส่วนย่อยกับสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ ที่แยกแยะออกมา

ระดับที่ 5 ประเมินค่า (Evaluate) เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถตัดสินคุณค่าโดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานซึ่งอาจทำได้ด้วยวิธีวิพากษ์ (Criticize) ตรวจสอบ (Checking)

ระดับที่ 6 สร้างสรรค์ เป็นระดับที่ผู้เรียนสามารถนำส่วนย่อยต่าง ๆ หรือองค์ประกอบย่อยเข้ามาเชื่อมโยงกันเป็นภาพรวมของสิ่งของ วัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ระบบต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยผ่านการออกแบบ การวางแผน การสร้าง การผลิต การก่อให้เกิด (Generating)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยใช้แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ อนุกรมวิธานที่ปรับปรุงมาจาก Bloom เพื่อพัฒนาสติปัญญาด้านพุทธิพิสัย ซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้ ระดับที่ 1 ระดับความรู้ที่เกิดจากการจำ ระดับที่ 2 ระดับความเข้าใจ ระดับที่ 3 ประยุกต์ใช้ ระดับที่ 4 วิเคราะห์ ระดับที่ 5 ประเมินค่า และระดับที่ 6 สร้างสรรค์

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

สมบูรณ์ ดันยะ (2545, น. 143) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดพฤติกรรมทางสมองของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถในการเรื่องที่เรียนรู้อยู่แล้วหรือได้รับการฝึกฝนอบรมมาแล้วมากน้อยเพียงใด

ชวาล แพรัตกุล (2552, น. 74) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะและสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กทั้งจากโรงเรียนและทางบ้าน ยกเว้น การวัดทางร่างกาย ความถนัด และทางบุคคล สังคม อันได้แก่ อารมณ์และการปรับตัว เป็นต้น

เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2556, น. 16) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนใหญ่ที่สร้างขึ้นมักจะมีจุดมุ่งหมายสำคัญ คือ เพื่อใช้วัดผลการเรียนรู้ด้วยเนื้อหาวิชาและทักษะต่าง ๆ ของแต่ละวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สาขาวิชาทั้งหลายที่ได้จัดสอนในระดับชั้นต่าง ๆ ของแต่ละโรงเรียน ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีทั้งที่เป็นข้อเขียนและที่เป็นภาคปฏิบัติจริง

สมนึก ภัททิยธานี (2557, น. 73) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

วิรัช วรรณรัตน์ (2558, น. 49) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการเรียนรู้ โดยต้องการทราบว่าผู้สอบมีความรู้จะอะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด เมื่อผ่านการเรียนไปแล้ว

บุญชม ศรีสะอาด (2560, น. 56) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอนนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2564, น. 92) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ของครูและการเรียนรู้ด้วยตนเองทั้งภายใน และภายนอกโรงเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ วัดสมรรถภาพสมรรถนะด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอนว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้างมาน้อยเพียงใด

4. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้ เกียรติสุดา ศรีสุข (2552, น. 36) กล่าวว่า ควรมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

(1) ขั้นตอนกำหนดวัตถุประสงค์ของการวัดผลในกิจกรรม

(1.1) กำหนดว่าจะทดสอบหรือวัดผลเพื่ออะไร อาจวัดเพื่อตัดสินผลการเรียน ดูความก้าวหน้าของผลการเรียน ดูความก้าวหน้าของผู้เรียนหรือวินิจฉัยผลการเรียนรู้ เป็นต้น

(1.2) สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ของกิจกรรม กำหนดว่าจะวัดผลอะไรบ้าง ทั้งเนื้อหาและจุดประสงค์ของกิจกรรม และจะวัดผลในแต่ละเนื้อหาละเท่าไร มีขั้นตอน 3 ประการ คือ

(1.2.1) การแจกแจงวัตถุประสงค์กิจกรรม

(1.2.2) การแจกเนื้อหาวิชาในกิจกรรมการเรียนการสอน

(1.2.3) การจัดทำตาราง 2 ทาง

(2) ขั้นตอนกำหนดแนวทางการวัดผลและสร้างเครื่องมือในการวัดผล

(2.1) ขั้นตอนกำหนดแนวทางการวัดผล โดยนำผลจากการวิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนการสอนมาสรุปลงในตาราง แล้วร่วมกันพิจารณาว่าจุดประสงค์และเนื้อหาแต่ละรายการจะใช้เทคนิคและวิธีการวัดแบบใด เครื่องมือวัดผลที่เหมาะสมควรเป็นอย่างไร มีกี่ข้อหรือกี่คะแนน เป็นต้น

(2.2) ขั้นสร้างเครื่องมือ จะนำผลจากการกำหนดแนวทางการวัดผลมาเป็นเกณฑ์ในการสร้าง

(2.2.1) กำหนดจำนวนเครื่องมือว่ามีกี่ฉบับ แบบไหนบ้าง โดยอาจมีการรวมเนื้อหาบางเรื่องมาทดสอบพร้อมกันเป็นฉบับเดียว เป็นต้น

(2.2.2) สร้างข้อสอบ/เครื่องมือวัดผล แต่งข้อสอบหรือเครื่องมือวัดผลตามที่ได้กำหนดเป็นแนวทางให้ครบตามจำนวนที่ต้องการ

เวชฤทธิ์ อังคะภักทรขจร (2555, น. 154) กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

(1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 หรือหลักสูตรสถานศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

(2) จากข้อมูลในขั้นที่ (1) วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนในแต่ละเนื้อหาวิชา

(3) วิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งพฤติกรรมที่จะวัดในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นพฤติกรรมระดับความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ จากนั้นสร้างตาราง วิเคราะห์ข้อสอบจำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา

(4) จากข้อมูลในขั้นที่ (2) และขั้นที่ (3) นำมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละ จุดประสงค์การเรียนรู้

(5) กำหนดลักษณะของข้อสอบและการสร้างข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในขั้นที่ (4)

ศศิธร แม้นสงวน (2556, น. 261) กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

(1) วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

(2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรม เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนกำหนด และคาดหวังจะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยผู้สอนจะกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียน การสอน และสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

(3) กำหนดชนิดของข้อสอบ

(4) เขียนข้อสอบ

(5) ตรวจทาน

(6) จัดพิมพ์แบบทดสอบ

(7) ทดลองสอบเพื่อนำผลมาวิเคราะห์ข้อสอบ

(8) แก้ไขปรับปรุงได้แบบทดสอบฉบับจริง

สมาน จันทะดี (2560, น. 68) กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา

ขั้นที่ 2 กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ

ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของข้อสอบและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ

ขั้นที่ 4 เขียนข้อสอบ

ขั้นที่ 5 ตรวจทานข้อสอบ

ขั้นที่ 6 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

ขั้นที่ 7 พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

ขั้นที่ 8 ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง

ขั้นที่ 9 พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2564, น 93-95) กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ ก่อนการจัดการเรียนการสอน ครูต้องออกแบบ และวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีการวิเคราะห์หลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาแล้วกำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมหรือคุณลักษณะที่ครูผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้จึงเป็นกรอบทิศทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล

การเรียนรู้ ครูจึงควรวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อตัดสินใจออกแบบการสร้างแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่มุ่งวัด

ขั้นที่ 2 การจัดทำผังการสร้างข้อสอบ ผังการสร้างข้อสอบ หรือพิมพ์เขียวแบบทดสอบ (test blueprint) คือ ตารางโครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา (content)/จุดประสงค์การเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็นการเสนอรายละเอียดของการทดสอบแต่ละครั้งว่า จะวัดเนื้อหา/จุดประสงค์การเรียนรู้กับระดับพฤติกรรมอะไรบ้าง การจัดทำผังการสร้างข้อสอบจึงเป็นกระบวนการวางแผนการสร้างข้อสอบ โดยพิจารณากำหนดขอบเขตเนื้อหา หรือจุดประสงค์ปลายทางกับระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และกำหนดน้ำหนักความสำคัญ หรือสัดส่วนของจำนวนข้อสอบ (items) ในแต่ละเนื้อหาหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด การจัดทำผังการสร้างข้อสอบนิยมนำเสนอในรูปแบบตารางที่แสดงรายละเอียดของข้อมูลดังกล่าว ดังตารางที่ 2.24

ตารางที่ 2.24 ผังการสร้างข้อสอบ

บทที่/ หัวข้อเนื้อหา มาตรฐาน/ตัวชี้วัด/ จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม								
	น้ำหนักความสำคัญ	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวมจำนวนข้อ	รวมร้อยละ
									อันดับความสำคัญ
รวมจำนวนข้อ									
ร้อยละ									
อันดับความสำคัญ									

ขั้นที่ 3 การกำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาผังการสร้างข้อสอบ ครูผู้สร้างข้อสอบต้องพิจารณา และตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่า จะเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาหลักการและวิธีสร้างข้อสอบชนิดนั้น เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจและสามารถสร้างข้อสอบได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 4 การสร้างข้อสอบ ครูผู้สร้างข้อสอบลงมือสร้างหรือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในผังการสร้างข้อสอบ โดยอาศัยหลักการและวิธีการสร้างหรือเขียนข้อสอบที่ศึกษามาแล้ว ในขั้นที่ 3 ในการสร้างข้อสอบ ครูควรวางแผนการสร้างข้อสอบล่วงหน้าและบริหารจัดการในการสร้างข้อสอบให้เป็นไปตามแผน รวมทั้งต้องใช้เวลาความเพียร ความอดทนและความมุ่งมั่นในการสร้างข้อสอบ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ

ขั้นที่ 5 การตรวจทานและกลั่นกรองข้อสอบ จุดมุ่งหมายเพื่อให้ข้อสอบที่สร้างไว้มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความครอบคลุม สมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในผังการสร้างข้อสอบ ครูผู้สร้างข้อสอบจึงควรพิจารณาทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้ง และหากมีผู้กลั่นกรองข้อสอบช่วยตรวจสอบกลั่นกรองข้อสอบด้วย ก็จะช่วยให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพมากขึ้น แล้วจึงนำไปจัดพิมพ์ข้อสอบเพื่อนำไปใช้ต่อไป

ขั้นที่ 6 การจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทานและกลั่นกรองข้อสอบเสร็จแล้ว ให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด และหากมีความเป็นไปได้ในการปฏิบัติจริง อาจจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม การทดลองใช้แบบทดสอบก็เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบก่อนนำไปใช้จริง

ขั้นที่ 7 การทดลองและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มเป้าหมายที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียน มักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้ว จึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อ ๆ ไป

ขั้นที่ 8 การจัดทำแบบทดสอบฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดีพออาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

- (1) วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
- (2) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ พฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ
- (3) กำหนดชนิดรูปแบบของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้างข้อสอบ
- (4) สร้างข้อสอบ
- (5) การตรวจทานและกลั่นกรองข้อสอบ
- (6) ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา
- (7) พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง
- (8) ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง
- (9) พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของความพึงพอใจ ดังนี้

ระพีพันธุ์ โพธิ์ศรี (2554, น. 301) กล่าวถึงความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ คือ อารมณ์พอใจหรือไม่พอใจในสิ่ง ๆ หนึ่ง ซึ่งอาจจะมี ความพึงพอใจมากหรือน้อยก็ได้ เป็นอารมณ์ที่ฝังลึกอยู่ในจิตใจ แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับสถานการณ์นั้น ๆ

เกริก ท่วมกลาง และ จินตนา ท่วมกลาง (2555, น. 274) กล่าวว่า ความพึงพอใจในการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และความต้องการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้นั้น จนบรรลุผลสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน การทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจ องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้กับนักเรียน ได้เรียนรู้ด้วยความประทับใจ

ราชบัณฑิตยสถาน (2556, น. 840) กล่าวว่า พึงพอใจ หมายถึง รัก ชอบใจ

ดิเรก ฤกษ์ห่วย (2558, น. 36) ได้อธิบายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึงทัศนคติทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นความรู้สึกหรือเป็นทัศนคติที่ต่องานที่ทำของบุคคลที่มีต่องานในทางบวก และความสุขของบุคคลอันเกิดจากการปฏิบัติงานและได้รับผลเป็นที่พึงพอใจ ทำให้บุคคลเกิดความกระตือรือร้น มีความสุข ความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญและกำลังใจ มีความผูกพันกับหน่วยงาน มีความภาคภูมิใจในความสำเร็จของงานที่ทำ และสิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานส่งผลต่อความก้าวหน้าและความสำเร็จขององค์กรอีกด้วย

ไมตรี พงศาปาน (2561, น. 11) ได้อธิบายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง เป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความชอบ ความสบายใจ ความสุขใจต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ หรือเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งทำให้เกิดความชอบ ความสบายใจ และเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการ

Good (1973, p. 121) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง คุณภาพ สภาพหรือระดับความพึงพอใจ ซึ่งเป็นผลจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

Kotler (2000, p. 36) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลเมื่อได้รับความสุขหรือความผิตหัว ซึ่งเกิดจากการเปรียบเทียบการรับรู้กับความคาดหวังในผลลัพธ์ของสิ่งที่ต้องการ ถ้ารับรู้ต่อสิ่งที่ต้องการพอดีกับความคาดหวังบุคคลจะเกิดความพึงพอใจ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ทัศนคติ ความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความรัก ความชอบ ความสบายใจ ความสุขใจต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ หรือเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งทำให้เกิดความชอบ ความสบายใจและเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

นักการศึกษาได้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ ดังนี้

Herzberg, Mausner and Synderman (1959, pp. 113-115) ได้คิดค้นทฤษฎีการจูงใจที่สำคัญ 2 ปัจจัย หรือทฤษฎี 2 องค์ประกอบ หรือทฤษฎีปัจจัยจูงใจ-ปัจจัยค้ำจุน (Motivation-hygiene theory) และปัจจัยที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในงานมี 2 ประเภท สรุปได้ดังนี้

(1) ปัจจัยที่เป็นสิ่งจูงใจ (Motivation factor) หรือปัจจัยที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในงาน หมายถึง องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับเรื่องงานโดยตรง องค์ประกอบนี้จะตอบสนองความต้องการทางจิตใจเป็นส่วนใหญ่ และมีส่วนทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความพึงพอใจในงาน ได้แก่

- (1.1) ความสำเร็จของงาน (Achievement)
- (1.2) การยอมรับนับถือ (Recognition)
- (1.3) ลักษณะของงาน (Work itself)
- (1.4) ความรับผิดชอบ (Responsibility)
- (1.5) ความก้าวหน้าในตำแหน่งการงาน (Advancement)

(2) ปัจจัยคำจุน (Hygiene factor) หมายถึง องค์ประกอบที่เป็นสิ่งแวดล้อมหรือบริบทของงาน องค์ประกอบนี้จะตอบสนองความต้องการทางร่างกายเป็นส่วนใหญ่และเป็นส่วนทำให้ผู้ปฏิบัติไม่พึงพอใจในงาน ได้แก่

- (2.1) นโยบายและการบริหารงาน (Policy and administration)
- (2.2) วิธีการปกครองบังคับบัญชา (Supervision)
- (2.3) ความสัมพันธ์กับผู้อื่น (Salary)
- (2.4) สภาพการทำงาน (Interpersonal relation)
- (2.5) เงินเดือน (Working conditions)

อีกทั้งทฤษฎีสองปัจจัยของ Frederick Herzberg, Bernard Mausner and Barbara B. Snyderman ได้อธิบายองค์ประกอบทั้งสองว่าทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความแตกต่างกัน ปัจจัยคำจุนเป็นองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดความไม่พอใจ คือ หากบุคคลไม่ได้รับการตอบสนองในองค์ประกอบนี้ จะรู้สึกไม่พอใจและอยู่ในสภาพอารมณ์เฉย ๆ ส่วนองค์ประกอบจูงใจจะก่อให้เกิดความพึงพอใจ คือ หากบุคคลไม่ได้รับการตอบสนองในองค์ประกอบนี้จะรู้สึกเฉย ๆ แต่หากได้รับการตอบสนอง บุคคลจะเกิดความพอใจ ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ทฤษฎี 2 ปัจจัยของ Herzberg และคณะ

Thorndike (Thorndike, 1814-1949 อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2563 น. 51) เชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งมีหลายรูปแบบ บุคคลจะมีการลองผิดลองถูก (trial and error) ปรับเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบรูปแบบการตอบสนองที่สามารถให้ผลที่พึงพอใจมากที่สุด เมื่อเกิดการเรียนรู้แล้ว บุคคลจะใช้รูปแบบการตอบสนองที่เหมาะสมเพียงรูปแบบเดียว และจะพยายามใช้รูปแบบนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าในการเรียนรู้ต่อไปเรื่อย ๆ สรุปได้ดังนี้

(1) กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งร่างกายและจิตใจ

(2) กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) การฝึกหัดหรือการกระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจ จะทำให้การเรียนรู้มั่นคงถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อย ๆ การเรียนรู้จะไม่คงทนถาวร และในที่สุดอาจลืมได้

(3) กฎแห่งการใช้ (Law of Use and Disuse) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ความมั่นคงของการเรียนรู้จะเกิดขึ้นหากได้มีการนำไปใช้บ่อย ๆ หากไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมเกิดขึ้นได้

(4) กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of Effect) เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจย่อมอยากจะเรียนรู้ต่อไป แต่ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจจะไม่อยากเรียนรู้ ดังนั้นการได้รับผลที่พึงพอใจจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้

Maslow (Maslow, 1954 อ้างถึงใน กุสิรา จิตรชญาวนิช, 2565, น. 18-20) มีความเชื่อว่า พฤติกรรมของมนุษย์เป็นจำนวนมากสามารถอธิบายโดยใช้แนวโน้มของบุคคลในการค้นหาเป้าหมายที่จะทำให้ชีวิตของเขาได้รับความต้องการ ความปรารถนา และได้รับสิ่งที่มีความหมายต่อตนเอง เป็นความจริง ที่จะกล่าวว่ากระบวนการของแรงจูงใจเป็นหัวใจของทฤษฎีบุคลิกภาพของ Maslow โดยเขาเชื่อว่ามนุษย์เป็นสัตว์ที่มีความต้องการ (Wanting Animal) และเป็นการยากที่มนุษย์จะไปถึงขั้นของความพึงพอใจอย่างสมบูรณ์ ในทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของ Maslow เมื่อบุคคลปรารถนาที่จะได้รับความพึงพอใจ และเมื่อบุคคลได้รับความพึงพอใจในสิ่งหนึ่งแล้วก็จะยังคงเรียกร้องความพึงพอใจสิ่งอื่น ๆ ต่อไป ซึ่งถือว่าเป็นคุณลักษณะของมนุษย์ที่มีความต้องการจะได้รับสิ่งต่าง ๆ อยู่เสมอ Maslow กล่าวว่า ความปรารถนาของมนุษย์นั้นติดตัวมาแต่กำเนิด และความปรารถนาเหล่านี้ จะเรียงลำดับขั้นของความปรารถนา ตั้งแต่ขั้นแรกไปสู่ความปรารถนาขั้นสูงขึ้นไปเป็นลำดับ ลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์ (The Need Hierarchy Conception of Human Motivation) Maslow เรียงลำดับความต้องการของมนุษย์จากขั้นต้นไปสู่ความต้องการขั้นต่อไป ตามเป็นลำดับดังนี้

(1) ความต้องการทางร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการขั้นพื้นฐานที่มีอำนาจมากที่สุดและสังเกตเห็นได้ชัดที่สุดจากความต้องการทั้งหมด เป็นความต้องการที่ช่วยการดำรงชีวิต ได้แก่ ความต้องการอาหาร น้ำดื่ม ออกซิเจน การพักผ่อนนอนหลับ ความต้องการทางเพศ ความต้องการความอบอุ่น ตลอดจนความต้องการที่จะถูกกระตุ้นอวัยวะรับสัมผัส แรงขับของร่างกายสิ่งเหล่านี้จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับความอยู่รอดของร่างกายและอินทรีย์ ความพึงพอใจที่ได้รับในขั้นนี้จะกระตุ้นให้เกิดความต้องการในขั้นที่สูงกว่า และถ้าบุคคลใดประสบความล้มเหลวที่จะสนองความต้องการพื้นฐานนี้ก็จะไม่ได้รับการกระตุ้นให้เกิดความต้องการในระดับที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ถ้าความต้องการอย่างหนึ่งยังไม่ได้รับความพึงพอใจ บุคคลก็จะอยู่ภายใต้ความต้องการนั้นตลอดไป ซึ่งทำให้ความต้องการอื่น ๆ ไม่ปรากฏหรือกลายเป็นความต้องการระดับรองลงไป

(2) ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) เป็นความต้องการที่เกิดขึ้นหลังจากที่ความต้องการทางร่างกายได้รับการตอบสนองอย่างไม่ขาดแคลน หมายถึง ความต้องการสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยจากอันตรายทั้งทางกายและจิตใจ ความมั่นคงในงาน ในชีวิต และสุขภาพ การสนองความต้องการนี้มีหลายอย่าง เช่น การประกันชีวิตและสุขภาพ กฎระเบียบข้อบังคับที่ยุติธรรม การให้มีสภาพแรงงาน ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

(3) ความต้องการความรักและความเป็นเจ้าของ (Belongingness and Love Needs) ความต้องการความรักและความเป็นเจ้าของ เป็นความต้องการขั้นที่ 3 ความต้องการนี้จะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการทางด้านร่างกายและความต้องการความปลอดภัยได้รับการตอบสนอง บุคคลต้องการได้รับความรักและความเป็นเจ้าของโดยการสร้างความสัมพันธ์กับผู้อื่น เช่น ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว หรือกับผู้อื่น สมาชิกภายในกลุ่มจะเป็นเป้าหมายสำคัญสำหรับบุคคล กล่าวคือ บุคคลจะรู้สึกเจ็บปวดมากเมื่อถูกทอดทิ้งไม่มีใครยอมรับ หรือถูกตัดออกจากสังคมไม่มีเพื่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อจำนวนเพื่อน ๆ ญาติพี่น้อง สามีหรือภรรยาหรือลูก ๆ ได้ลดน้อยลงไป นักเรียนที่เข้าโรงเรียนที่ห่างไกลบ้าน จะเกิดความต้องการเป็นเจ้าของอย่างยิ่ง และจะแสวงหาอย่างมากที่จะได้รับการยอมรับจากกลุ่มเพื่อน Maslow คัดค้านกลุ่ม Freud ที่ว่าความรักเป็นผลมาจากการทดแทนสัญชาตญาณทางเพศ (Sublimation) สำหรับ Maslow ความรักไม่ใช่สัญลักษณ์ของเรื่องเพศ (Sex) เขาอธิบายว่า ความรักที่แท้จริง

จะเกี่ยวข้องกับความรู้สึกที่ดี ความสัมพันธ์ของความรักระหว่างคน 2 คน จะรวมถึงความรู้สึกนับถือซึ่งกันและกัน การยกย่องและความไว้วางใจแก่กัน

(4) ความต้องการได้รับความนับถือยกย่อง (Self Esteem Needs) มนุษย์ต้องการที่จะได้รับความนับถือยกย่องแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกเป็นความต้องการนับถือตนเอง (Self Respect) คือ ความต้องการมีอำนาจ มีความเชื่อมั่นในตนเอง มีความแข็งแรง มีความสามารถในตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ ไม่ต้องพึ่งพาอาศัยผู้อื่น และมีความเป็นอิสระ ส่วนลักษณะที่ 2 เป็นความต้องการได้รับการยกย่องนับถือจากผู้อื่น (Esteem From Others) คือ ความต้องการมีเกียรติยศ การได้รับการยกย่องได้รับการยอมรับได้รับความสนใจ มีสถานภาพ มีชื่อเสียงเป็นที่กล่าวขาน และเป็นที่ยอมรับนับถือ มีความต้องการที่จะได้รับความยกย่องชมเชยในสิ่งที่เขากระทำ ซึ่งทำให้รู้สึกว่าคุณค่า ความสามารถของเขาได้รับการยอมรับจากผู้อื่น

(5) ความต้องการที่จะเข้าใจตนเองอย่างแท้จริง (Self Actualization Needs) เป็นความต้องการระดับสูงสุด คือ ต้องการจะเต็มเต็มศักยภาพตนเอง ต้องการความสำเร็จในสิ่งที่ปรารถนาสูงสุดของตัวเอง ความเจริญก้าวหน้า การพัฒนาทักษะความสามารถให้ถึงขีดสุดยอด มีความเป็นอิสระในการตัดสินใจและการคิดสร้างสรรค์ต่าง ๆ การก้าวสู่ตำแหน่งที่สูงขึ้นในอาชีพและการทำงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ ครูควรตรวจสอบความพร้อมของนักเรียนทั้งในด้านร่างกายและจิตใจ สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจบทเรียนหรือจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้ฝึกทำแบบฝึกหัด เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจและเกิดองค์ความรู้ที่มีประสิทธิภาพ การให้ผลตอบแทนเชิงบวก การมอบรางวัล การยกย่อง ชมเชยเมื่อทำงานได้ดี ส่งเสริมความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียน จะทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและอยากเรียนรู้มากขึ้น

3. การวัดความพึงพอใจ

บุญธรรม กิจปริตติย (2547, น. 181) กล่าวถึง การวัดความพึงพอใจ ว่าสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่าแบบวัด ซึ่งมีหลายชนิด ทั้งแบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบประเมินค่าแบบทดสอบวัดความรู้ วัดความถนัดและวัดพฤติกรรม เราสามารถวัดความพึงพอใจได้หลายวิธี ดังนี้

(1) การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบ คำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริหาร การควบคุมงาน เงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

(2) การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริง

(3) การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน กล่าวโดยสรุป การวัดความพึงพอใจวัดได้ 2 ลักษณะ คือวัดตามลักษณะข้อความที่ถาม และวัดตามลักษณะของงาน โดยใช้เครื่องมือในการวัด ได้แก่ การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ และการสังเกต

กาญจนา วัฒนา (2548, น. 185-186) กล่าวถึง การวัดความพึงพอใจมี 3 แบบ ดังนี้

(1) แบบของ Thurstone เป็นการกำหนดคุณลักษณะจากค่าน้อยไปหาค่ามาก โดยแบ่งค่าคุณลักษณะเป็น 11 ช่วงหลักของการวัด โดยต้องอาศัยดุลพินิจของผู้อื่นเป็นผู้ตัดสิน เพื่อให้ได้ผลสรุปเป็นค่าประจำข้อในแต่ละข้อซึ่งมีช่วงห่างเท่ากัน เรียกวิธีนี้ว่า Method of equal-appearing intervals การประเมินค่าประจำข้อ กระทำโดยพิมพ์ข้อความลงในบัตรข้อละ 1 บัตร ให้ผู้ตัดสินเลือกข้อความแต่ละบัตรแยกเป็นระดับความคิดเห็น 11 ระดับ ความเห็นน้อยที่สุด อยู่ทางด้านซ้ายมือ ความเห็นมากที่สุดอยู่ทางขวามือ นำผลการตัดสินไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยประจำข้อ

(2) แบบของ Osgood เป็นมาตราวัดที่ใช้ความหมายทางภาษาในรูปคุณศัพท์ ที่แสดงความหมายตรงข้ามกันอย่างมีเหตุผล อธิบายคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ ได้แก่

(2.1) ด้านประเมินค่า เช่น ดี-เลว, ฉลาด-โง่เขลา, ใจดี-ใจร้าย, ร้อน-เย็น

(2.2) ด้านความมีศักยภาพ เช่น อดทน-อ่อนแอ, นุ่มนวล-แข็งแกร่ง

(2.3) ด้านกิจกรรม เช่น คล่องแคล่ว-เฉื่อยชา, ร่าเริง-ซึมเศร้า

(3) แบบของ Likert เป็นมาตราวัดความคิดเห็น 3, 4 หรือ 5 ชั้น ซึ่งอาจจะกำหนดค่าระดับ เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือในลักษณะอื่น ๆ ที่มี 3, 4 หรือ 5 ระดับ เป็นเช่นเดียวกันนี้ก็ได้ โดยแต่ละชั้นต้องบอกน้ำหนักการประเมินข้อความต่าง ๆ ที่กำหนดให้ผู้ตอบแทนแสดงความรู้สึก หรือความคิดเห็นออกมา

ชวลิต ชูกำแหง (2550, น. 112-125) การวัดความพึงพอใจ สามารถกระทำได้ด้วยวิธีการ ดังนี้

(1) การสังเกต (Observation) การสังเกตการพูด การกระทำ การเขียนของนักเรียน ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ครูต้องการวัด เช่น ต้องการวัดว่านักเรียนคนหนึ่งมีความสนใจต่อการเรียน วิชาคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด ครูอาจสังเกตการกระทำของนักเรียนในเรื่อง

(1.1) การมาเรียน

(1.2) การถามตอบในชั้นเรียน

(1.3) การทำการบ้านหรือส่งงาน

(1.4) อ่านหนังสือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

(1.5) เข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

(1.6) ชอบสังเกตและทดลองธรรมชาติรอบตัว เป็นต้น

สำหรับวิชาอื่น ๆ ก็สังเกตได้ทำนองเดียวกันนี้ ผลจากการสังเกตการกระทำของนักเรียนดังกล่าว พอที่จะทำให้ครูวินิจฉัยได้ว่า นักเรียนสนใจการเรียนวิชาใด มากน้อยเพียงใด ในเรื่องของคุณธรรมจริยธรรม ครูอาจดูความประพฤติของนักเรียน แล้วแปลความว่านักเรียนผู้นั้น เป็นผู้ปฏิบัติตนดีมากน้อยเพียงใด เช่น การไม่ขาดเรียนแสดงว่ามีความรับผิดชอบ มีความซื่อสัตย์ มีวินัยในตนเอง การไม่เล่นการพนัน การไม่เที่ยวกลางคืน ล้วนแต่เป็นพฤติกรรมที่แปลความหมายได้ว่า นักเรียนคนนั้นเป็นคนดี เป็นต้น

(2) การสัมภาษณ์ (Interview) บางครั้งครูใช้วิธีพูดคุยกับนักเรียนในประเด็นที่ครูอยากรู้ ซึ่งอาจเป็นความรู้สึก ทักษะคติของนักเรียน เพื่อนำสิ่งที่นักเรียนพูดออกมาแปลความหมายเกี่ยวกับ ลักษณะจิตพิสัยของนักเรียน เช่น ครูอยากรู้ว่าเขาสนใจเรียนวิชาภาษาไทยหรือไม่ ครูอาจพูดคุยกับนักเรียน ว่าเคยอ่านวรรณคดีเล่มใดบ้าง คำตอบของนักเรียนจะทำให้ครูประเมินได้ว่า มีความสนใจในการเรียน วิชาภาษาไทยมากน้อยเพียงใด

(3) การใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มาตราส่วนประมาณค่าเป็นเครื่องมือ ใช้ได้ทั้งให้ผู้ถูกวัดประเมินตนเอง และให้ผู้อื่นประเมินการตอบ ทำได้โดยให้ผู้ตอบหรือผู้สังเกต ประเมินค่าของคุณลักษณะออกมาเป็นระดับต่าง ๆ มากน้อยตามปริมาณหรือความเข้มของความรู้สึก หรือพฤติกรรมที่แสดงออก มาตราส่วนประมาณค่ามีหลายลักษณะ เช่น มาตราส่วนประมาณค่า ของ Likert มาตราส่วนประมาณค่าแบบ Semantic differential มาตราส่วนประมาณค่าแบบ Thurstone มาตราส่วนประมาณค่าแบบ Osgood และการเสนอผลแบบเส้นภาพ (profile) เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจมีหลากหลายวิธีการ โดยการวัด ที่เหมาะสมจะช่วยให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและนำไปใช้ในการปรับปรุงพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยใช้เป็นแบบสอบถามที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ในการวัด ความพึงพอใจของนักเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ฉลาด สายสินธุ์ (2561, น. 94) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ โปรแกรม GeoGebra เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า (1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra และกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.28/78.84 และ 86.40/75.25 ตามลำดับซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ (2) ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ โปรแกรม GeoGebra เท่ากับ .6408 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือมีความก้าวหน้าในการเรียน คิดเป็นร้อยละ 64.08 และดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติเท่ากับ .5805 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 58.05 (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra สูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 (4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra หลังเรียนและหลังเรียน 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือนักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีความคงทนในการเรียนรู้ (5) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายด้านและรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก

ไอริณ ถาวรนนท์ (2561, น. 76-80) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย ผลการวิจัย พบว่า (1) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.77 คิดเป็นร้อยละ 67.07 (จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากขึ้นไป

ปาริชาติ เต็มนา (2562, น. 40) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Geogebra เรื่อง เวกเตอร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการวิจัย พบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Geogebra เรื่อง เวกเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Geogebra เรื่อง เวกเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พัชรวดี ใจแน่น (2562, น. 23-32) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคระดมสมอง ผลการวิจัย พบว่า (1) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 40.03 คิดเป็นร้อยละ 80.07 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากับ 14.67 คิดเป็นร้อยละ 73.35 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 23 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ประมวดี อุทัยแสง (2563, น. 63-73) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า (1) รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบ ได้แก่ หลักการวัตถุประสงค์ กระบวนการเรียนการสอน หลักการตอบสนอง ระบบสังคม สิ่งสนับสนุน สารความรู้ และสิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้ (2) กระบวนการจัดการเรียนการสอนมี 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นเผชิญสถานการณ์ปัญหา ขั้นระดมสมอง ขั้นตรวจสอบความรู้ ขั้นสรุป ขั้นฝึกทักษะ ขั้นประเมินผล (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนเห็นด้วยในการใช้รูปแบบการเรียนการสอนในระดับมากที่สุด

วิสุทธิ คงกลปี (2563, น. 56-63) ได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ MESUK Model สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า (1) ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ MESUK Model พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นถึงมากที่สุด และแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ MESUK Model มีคุณภาพในระดับดี (2) ผลการวิเคราะห์ความสามารถด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการประเมินจากโครงการคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (4) ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ MESUK Model โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

สุชีรา ศุภพิมลวรรณ (2563, น. 194-200) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า (1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ คือ หลักการ จุดมุ่งหมาย ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ซึ่งผลการประเมินคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมาก (2) ผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อำนาจ บุตรสุริย (2563, น. 34-45) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า (1) รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.60/81.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ (2) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ โดยภาพรวมหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุด

ทิพสุคนธ์ บุญมาคาร (2564, น. 73-87) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า (1) ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน พบว่า นักเรียนมีความสนใจในการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (2) ผลการพัฒนา รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีกระบวนการสอน 7 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นศึกษาหาข้อมูล ขั้นสะท้อนความคิด ขั้นกระตุ้นสมองประลองปัญญา ขั้นตรวจสอบยอมรับ ขั้นขยายองค์ความรู้ (3) ผลการทดลองใช้ รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ $82.37/82.78$ (4) ผลการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้รูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์วิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (5) นักเรียนมีวินัยในตนเองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นุชนาท โชติบุญ (2564, 154-167) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า (1) รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีชื่อเรียกว่า “PCAPRE Model” มี 5 องค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน และการวัดผลและประเมินผล รูปแบบมีกระบวนการจัดการเรียนการสอน 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นเตรียมความพร้อมในการเรียน (Preparation: P) ขั้นสร้างความรู้และแก้ปัญหา (Construction and Problem solving: C) ขั้นฝึกปฏิบัติ (Action: A) ขั้นนำเสนองาน (Presentation: P) ขั้นสะท้อนความคิด (Reflection: R) ขั้นการประเมินผล (Evaluation: E) มีผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ $80.13/81.32$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ $75/75$ (2) ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ .7197 หมายความว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าการเรียนรูู้คิดเป็นร้อยละ 71.97 และ (3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริม

ความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

เนตรนารี ไพโรจน์พิริยะกุล (2564, น. 17-30) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า (1) นักเรียนมีปัญหาและอุปสรรคในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้านกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก และครูผู้สอนมีสภาพปัญหาและความต้องการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก (2) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผล ซึ่งกระบวนการเรียนการสอนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนค้นความรู้ (Start: S) ขั้นสำรวจและค้นหาข้อมูล (Survey: S) ขั้นรวมพลังเป็นทีมในการแก้ปัญหา (Solving Teams: S) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Share: S) และขั้นสรุปความคิดรวบยอด (Summarize: S) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.10/87.22 (3) นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก และ (4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาพรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

บรรพต อางหาญ (2564, น. 11-17) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า (1) รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ หลักการและแนวคิด วัตถุประสงค์ของรูปแบบ กระบวนการเรียนการสอน และการวัดผลและประเมินผล กระบวนการเรียนการสอนมี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตรวจสอบความรู้ (Check knowledge: C) ขั้นเรียนรู้ร่วมกัน (Learn together: L) ขั้นฝึกปฏิบัติ (Operative: O) ขั้นอภิปรายและตรวจสอบ (Discussion and examination: D) และขั้นสรุปและประเมินผล (Summary and evaluation: S) (2) ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 78.80 ผ่านเกณฑ์การประเมินสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และ (3) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

ภาวดี สวนดี (2564, 173-184) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัย พัฒนาขึ้น มีชื่อว่า “5 P Model” โดยมีองค์ประกอบ 8 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) หลักการ (2) วัตถุประสงค์ (3) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (4) สารความรู้ (5) ระบบสังคม (6) หลักการ ตอบสนอง (7) ระบบสนับสนุน และ (8) เงื่อนไขการนำไปใช้ ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ E_1/E_2 เท่ากับ 80.04/80.22 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หลังการทดลองใช้รูปแบบ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยภาพรวม อยู่ในระดับเห็นด้วย มากที่สุด

สิริลักษณ์ พรสุวรรณ์ (2564, น. 457-467) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการสอน MAT3C Model เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีชื่อว่า “MAT3C Model” มีองค์ประกอบ คือ องค์ประกอบเชิงหลักการและวัตถุประสงค์ องค์ประกอบ เชิงกระบวนการ และองค์ประกอบเชิงเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้ กระบวนการเรียนการสอน มี 6 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นการสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Motivation: M) (2) ขั้นการเรียนรู้โดยตรง (Active Learning: A) (3) ขั้นการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of Learning: T) (4) ขั้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning: C) (5) ขั้นการสื่อสารและการนำเสนอ (Communication and presentation: C) และ (6) ขั้นการสรุปผล (Conclud: C) โดยที่รูปแบบการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (MAT3C Model) ที่พัฒนาขึ้นมานี้ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 90.54/92.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด หลังการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอน เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นักเรียน มีความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบ การสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นในช่วงระหว่างเรียน ความคิดเห็น ของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

ภาณุพล โสมูล (2565, น. 18-27) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ศิลปากร (มัธยมศึกษา) ผลการวิจัย พบว่า ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศิลปากร (มัธยมศึกษา) พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับสูง โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง

ทศทัศน์ บุญตา (2565, น. 191-192) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมระดับความลึกของความรู้ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า (1) ข้อมูลพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ สภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนต้องเน้นการเรียนรู้ผ่านตัวแบบการคิดค้นแปร และพัฒนาการคิดค้นแปร ด้วยการชี้แนะแบบไต่ระดับ และระดับความลึกของความรู้ทางคณิตศาสตร์ มี 4 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 ระลึกได้ ระดับที่ 2 ทักยะ/ความคิดรวบยอด ระดับที่ 3 การคิดเชิงกลยุทธ์ และระดับที่ 4 การคิดเชิง ขยายความคิด (2) รูปแบบการเรียนการสอน มีองค์ประกอบดังนี้ (2.1) หลักการ (2.2) วัตถุประสงค์ (2.3) เนื้อหาสาระ (2.4) ขั้นตอนการเรียนการสอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นศึกษาตัวแบบการคิดแก้ปัญหาผ่านแปร ขั้นที่ 2 ขั้นฝึกคิดแก้ปัญหาผ่านแปร ขั้นที่ 3 ขั้นนำเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหาผ่านแปร ขั้นที่ 4 ขั้นชี้แนะ และพัฒนาการคิด และขั้นที่ 5 ขั้นเผชิญปัญหาผ่านแปรใหม่ และ (2.5) การวัดและประเมินผล และ (3) ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน พบว่า (3.1) ระดับความลึกของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 4 ระดับ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง สถิติ หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3.2) ระดับความลึกของความรู้ ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ระดับ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน เรื่อง สถิติ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มซึ่งเท่ากับ 57.60 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พจนันท์ วัชรโรทัย (2565, น. 26) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนทับสะแกวิทยา โดยใช้วิธีการสอนแบบ KWDL ร่วมกับ โปรแกรม GeoGebra เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ผลการวิจัย พบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนทับสะแกวิทยา โดยใช้วิธีการสอน แบบ KWDL ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนทับสะแกวิทยา โดยใช้วิธีการสอนแบบ KWDL ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 (3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนทับสะแกวิทยา ที่มีต่อการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการสอนแบบ KWDL ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra อยู่ในระดับมากที่สุด

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Heleni (2014, pp. 553-562) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ในเปกันbaru ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดที่ 1 คิดเป็น 76.47% และคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดที่ 2 คิดเป็น 88.24%

Bist (2017, pp. 337-347) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนเนื้อหา เรื่อง เรขาคณิต ผ่านโปรแกรม GeoGebra และนักเรียนที่เรียนเนื้อหาเรื่อง เรขาคณิต ผ่านการสอนแบบปกติ และทัศนคติของนักเรียนต่อการเรียนเนื้อหา เรื่อง เรขาคณิต ผ่านโปรแกรม GeoGebra กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 46 คน กลุ่มทดลองประกอบด้วยนักเรียน 30 คน เรียนด้วยโปรแกรม GeoGebra และกลุ่มควบคุมประกอบด้วยนักเรียน 16 คน ได้รับการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 15 ข้อ และข้อสอบปรนัยชนิดเติมคำตอบ 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ .91 และแบบวัดทัศนคติของนักเรียน มีข้อคำถามจำนวน 19 ข้อ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า มีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ .86 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 73.71 มีทัศนคติต่อการเรียนเนื้อหา เรื่อง เรขาคณิตผ่านโปรแกรม GeoGebra เป็นบวก

Fuadi, Minarni, and Banjarnahor (2017, pp. 153-159) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 ที่ JUNIOR HIGH SCHOOL AR-RAHMAN PERCUT การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจสอบความยากของตัวบ่งชี้ในความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ตัวบ่งชี้ในความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ ตัวบ่งชี้ที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา คือ 48.28% (14 จาก 29 คน) ตัวบ่งชี้ที่ 2 การวางแผน คือ 17.24% (5 จาก 29 คน) ตัวบ่งชี้ที่ 3 การแก้ปัญหา คือ 6.9% (2 จาก 29 คน) และตัวบ่งชี้ที่ 4 การยืนยันคำตอบ คือ 6.9% (ที่ 2 จาก 29 คน) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียน พบว่า นักเรียนต้องเผชิญกับปัญหาของตัวบ่งชี้ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Novriani and Surya (2017, pp. 63-75) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่ at MTs SWASTA IRA Medan การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อการวิเคราะห์ความยากในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 8 ผลการศึกษา พบว่า ตัวบ่งชี้ในความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ ตัวบ่งชี้ที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา 84.62% ตัวบ่งชี้ที่ 2 การวางแผน 61.54% ตัวบ่งชี้ที่ 3 การดำเนินการตามแผน 39.74% และตัวบ่งชี้ที่ 4 การยืนยันคำตอบ 32.05% และความยากในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีปัญหาในการแก้ปัญหาจากการอ่านข้อความหรือคำถาม นักเรียนแปลความจากปัญหาไม่ถูกต้อง ไม่สามารถตีความได้ในรูปแบบสัญลักษณ์ มีการคาดเดาคำตอบของปัญหาและไม่อยากหาคำตอบของปัญหา

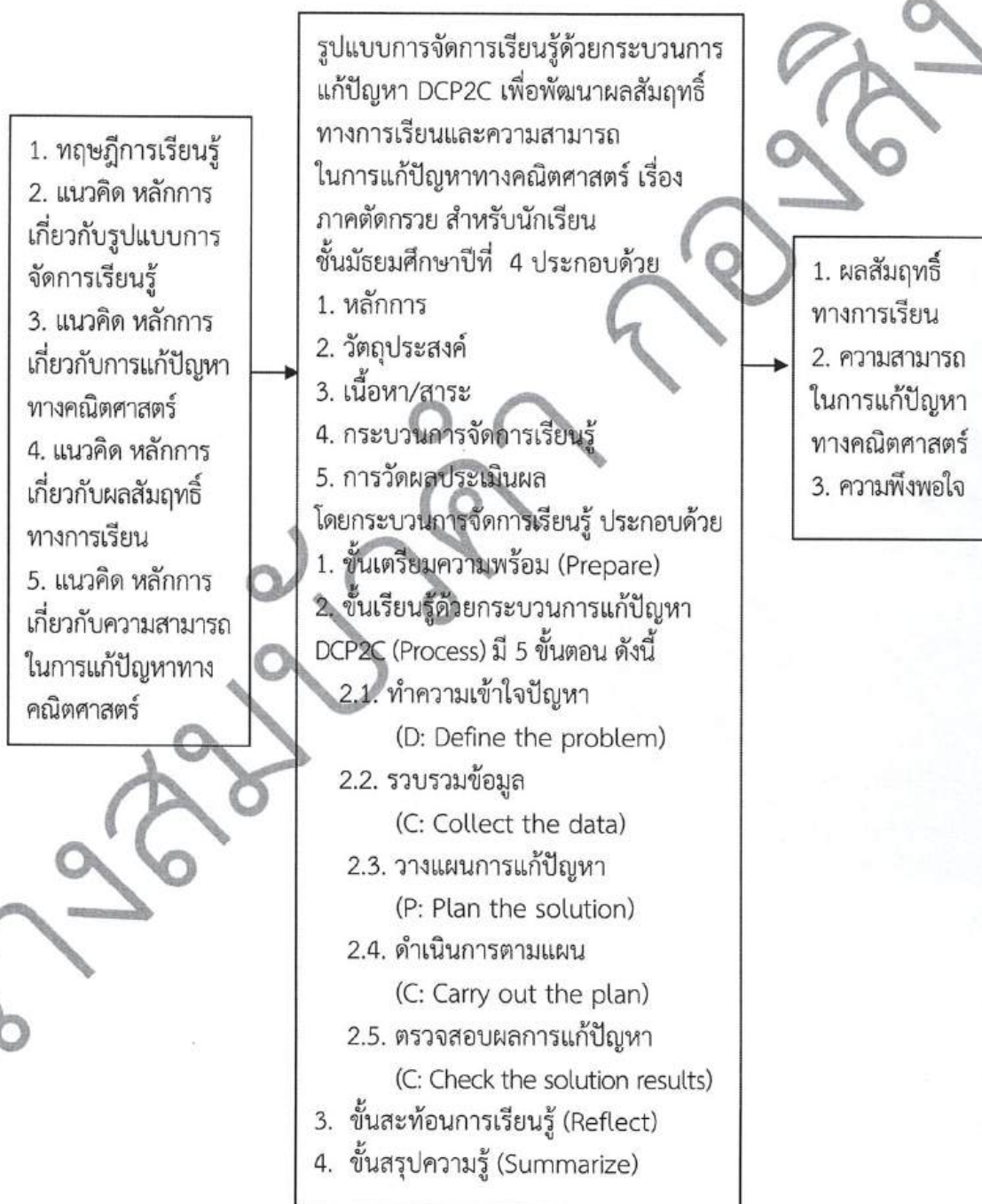
Peranginangin and Surya (2017, pp. 57-67) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่โรงเรียน SMP Negeri 4 Pancurbatu วัดอุปประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงพรรณนา ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีตัวบ่งชี้ในการแก้ปัญหา ดังนี้ ตัวบ่งชี้ที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา คิดเป็น 75.08% ตัวบ่งชี้ที่ 2 การวางแผน คิดเป็น 66.12% ตัวบ่งชี้ที่ 3 การดำเนินการตามแผน คิดเป็น 29.03% และตัวบ่งชี้ที่ 4 การยืนยันคำตอบ คิดเป็น 24.19%

Ziatdinov (2022, pp. 1-16) ศึกษาการสังเคราะห์การสร้างแบบจำลอง การสร้างภาพ และการเขียนโปรแกรมใน GeoGebra ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันเกี่ยวกับเรขาคณิต พีชคณิต สถิติ และแคลคูลัส ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรม เป็นโปรแกรมไดนามิกที่ตอบสนองผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานเห็นภาพงาน แบบจำลองและผลลัพธ์ GeoGebra มีคุณสมบัติ 3 อย่าง คือ (1) สร้างแบบจำลอง (Modeling) (2) สร้างภาพ (Visualization) และ (3) เขียนโปรแกรม (Programming) พบว่าผู้ใช้งานหลายท่านที่เรียนรู้ด้วยโปรแกรม GeoGebra ได้สร้างสถานการณ์สำหรับการเรียนรู้ที่มีการโต้ตอบและทำงานร่วมกันระหว่างนักเรียนและผู้สอน นอกจากนี้ช่วยพัฒนาทักษะและความรู้ของนักเรียนในโรงเรียน ดังนั้น การศึกษานี้จึงแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ GeoGebra ที่สามารถเสริมสร้างพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

ผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องไปในแนวทางเดียวกัน กล่าวคือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น รวมทั้งมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามากถึงมากที่สุด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถแสดงเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 2.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and development) โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนที่ 3 การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนของการวิจัย สรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4

ศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1.1 การศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม หลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านไร่วิทยา เอกสาร รายงานผลการปฏิบัติงานของสถานศึกษา แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวิเคราะห์เอกสาร

3. การสร้างเครื่องมือดำเนินการ ดังนี้

3.1 กำหนดประเด็นที่จะศึกษาเอกสาร เพื่อร่างแบบวิเคราะห์เอกสาร

3.2 นำร่างแบบวิเคราะห์เอกสารเสนอผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1 จำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ ด้านหลักสูตร จำนวน 1 คน ด้านการวัดผล จำนวน 2 คน ด้านการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 คน กำหนดคุณสมบัติโดยมีความรู้ประสบการณ์ในแต่ละด้าน อย่างน้อย 10 ปี หรือมีวิทยฐานะเชี่ยวชาญ หรือมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก มีรายนามดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายนามผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1 จำนวน 5 คน

ที่	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	สถานที่ทำงาน	ความเชี่ยวชาญ
1	รองศาสตราจารย์ประทีป จันทรังษ	ข้าราชการบำนาญ อดีต อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อดีต ผู้อำนวยการสำนักทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อดีต ผู้อำนวยการสถาบันทดสอบทางการศึกษา แห่งชาติ (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2548-2549	การวัดผล

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ที่	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	สถานที่ทำงาน	ความเชี่ยวชาญ
2	ดร.วีรวัฒน์ ไทยคำ	อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์	หลักสูตร
3	ดร.แคทรียา แสงดาวเทียน	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท	การจัดการเรียนรู้
4	นายวัชรพัฐ มะจิตะโน	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท	การจัดการเรียนรู้
5	ดร.เสาวลักษณ์ บุญจันทร์	อดีต ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดทัพหมื่น ปัจจุบัน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาอุทัยธานี เขต 2 วิทยฐานะเชี่ยวชาญ	การวัดผล

3.3 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ค่าความสอดคล้อง (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 70) ดังนี้

ให้คะแนน +1 แน่ใจรายการในแบบวิเคราะห์เอกสารมีความสอดคล้องกับสภาพข้อมูล

ให้คะแนน 0 ไม่แนใจรายการในแบบวิเคราะห์เอกสารมีความสอดคล้องกับสภาพข้อมูล

ให้คะแนน -1 แน่ใจว่ารายการในแบบวิเคราะห์เอกสารไม่มีความสอดคล้องกับสภาพข้อมูล

3.4 วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 198)

3.5 นำประเด็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแบบวิเคราะห์เอกสาร ให้มีความเหมาะสมตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

3.6 เสนอแบบวิเคราะห์เอกสารให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อขอความเห็นชอบ ก่อนนำไปใช้จริง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล จากเอกสาร รายงานผลการปฏิบัติงานของสถานศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาสภาพปัญหา โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เอกสาร (Documentary Analysis)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 1.2 การศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการสัมภาษณ์ครู โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แหล่งข้อมูล ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านไร่วิทยา ผู้วิจัยได้ใช้ผู้ให้ข้อมูลมากกว่า 1 คนในการศึกษาที่มีประสิทธิภาพสอน เรื่อง ภาคตัดกรวย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลาย จนสามารถมองเห็นสิ่งที่ศึกษาได้รอบด้านและครบถ้วน รวมผู้ให้ข้อมูล จำนวน 6 คน โดยสัมภาษณ์ระหว่างวันที่ 13-17 มิถุนายน 2565

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วยเนื้อหา 3 ตอน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ สภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้และแนวทางการจัดการเรียนรู้

3. การสร้างเครื่องมือ ดำเนินการดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 กำหนดประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์เพื่อร่างแบบสัมภาษณ์

3.3 นำร่างแบบสัมภาษณ์เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาตรวจสอบ

3.4 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์

3.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1 จำนวน 5 คน ตรวจสอบหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) และความเหมาะสมของภาษา โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาค่าความสอดคล้อง (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 70) ดังนี้

ให้คะแนน +1 แน่ใจรายการในแบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์

ให้คะแนน 0 ไม่แนใจรายการในแบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์

ให้คะแนน -1 แน่ใจว่ารายการในแบบสัมภาษณ์ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์

3.6 วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 201)

3.7 นำประเด็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแบบสอบถามให้มีความเหมาะสมตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

3.8 เสนอแบบสัมภาษณ์ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อขอความเห็นชอบก่อนนำไปใช้จริง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth interview) ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการประสานและสัมภาษณ์ด้วยตนเอง บันทึกข้อมูลโดยการจดบันทึกหรือบันทึกเทป และนำมาถอดเทปสรุปวิเคราะห์ประเด็นการสัมภาษณ์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 1.3 การศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการสัมภาษณ์นักเรียน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แหล่งข้อมูล นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านไร่วิทยา ห้องละ 3 คน ซึ่งมีจำนวน 12 ห้องเรียน รวมนักเรียนที่สัมภาษณ์ 36 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 1 คน โดยสัมภาษณ์ระหว่างวันที่ 20-30 มิถุนายน 2565

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วยเนื้อหา 3 ตอน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ สภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้และแนวทางการจัดการเรียนรู้

3. การสร้างเครื่องมือ ดำเนินการดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 กำหนดประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์เพื่อร่างแบบสัมภาษณ์

3.3 นำร่างแบบสัมภาษณ์เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาตรวจสอบ

3.4 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบสัมภาษณ์

3.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดที่ 1 จำนวน 5 คน ตรวจสอบหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) และความเหมาะสมของภาษา โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาค่าความสอดคล้อง (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 70) ดังนี้

ให้คะแนน +1 แน่ใจรายการในแบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์

ให้คะแนน 0 ไม่แน่ใจรายการในแบบสัมภาษณ์มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์

ให้คะแนน -1 แน่ใจว่ารายการในแบบสัมภาษณ์ไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์

3.6 วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 204)

3.7 นำประเด็นข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแบบสอบถามให้มีความเหมาะสมตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

3.8 เสนอแบบสัมภาษณ์ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง เพื่อขอความเห็นชอบก่อนนำไปใช้จริง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth interview) ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการประสาน และสัมภาษณ์ด้วยตนเอง บันทึกข้อมูลโดยการจดบันทึกหรือบันทึกเทป และนำมาถอดเทปสรุปวิเคราะห์ ประเด็นการสัมภาษณ์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลทั้งหมด มาทำการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 2.1 ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการศึกษาผลการวิเคราะห์จากขั้นตอนที่ 1 มากำหนดเป็นกรอบแนวความคิด
2. ออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กำหนดประเด็นสำคัญขององค์ประกอบของรูปแบบ
3. ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหาเนื้อหา/สาระการเรียนรู้ 4) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5) การวัดและประเมินผล
4. นำร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความถูกต้อง ความสมบูรณ์ และการใช้ภาษา
5. ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข จัดทำร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นที่ 2.2 ตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แหล่งข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน ได้แก่ ด้านหลักสูตร จำนวน 2 คน ด้านการวัดผล จำนวน 3 คน ด้านการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 คน กำหนดคุณสมบัติโดยมีความรู้ประสบการณ์ในแต่ละด้าน อย่างน้อย 10 ปี หรือมีวิทยฐานะผู้เชี่ยวชาญ หรือมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบตรวจสอบรูปแบบด้านความเหมาะสมและด้านความเป็นไปได้

3. การสร้างเครื่องมือ ดำเนินการดังนี้

3.1 นำร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาเป็นกรอบในการสร้างประเด็นการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)

3.2 นำร่างรูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1 จำนวน 5 คน ตรวจสอบหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) และความเหมาะสมของภาษา โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาค่าความสอดคล้อง (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 70) ดังนี้

ให้คะแนน +1 แน่ใจในรายประเด็นสัมมนามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 ไม่แนใจในรายประเด็นสัมมนามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 แน่ใจว่าในรายประเด็นสัมมนาไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

3.3 วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 209)

3.4 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.5 จัดทำแบบตรวจสอบรูปแบบด้านความเหมาะสมและด้านความเป็นไปได้

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบที่พัฒนาขึ้น มีรายละเอียดในการดำเนินการ ดังนี้

4.1 ดำเนินการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) เพื่อประเมินด้านความเหมาะสมและด้านความเป็นไปได้ ซึ่งประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน ได้แก่ ด้านหลักสูตร จำนวน 2 คน ด้านการวัดผล จำนวน 3 คน ด้านการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 คน กำหนดคุณสมบัติโดยมีความรู้ประสบการณ์ในแต่ละด้าน อย่างน้อย 10 ปี หรือมีวิทยฐานะเชี่ยวชาญ หรือมีวุฒิการศึกษา ระดับปริญญาเอก มีรายนามดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รายนามผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 2 จำนวน 7 คน

ที่	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	สถานที่ทำงาน	ความเชี่ยวชาญ
1	ดร.เพ็ญภา แก้วเขียว	รองผู้อำนวยการสำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	การวัดผล
2	ดร.เปรมฤทัย เลิศบำรุงชัย	รองผู้อำนวยการสำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	หลักสูตร
3	ดร.กนก ยนต์ชัย	ผู้อำนวยการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท ปัจจุบัน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ วิทยฐานะเชี่ยวชาญ	หลักสูตร
4	ดร.นพรัตน์ ไม้สนธิ์	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท	การวัดผล
5	ดร.แคทรียา แสงดาวเทียน	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท	การจัดการเรียนรู้
6	นายวัชรพัฐ มะธิตะโน	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท	การจัดการเรียนรู้
7	ดร.เสาวลักษณ์ บุญจันทร์	อดีต ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดทัพหมั่น ปัจจุบัน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาอุทัยธานี เขต 2 วิทยฐานะเชี่ยวชาญ	การวัดผล

4.2 การดำเนินการสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ ในระหว่างการประชุมสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินรายการ และจัดบันทึกการสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ

4.3 ดำเนินการปรับปรุงรูปแบบจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญที่ร่วมสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)

4.4 นำรูปแบบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 2 จำนวน 7 คน เพื่อตรวจสอบโดยใช้เกณฑ์การประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 121)

คะแนน 5 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้มากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้มาก

คะแนน 3 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้น้อย

คะแนน 1 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้น้อยที่สุด

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) มากระทำการจัดการกับข้อมูลและสรุปข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

5.2 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 121)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง ความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง ความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ในระดับน้อยที่สุด

ขั้นที่ 2.3 สร้างเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสอบถามความพึงพอใจ โดยดำเนินการ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรและเอกสารเกี่ยวกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง

ภาคตัดกรวย

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย (1) หัวแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (2) ผลการเรียนรู้ (3) สาระสำคัญ (4) จุดประสงค์การเรียนรู้ (5) สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (7) สาระการเรียนรู้ (8) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (9) สื่อและแหล่งเรียนรู้ (10) การวัดและประเมินผล (11) บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (12) เอกสารประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ใบความรู้ ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดโดยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เวลา 21 ชั่วโมง เมื่อรวมเวลาทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมเวลาเรียน 24 ชั่วโมง รายละเอียดดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา เรียน (ชั่วโมง)
	ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย		1
1	รู้จักวงกลม	1. หาจุดศูนย์กลางและรัศมีของสมการวงกลมรูปแบบมาตรฐานได้	1
2	สมการวงกลม ในรูปแบบทั่วไป	2. หาสมการวงกลมในรูปแบบทั่วไปจากจุดศูนย์กลางและรัศมีที่กำหนดได้ 3. หาจุดศูนย์กลางและรัศมีจากสมการวงกลมในรูปแบบทั่วไปที่กำหนดได้	1
3	การหาสมการวงกลม ตามเงื่อนไขที่กำหนด	4. หาสมการวงกลมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้	1
4	เส้นสัมผัสวงกลม	5. แก้โจทย์ปัญหาเส้นสัมผัสวงกลมได้	1
5	การแก้โจทย์ปัญหาวงกลม	6. แก้โจทย์ปัญหาวงกลมได้	1
6	รู้จักพาราโบลา	7. หาส่วนประกอบของพาราโบลาจากสมการพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้	1
7	สมการพาราโบลา	8. หาสมการพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดและโฟกัสที่กำหนดได้	1
8	การหาสมการพาราโบลา ตามเงื่อนไขที่กำหนด	9. หาสมการพาราโบลาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้	1
9	การแก้โจทย์ปัญหาพาราโบลา	10. แก้โจทย์ปัญหาพาราโบลาได้	1
10	รู้จักวงรี	11. หาส่วนประกอบของวงรีจากสมการวงรีรูปแบบมาตรฐานที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้	1
11	สมการวงรี	12. หาส่วนประกอบของวงรีจากสมการวงรีรูปแบบทั่วไปที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้	1
12	การหาสมการวงรี ตามเงื่อนไขที่กำหนด	13. หาสมการวงรีตามเงื่อนไขที่กำหนดได้	1
13	การแก้โจทย์ปัญหาวงรี	14. แก้โจทย์ปัญหาวงรีได้	1
14	รู้จักไฮเพอร์โบลา	15. หาส่วนประกอบของไฮเพอร์โบลาจากสมการไฮเพอร์โบลารูปแบบมาตรฐานที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้	1

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา เรียน (ชั่วโมง)
15	สมการไฮเพอร์โบลา	16. หาส่วนประกอบของไฮเพอร์โบลา จากสมการไฮเพอร์โบลารูปแบบทั่วไป ที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้	1
16	การหาสมการไฮเพอร์โบลา ตามเงื่อนไขที่กำหนด	17. หาสมการไฮเพอร์โบลาตามเงื่อนไข ที่กำหนดได้	1
17	การแก้โจทย์ปัญหา ไฮเพอร์โบลา	18. แก้โจทย์ปัญหาไฮเพอร์โบลาได้	1
18	รู้จักการเลื่อนกราฟ	19. เลื่อนกราฟจากสมการที่กำหนดได้	1
19	สมการรูปแบบมาตรฐาน ของภาคตัดกรวยที่มี จุดศูนย์กลางหรือจุดยอด อยู่ที่ (h, k)	20. หาส่วนประกอบในกราฟของสมการ รูปแบบมาตรฐานของภาคตัดกรวย ที่มีจุดศูนย์กลางหรือจุดยอดอยู่ที่ (h, k) ที่กำหนดได้	1
20	สมการรูปแบบทั่วไป ของภาคตัดกรวย	21. หาส่วนประกอบในกราฟของสมการ รูปแบบทั่วไปของภาคตัดกรวย ที่มีจุดศูนย์กลางหรือจุดยอดอยู่ที่ (h, k) ที่กำหนดได้	1
21	การแก้โจทย์ปัญหา ภาคตัดกรวย	22. แก้โจทย์ปัญหาภาคตัดกรวยได้	1
ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย			1
ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย			1
รวม			24

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1 จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 121)

คะแนน 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.5 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งกำหนดเกณฑ์ โดยการใช้การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 121)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ซึ่งผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยรวม พบว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.93$, S.D. = .06) (รายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 220-262)

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ นำมาทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1.6.1 ทดลองครั้งที่ 1 แบบรายบุคคล (1: 1) โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านไร่วิทยา จำนวน 3 คน โดยคัดเลือกนักเรียน กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 1 คน เพื่อหาความเหมาะสมของเวลา ภาษาและสื่อ ที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมการเรียน ชักถามปัญหา ในระหว่าง วันที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ถึง 20 ธันวาคม พ.ศ. 2565 สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง ผลการหา ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 78.61/78.89 ยังไม่เป็นตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ ไปปรับปรุงความยากง่ายของเนื้อหา และปรับภาษาที่ใช้ให้เข้าใจได้ง่าย (รายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 264)

1.6.2 ทดลองครั้งที่ 2 แบบรายบุคคล (1: 10) โดยทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านไร่วิทยา จำนวน 9 คน โดยคัดเลือก นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 3 คน เพื่อหาความเหมาะสมของเวลา ภาษา และสื่อที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมการเรียน ชักถามปัญหาในระหว่าง วันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2565 ถึง 27 มกราคม พ.ศ. 2566 สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง ผลการหาประสิทธิภาพ กลุ่มเล็กได้ค่า E_1/E_2 เท่ากับ 79.78/79.91 ยังไม่เป็นตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ กำหนดเวลาให้สอดคล้องกับเนื้อหา รวมถึงให้ปรับปรุงโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มีภาษา ที่มีความชัดเจน (รายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 265-266)

1.6.3 ทดลองครั้งที่ 3 แบบรายบุคคล (1: 100) โดยทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบ้านไร่วิทยา จำนวน 30 คน โดยคัดเลือก นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 10 คน เพื่อหาความเหมาะสมของเวลา ภาษา และสื่อที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมการเรียน ชักถามปัญหา ในระหว่างวันที่ 30 มกราคม พ.ศ. 2566 ถึง 7 มีนาคม พ.ศ. 2566 สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง ผลการหา ประสิทธิภาพกลุ่มเล็กได้ค่า E_1/E_2 เท่ากับ 82.48/82.95 (รายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 267-270)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรและเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 วิเคราะห์เนื้อหา ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้มีความตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

2.3 จัดทำผังการสร้างข้อสอบ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด รายละเอียดดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ผังการสร้างข้อสอบ เรื่อง ภาคตัดกรวย จำนวน 50 ข้อ

จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม						รวมจำนวนข้อ
	ความรู้ที่เกิดจากการจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์	
1. หาจุดศูนย์กลางและรัศมีของสมการวงกลมรูปแบบมาตรฐานได้		2					2
2. หาสมการวงกลมในรูปแบบทั่วไปจากจุดศูนย์กลางและรัศมีที่กำหนดได้		2					2
3. หาจุดศูนย์กลางและรัศมีจากสมการวงกลมในรูปแบบทั่วไปที่กำหนดได้		2					2
4. หาสมการวงกลมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้			3				3
5. แก้โจทย์ปัญหาเส้นสัมผัสวงกลมได้				2			2
6. แก้โจทย์ปัญหาวงกลมได้			1	1			2
7. หาส่วนประกอบของพาราโบลาจากสมการพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้		2					2
8. หาสมการพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดและโฟกัสที่กำหนดได้		2					2
9. หาสมการพาราโบลาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้			2				2
10. แก้โจทย์ปัญหาพาราโบลาได้			1	1			2
11. หาส่วนประกอบของวงรีจากสมการวงรีรูปแบบมาตรฐานที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้		2					2
12. หาส่วนประกอบของวงรีจากสมการวงรีรูปแบบทั่วไปที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้		2					2

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม					
	ความรู้ที่เกิดจากการจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์
13. หาสมการวงรีตามเงื่อนไขที่กำหนดได้			2			2
14. แก้โจทย์ปัญหาวงรีได้			1	1		2
15. หาส่วนประกอบของไฮเพอร์โบลา จากสมการไฮเพอร์โบลารูปแบบมาตรฐาน ที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้		2				2
16. หาส่วนประกอบของไฮเพอร์โบลา จากสมการไฮเพอร์โบลารูปแบบทั่วไป ที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้		2				2
17. หาสมการไฮเพอร์โบลาตามเงื่อนไข ที่กำหนดได้			2			2
18. แก้โจทย์ปัญหาไฮเพอร์โบลาได้			1	1		2
19. เลื่อนกราฟจากสมการที่กำหนดได้		2				2
20. หาส่วนประกอบในกราฟของสมการ รูปแบบมาตรฐานของภาคตัดกรวย ที่มีจุดศูนย์กลางหรือจุดยอดอยู่ที่ (h, k) ที่กำหนดได้		2				2
21. หาส่วนประกอบในกราฟของสมการ รูปแบบทั่วไปของภาคตัดกรวยที่มีจุดศูนย์กลาง หรือจุดยอดอยู่ที่ (h, k) ที่กำหนดได้				2		2
22. แก้โจทย์ปัญหาภาคตัดกรวยได้			2	5		7
รวมจำนวนข้อ		22	15	13		50

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1 จำนวน 5 คน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 70)

ให้คะแนน +1 แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
 ให้คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
 ให้คะแนน -1 แน่ใจว่าข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

2.6 วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) พบว่ามีค่า IOC ระหว่าง .80-1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ หน้า 297-298)

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน

2.8 วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย .80 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .27-.40 จำนวน 30 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ หน้า 299-300) ได้ข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ผังการแสดงการคัดเลือกข้อสอบ เรื่อง ภาคตัดกรวย จำนวน 30 ข้อ

จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม					
	ความรู้ที่เกิดจากการจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์
1. หาจุดศูนย์กลางและรัศมีของสมการวงกลมรูปแบบมาตรฐานได้		1				
2. หาสมการวงกลมในรูปแบบทั่วไปจากจุดศูนย์กลางและรัศมีที่กำหนดได้		1				
3. หาจุดศูนย์กลางและรัศมีจากสมการวงกลมในรูปแบบทั่วไปที่กำหนดได้		1				
4. หาสมการวงกลมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้			1			
5. แก้โจทย์ปัญหาเส้นสัมผัสวงกลมได้				1		
6. แก้โจทย์ปัญหาวงกลมได้			1	1		
7. หาส่วนประกอบของพาราโบลาจากสมการพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้		1				
8. หาสมการพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดและโฟกัสที่กำหนดได้		1				
						รวมจำนวนข้อ

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม					
	ความรู้ที่เกิดจากการจำ	ความเข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์
9. หาสมการพาราโบลาตามเงื่อนไขที่กำหนดได้			1			1
10. แก้โจทย์ปัญหาพาราโบลาได้			1	1		2
11. หาส่วนประกอบของวงรีจากสมการวงรี รูปแบบมาตรฐานที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้	1					1
12. หาส่วนประกอบของวงรีจากสมการวงรี รูปแบบทั่วไปที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้	1					1
13. หาสมการวงรีตามเงื่อนไขที่กำหนดได้			1			1
14. แก้โจทย์ปัญหาวงรีได้			1	1		2
15. หาส่วนประกอบของไฮเพอร์โบลา จากสมการไฮเพอร์โบลา รูปแบบมาตรฐาน ที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้	1					1
16. หาส่วนประกอบของไฮเพอร์โบลา จากสมการไฮเพอร์โบลา รูปแบบทั่วไป ที่มีจุดยอดอยู่ที่จุดกำเนิดได้	1					1
17. หาสมการไฮเพอร์โบลาตามเงื่อนไข ที่กำหนดได้			1			1
18. แก้โจทย์ปัญหาไฮเพอร์โบลาได้			1	1		2
19. เลื่อนกราฟจากสมการที่กำหนดได้	1					1
20. หาส่วนประกอบในกราฟของสมการ รูปแบบมาตรฐานของภาคตัดกรวย ที่มีจุดศูนย์กลางหรือจุดยอดอยู่ที่ (h, k) ที่กำหนดได้	1					1
21. หาส่วนประกอบในกราฟของสมการ รูปแบบทั่วไปของภาคตัดกรวยที่มีจุดศูนย์กลาง หรือจุดยอดอยู่ที่ (h, k) ที่กำหนดได้				1		1
22. แก้โจทย์ปัญหาภาคตัดกรวยได้			2	3		5
รวมจำนวนข้อ	11	10	9			30

2.9 นำข้อสอบที่คัดเลือก จำนวน 30 ข้อ วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีของ Kuder-Richardson สูตร KR20 ได้ค่าความเชื่อมั่น .81 (รายละเอียดในภาคผนวก ฉ หน้า 301-303)

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรและเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2 วิเคราะห์เนื้อหา ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์ให้มีความตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ และสร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C

องค์ประกอบของ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
ทำความเข้าใจปัญหา (D: Define the problem)	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	เข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน เข้าใจปัญหาได้น้อยมาก หรือไม่เข้าใจปัญหา
รวบรวมข้อมูล (C: Collect the data)	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	รวบรวมข้อมูลถูกต้องทั้งหมด รวบรวมข้อมูลถูกต้องบางส่วน รวบรวมข้อมูลได้น้อยมาก หรือรวบรวมข้อมูลไม่ได้
วางแผนการแก้ปัญหา (P: Plan the solution)	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	วางแผนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ชัดเจน วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม หรือไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้
ดำเนินการตามแผน (C: Carry out the plan)	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง ดำเนินการ หรือไม่สามารถแก้ปัญหาได้
ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา (C: Check the solution results)	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	มีการตรวจสอบและสรุปได้ถูกต้องสมบูรณ์ มีการตรวจคำตอบแต่ไม่มีการสรุปคำตอบ ไม่มีการตรวจคำตอบและสรุปคำตอบ

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1 จำนวน 5 คน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 70)

ให้คะแนน +1 แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 ไม่แน่ว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 แน่ใจว่าข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

3.5 วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 320)

3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน

3.7 วิเคราะห์ดัชนีความยาก (IDiff) และดัชนีอำนาจจำแนก (IDisc) ของข้อสอบ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 50 แล้วคัดเลือกข้อสอบ ได้ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความยาก (IDiff) ระหว่าง .54 - .61 และดัชนีอำนาจจำแนก (IDisc) .34 -.46 จำนวน 4 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 321)

3.8 นำข้อสอบที่คัดเลือก จำนวน 4 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ .84 (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 322-323)

4. แบบสอบถามความพึงพอใจ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

4.2 กำหนดนิยามศัพท์ ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) จำนวน 20 ข้อ

4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1 จำนวน 5 คน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 70)

ให้คะแนน +1 แน่ใจว่ารายการในการสอบถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์

ให้คะแนน 0 ไม่แน่ว่ารายการในการสอบถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์

ให้คะแนน -1 แน่ใจว่ารายการในการสอบถามไม่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์

4.5 วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) พบว่ามีค่า IOC ระหว่าง 0.80-1.00 (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 347-348)

4.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความพึงพอใจตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน

4.7 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามโดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ .81 (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 349-351)

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

5.1. ค่าสถิติพื้นฐาน

5.1.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 122)

$$p = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ p แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

5.1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic mean) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 123-124)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

5.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้สูตร ดังนี้ (พิสนุ พงศ์ศรี, 2551, น. 165)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียน

5.1.4 ความแปรปรวน (Variance) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 127-128)

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

Σ แทน ผลรวม

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบ

5.2.1 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คำนวณจากสูตร (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, น. 244-245)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

ΣR แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

5.2.2 ค่าระดับความยากรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 97)

$$P = \frac{Ru + RL}{2f}$$

เมื่อ p แทน ค่าระดับความยาก

f แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ (ซึ่งเท่ากัน)

Ru แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

RL แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

5.2.3 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 98)

$$r = \frac{Ru - RL}{f}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

f แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ (ซึ่งเท่ากัน)

Ru แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

RL แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

5.2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณจากสูตร KR20 (Kuder- Richardson) (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 103-104)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\Sigma pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{R}{N}$

เมื่อ R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น

และ N แทน จำนวนผู้สอบ

q แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ เท่ากับ $1-p$

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

5.2.5 ดัชนีความยากรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร ดังนี้ (Scannell and Tracy, 1975, p. 223)

$$IDiff = \frac{S_H + S_L - (n_T)X_{min}}{n_T(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ S_H แทน คะแนนรวมรายข้อของกลุ่มที่ได้คะแนนสูง
 S_L แทน คะแนนรวมรายข้อของกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ
 n_T แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์
 X_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่ผู้สอบทำได้
 X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่ผู้สอบทำได้

5.2.6 ดัชนีอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร ดังนี้ (Scannell and Tracy, 1975, p. 228)

$$IDisc = \frac{S_H - S_L}{n_H(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ S_H แทน คะแนนรวมรายข้อของกลุ่มที่ได้คะแนนสูง
 S_L แทน คะแนนรวมรายข้อของกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ
 n_H แทน จำนวนผู้สอบที่อยู่ในกลุ่มสูง
 X_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่ผู้สอบทำได้
 X_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่ผู้สอบทำได้

5.2.7 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คำนวณจากวิธีของ Cronbach (Cronbach, 1971, p.123) เรียกว่า สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
 $\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

5.3 ค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีแนวทางการคำนวณ ดังนี้
(ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น. 10-11)

5.3.1 การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

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

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

5.3.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) จากค่าเฉลี่ยของร้อยละ E_{21}

และ E_{22}

5.3.2.1 การคำนวณจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$E_{21} = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \text{ หรือ } \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_{21} แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

5.3.2.2 การคำนวณจากการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

$$E_{22} = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \text{ หรือ } \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_{22} แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

N แทน จำนวนผู้เรียน

5.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจ

5.4.1 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตร ดังนี้ (วาโร พึงสวัสดิ์, 2551, น. 244-245)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

5.4.2 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ คำนวณจากวิธีของ Cronbach (Cronbach, 1971, p.123) เรียกว่า สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

ขั้นที่ 2.4 สร้างคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดำเนินการกำหนดองค์ประกอบของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย (1) คำชี้แจงการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (2) ทฤษฎีการเรียนรู้กับการนำมาประยุกต์ใช้ (3) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (4) บทบาทครู บทบาทนักเรียน (5) กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (6) แผนการจัดการเรียนรู้ และภาคผนวก ซึ่งประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบสอบถามความพึงพอใจ และการใช้งานโปรแกรม GeoGebra หรือ GeoGebra Web

2. สร้างคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตามองค์ประกอบที่กำหนด

3. นำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1 จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 121)

คะแนน 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

4. นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งกำหนดเกณฑ์ โดยใช้การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 121)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

5. จัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนนี้เป็นการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสมไปใช้ในสถานการณ์จริง เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของรูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านไร่วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 157 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบ้านไร่วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท จำนวน 40 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. แบบแผนการทดลอง ในการทดลองผู้วิจัยใช้การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยทำการทดลองกับตัวอย่างกลุ่มเดียว (The one group pretest-posttest design) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้ (ผ่องพรรณ ทรัพย์มงคล และ สุภาพ ฉัตรภรณ์, 2555, น. 57-60)

ตารางที่ 3.7 แบบแผนการทดลอง

ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
T ₁	X	T ₂

เมื่อ T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

X แทน การทดลอง (Treatment)

T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย
 - 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้
 - 3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างวันที่ 29 มกราคม 2567 ถึง วันที่ 8 มีนาคม 2567 สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง โดยดำเนินการดังนี้
 - 4.1 ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงวิธีการและดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 - 4.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และตรวจสอบคุณภาพแล้วไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนเป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 1 ชั่วโมง จากนั้นบันทึกคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน
 - 4.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางไว้ จำนวน 21 ชั่วโมง โดยบันทึกคะแนนระหว่างเรียนแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้
 - 4.4 เมื่อดำเนินการจัดการเรียนการรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) จำนวน 1 ชั่วโมง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียน แล้วบันทึกคะแนน
 - 4.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปทดสอบนักเรียนหลังเรียน จำนวน 1 ชั่วโมง
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
 - 5.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80
 - 5.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที่ t-test แบบ Dependent samples
 - 5.3 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้ t-test แบบ One-tailed test
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย
 - 6.1. ค่าสถิติพื้นฐาน
 - 6.1.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 122)

$$p = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ p แทน ร้อยละ
f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นร้อยละ
N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

6.1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic mean) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 123-124)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดในกลุ่ม
 N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

6.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้สูตร ดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2551, น. 165)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X แทน คะแนน
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum x)^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียน

6.1.4 ความแปรปรวน (Variance) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 127-128)

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวน
 X แทน คะแนนแต่ละตัว
 N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม
 $\sum$ แทน ผลรวม

6.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

6.2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ Dependent samples โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 133)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
 D แทน ผลต่างระหว่างคู่คะแนน
 n แทน จำนวนผู้เรียน

6.2.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้ t-test แบบ One-tailed test โดยใช้สูตร ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553, น. 141)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
 $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย
 μ แทน เกณฑ์ 80% ของค่าเฉลี่ยที่ตั้งขึ้น
 s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 n แทน จำนวนผู้เรียน

6.3 ค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีแนวทางการคำนวณดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น. 10-11)

6.3.1 การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{X}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน คะแนนรวมของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
 A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

6.3.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) จากค่าเฉลี่ยของร้อยละ E_{21}

และ E_{22}

6.3.2.1 การคำนวณจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$E_{21} = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_{21} แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
 N แทน จำนวนผู้เรียน

6.3.2.2 การคำนวณจากการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

$$E_{22} = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_{22} แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

N แทน จำนวนผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีรายละเอียด ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านไร่วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 157 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบ้านไร่วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท จำนวน 40 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากสิ้นสุดการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมความคิดเห็นจากนักเรียน ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วัดระดับความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุกระจาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

5.1 ค่าสถิติพื้นฐาน

5.1.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic mean) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2560, น. 123-124)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

5.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้สูตร ดังนี้ (พิสนุ พองศรี, 2551, น. 165)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยใช้วิธีดำเนินการวิจัย ในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 3 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีข้อค้นพบและรายละเอียด ดังนี้

1. ผลการศึกษาผลการประเมินในรอบการประเมินของ PISA 2018 โดยการประเมินของ PISA 2018 นั้น เป็นการวัดทางด้านความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย สถานการณ์ของปัญหา ใช้หลักการและกระบวนการในการแก้ปัญหา ทัศนคติและประเมินผลลัพธ์ พบว่า ผลการประเมินของไทยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD โดยผลการประเมินของ PISA 2018 ของไทยนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์อยู่ที่ 419 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD

489 คะแนน) ซึ่งให้เห็นว่า นักเรียนไทยยังมีความรู้และทักษะที่ไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง

2. ผลการศึกษาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O - NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านไร่วิทยา ปีการศึกษา 2562-2564 จากสำนักทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ (องค์การมหาชน) คะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนบ้านไร่วิทยา ในปีการศึกษา 2562-2564 นั้น คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ระดับสังกัด และระดับจังหวัด ทั้ง 3 ปีการศึกษา

3. ผลการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พบว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้ และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษา ต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ มุ่งให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้ (1) ความสามารถในการสื่อสาร (2) ความสามารถในการคิด (3) ความสามารถในการแก้ปัญหา (4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

4. ผลการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม พบว่า จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มี 4 สาระ คือ สาระจำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น รวมทั้งแคลคูลัส โดย เรื่อง ภาคตัดกรวย อยู่ในสาระการวัดและเรขาคณิต มีผลการเรียนรู้ คือ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

5. ผลการศึกษาผลการประเมินคุณภาพนักเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนบ้านไร่วิทยา ปีการศึกษา 2564 ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70.96 หากพิจารณาแยกตามหน่วยการเรียนรู้ พบว่า หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย เมื่อเทียบกับหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนน้อยที่สุด คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 66.85 และมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยรวมของรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ซึ่งเป็นสัญญาณบ่งบอกว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีปัญหาในการเรียนรู้เนื้อหาส่วนนี้และควรเร่งพัฒนา

6. ผลการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ ได้ศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้โดยมีผลการศึกษา ดังนี้

6.1 ผลการศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget พบว่า หลักการจัดการเรียนรู้ ต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนเป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ 4 ขั้น คือ (1) ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (2) ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (3) ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (4) ขั้นการคิดแบบนามธรรม โดยแต่ละขั้นจะมีลักษณะเฉพาะของการคิดและการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ให้โอกาสนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการสำรวจและค้นพบ ใช้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ช่วยให้เด็กสร้างความเข้าใจที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6.2 ผลการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Brunner พบว่า หลักการจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดจากการค้นพบของนักเรียนเอง โดยนักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อได้ลงมือทำและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอด หรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม จัดกิจกรรมที่เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียน ขั้นตอนการเรียนรู้ออกเป็น 3 ขั้น คือ (1) ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (2) ขั้นการเรียนรู้จากความคิด (3) ขั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

6.3 ผลการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ของ Maslow พบว่า หลักในการจัดการเรียนรู้ให้ความสำคัญกับแรงจูงใจของมนุษย์ โดยมองว่ามนุษย์ทุกคนมีความต้องการพื้นฐานตามธรรมชาติที่เรียงลำดับกัน 5 ขั้น คือ (1) ขั้นความต้องการทางร่างกาย (2) ขั้นความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (3) ขั้นความต้องการความรัก (4) ขั้นความต้องการยอมรับและการยกย่องจากสังคม (5) ขั้นความต้องการที่จะพัฒนาศักยภาพของตนอย่างเต็มที่ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ตรงตามความสนใจและท้าทายความสามารถของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และมุ่งสู่ความสำเร็จ

6.4 ผลการศึกษาทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของ Thorndike พบว่า หลักในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการลองผิดลองถูก และการเสริมแรงที่ได้รับจากการกระทำนั้น ๆ โดยมีกฎการเรียนรู้ คือ กฎแห่งความพร้อม กฎแห่งการฝึกหัด กฎแห่งผล โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองและค้นพบด้วยตนเอง นักเรียนได้ฝึกฝน เมื่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่เรียนเรียบร้อยแล้ว ครูควรให้นักเรียนได้มีโอกาสได้นำสิ่งที่เรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือในสถานการณ์ต่าง ๆ

6.5 ผลการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ของ Roger พบว่า หลักในการจัดการเรียนรู้เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งครูจะต้องเป็นผู้ที่มีความเชื่อศรัทธาในความเป็นคนของนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกวิธีการที่จะเรียนเอง ครูควรเป็นที่ปรึกษาที่ดีในการจัดการเรียนรู้และสร้างบรรยากาศในการเรียนที่อบอุ่นและเป็นกันเองเป็นมิตรที่ดี เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระทางความคิดและมีบทบาทหรือส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด

7. ผลการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบแผนที่ครูนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยอาศัยปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด วิธีการจัดการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้ที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบ รูปแบบการจัดการเรียนจะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 1.2 ผลการศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการสัมภาษณ์ครู

ผลการสัมภาษณ์ครูคณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านไร่วิทยา ที่มีประสบการณ์สอน เรื่อง ภาคตัดกรวย จำนวน 6 คน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง จำนวนตามประเด็น 6 ข้อ โดยครูมีความคิดเห็นต่อประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ปัญหาในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย จากการสัมภาษณ์ครู พบว่า ปัญหาหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (1) นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานและการเชื่อมโยงความรู้ ทำให้เมื่อเข้าสู่เนื้อหาใหม่ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ เกิดความสับสน ไม่เข้าใจในเนื้อหา ทำให้การเรียนรู้ใช้เวลานานและเป็นไปได้ยาก (2) ครูใช้วิธีการสอนที่เน้นการบรรยาย การสอนเน้นการบรรยายและยกตัวอย่าง ทำให้นักเรียนขาดโอกาสได้ลงมือปฏิบัติการเรียนรู้แบบเดิม ๆ ทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและขาดแรงจูงใจ อีกทั้งนักเรียนไม่เห็นประโยชน์ของการเรียนรู้วิชานั้น ๆ (3) ขาดทักษะการแก้ปัญหา นักเรียนไม่เข้าใจขั้นตอนในการแก้ปัญหา นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ โจทย์และหาแนวทางในการแก้ปัญหาไม่ได้ ส่งผลทำให้นักเรียนขาดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เมื่อเจอปัญหาใหม่ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้เดิมมาแก้ไขปัญหาได้

ประเด็นที่ 2 ปัญหาในด้านสื่อเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย จากการสัมภาษณ์ครู พบว่า ปัญหาหลักที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (1) สื่อการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับความต้องการและความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้ง (2) สื่อที่นำมาใช้มีรูปแบบจำกัด ทำให้การเรียนรู้น่าเบื่อและขาดความน่าสนใจ นักเรียนจึงไม่มีแรงจูงใจที่จะเรียนรู้ต่อเนื่อง (3) สื่อการเรียนรู้ไม่ทันสมัย ไม่สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ (4) สื่อการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะเนื้อหาที่ซับซ้อน ประกอบกับแบบฝึกหัดส่วนใหญ่ที่เน้นให้นักเรียนหาคำตอบ ไม่ได้เน้นให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการคิดและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประเด็นที่ 3 ปัญหาในด้านการวัดผลและประเมินผลที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย จากการสัมภาษณ์ครู พบว่า ปัญหาหลักในด้านการวัดผลและประเมินผลที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (1) เครื่องมือวัดและประเมินผลไม่หลากหลายและไม่สอดคล้องกับนักเรียน รวมถึงมีรูปแบบจำกัด ทำให้นักเรียนไม่สามารถแสดงความสามารถได้อย่างเต็มที่ และไม่สอดคล้องกับความแตกต่างของนักเรียนแต่ละคน ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าการวัดและประเมินผลไม่เป็นธรรม (2) เครื่องมือวัดไม่ครอบคลุมวัตถุประสงค์ เครื่องมือวัดไม่สามารถวัดทักษะและความสามารถของนักเรียนได้ครบถ้วน รวมถึงไม่สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ (3) เครื่องมือวัดไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ข้อสอบปรนัยจำกัดโอกาสในการแสดงออก เป็นการเน้นที่คำตอบ ไม่สามารถวัดกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการแสดงความคิดสร้างสรรค์และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ (4) การวัดไม่สม่ำเสมอ ทำให้นักเรียนลืมนเนื้อหา รวมถึงไม่รู้ว่ส่วนไหนที่ต้องปรับปรุงหรือไม่เข้าใจ ทำให้การเรียนรู้ไม่สามารถพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประเด็นที่ 4 แนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย จากการสัมภาษณ์ครู พบว่า แนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (1) เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ จัดกิจกรรมทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่เพื่อให้นักเรียนเกิดความพร้อมในการเรียนรู้ จัดกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (2) ออกแบบกิจกรรมที่สอดคล้องกับนักเรียน จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง จัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการเรียนรู้ จัดกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อตอบสนองความแตกต่างของนักเรียน (3) ส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ จัดกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเรียนรู้ร่วมกัน สร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการแสดงความคิดเห็น และการอภิปราย สร้างโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง

ประเด็นที่ 5 แนวทางการใช้สื่อเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย จากการสัมภาษณ์ครู พบว่า แนวทางการใช้สื่อเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (1) สื่อต้องสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ สื่อต้องถูกออกแบบมาเพื่อสนับสนุนเนื้อหาที่สอนและบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ นำเสนอเนื้อหาได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (2) สื่อต้องทันสมัยและน่าสนใจ สื่อต้องมีความน่าสนใจและทันสมัย เพื่อดึงดูดให้นักเรียนอยากเรียนรู้ สามารถเข้าถึงได้ง่าย เช่น สื่อออนไลน์ เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา (3) สื่อต้องเป็นรูปธรรมและมีส่วนร่วม สื่อควรมีภาพประกอบหรือสื่อที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพและเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ควรออกแบบให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ สื่อควรมีแบบฝึกหัดที่ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนกระบวนการคิดและแก้ปัญหา 4) สื่อควรมีฟังก์ชันที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมและสามารถตรวจสอบคำตอบหรือผลลัพธ์ของตนเองได้ เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้จากข้อผิดพลาดและปรับปรุงตนเองได้

ประเด็นที่ 6 แนวทางในการวัดผลและประเมินผลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย จากการสัมภาษณ์ครู พบว่า แนวทางในการวัดผลและประเมินผลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (1) ออกแบบการวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับนักเรียนและหลากหลาย ไม่จำกัดอยู่แค่ข้อสอบปรนัย ควรมีกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้แสดงออกในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การนำเสนอ การอภิปราย เครื่องมือวัดควรออกแบบมาให้เหมาะสมกับความแตกต่างของนักเรียนแต่ละคน ทั้งในด้านความสามารถและความสนใจ (2) เครื่องมือวัดครอบคลุมวัตถุประสงค์ เครื่องมือวัดควรครอบคลุมทั้งความรู้ ความเข้าใจ ทักษะ และเจตคติ เพื่อให้ได้ภาพรวมของความสามารถของนักเรียน และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ (3) วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเครื่องมือวัดควรเน้นการวัดกระบวนการคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ไม่ใช่แค่เน้นคำตอบที่ถูกต้อง โดยเป็นข้อสอบแบบอัตนัย ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้แสดงวิธีคิด และกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างละเอียด

ขั้นที่ 1.3 การศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการสัมภาษณ์นักเรียน

ผลการสัมภาษณ์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านไร่วิทยา ห้องละ 3 คน ซึ่งมีจำนวน 12 ห้องเรียน รวมนักเรียนที่สัมภาษณ์ 36 คน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง จำแนกตาม ประเด็น 6 ข้อ โดยนักเรียนมีความคิดเห็นต่อประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า ปัญหาหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (1) ปัญหาในการทบทวนความรู้เดิม ครูไม่เชื่อมโยงเนื้อหาเดิมกับเนื้อหาใหม่ ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจความต่อเนื่องของบทเรียน การทบทวนด้วยการบรรยายเพียงอย่างเดียวทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายและขาดความสนใจ การทบทวนที่รวดเร็วทำให้นักเรียนไม่ทันและไม่เข้าใจเนื้อหาเดิมอย่างถ่องแท้ ผลจากการทบทวนที่ไม่เพียงพอ ทำให้นักเรียนขาดความพร้อมในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ (2) ครูใช้วิธีการสอนที่เน้นการบรรยาย ขาดโอกาสได้ลงมือปฏิบัติการใช้คำอธิบายที่ยาก ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหา ทำให้ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริง (3) กิจกรรมการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่งผลทำให้นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ และไม่สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

ประเด็นที่ 2 ปัญหาในด้านสื่อเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า ปัญหาหลักเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (1) สื่อไม่เอื้อต่อการเข้าใจเนื้อหา สื่อที่ใช้ไม่สามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหา สื่อที่ใช้ขาดความน่าสนใจ ไม่สามารถตอบสนองความต้องการที่แตกต่างของนักเรียนได้ (2) สื่อไม่สนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง สื่อที่ใช้ไม่มีฟังก์ชันตรวจสอบคำตอบ ทำให้นักเรียนไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ด้วยตนเอง แบบฝึกหัดประกอบการเรียนรู้ ขาดการแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง (3) สื่อไม่สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน ไม่ทันสมัยและไม่สอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน และเน้นการรับรู้ข้อมูลเพียงอย่างเดียว ไม่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ประเด็นที่ 3 ปัญหาในด้านการวัดผลและประเมินผลที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์นักเรียนพบว่า ปัญหาหลักในการวัดผลและประเมินผลที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (1) การวัดเน้นความจำมากกว่าทักษะ การวัดเน้นเพียงความจำ ทำให้นักเรียนขาดแรงจูงใจในการพัฒนาทักษะอื่น ๆ เช่น การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และวัดไม่ครอบคลุมทักษะที่สำคัญอื่น ๆ นอกเหนือจากความจำ (2) เครื่องมือวัดไม่หลากหลาย ไม่สอดคล้องกับนักเรียนไม่ครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งข้อสอบส่วนใหญ่เน้นความจำ ไม่สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ได้ (3) การจัดการเวลาและเกณฑ์การประเมินไม่ชัดเจน ปริมาณข้อสอบและเวลาที่กำหนดไม่สัมพันธ์กัน ทำให้นักเรียนทำข้อสอบไม่เสร็จตามกำหนดเวลา เกณฑ์การประเมินไม่ชัดเจน ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจว่าต้องทำอะไรบ้าง การวัดที่บ่งชี้เกินไปหรือห่างเกินไปส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประเด็นที่ 4 แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย จากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องการ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (1) จัดการเรียนรู้โดยให้มีการทบทวนความรู้เดิม ซึ่งเป็นการทบทวนก่อนเรียนทุกครั้ง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจพื้นฐานของนักเรียน และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นความสนใจและความอยากรู้อยากเห็น อธิบายเพิ่มเติมสำหรับผู้ที่ยังไม่เข้าใจ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน (2) จัดกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและแก้ไขปัญหาาร่วมกัน (3) อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มีความชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอนในการแก้ปัญหา ให้มีการนำเสนอแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและสะท้อนการเรียนรู้ในชั้นเรียน (4) เชื่อมโยงกับชีวิตจริง โดยยกตัวอย่างสถานการณ์ใกล้ตัว เพื่อให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการเรียนรู้และนำไปใช้ในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้

ประเด็นที่ 5 แนวทางการใช้สื่อเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย จากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า แนวทางการใช้สื่อที่นักเรียนต้องการ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ (1) สื่อต้องสอดคล้องกับเนื้อหาและเข้าใจง่าย นำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่มองเห็นเป็นรูปธรรม เข้าใจได้ง่าย ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและสื่อควรมีความทันสมัยเพื่อดึงดูดความสนใจและตอบสนองความต้องการของนักเรียนในยุคปัจจุบัน (2) สื่อต้องสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเองตรวจสอบผลลัพธ์ได้ ควรมีฟังก์ชันที่ช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบหรือผลลัพธ์ของตนเองได้ เพื่อให้นักเรียนรู้จักการเรียนรู้แบบค้นพบ มีกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ (3) สื่อต้องมีความต่อเนื่อง โดยใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด ควรมีความเชื่อมโยงกันและสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน มีกระบวนการ ขั้นตอนที่ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประเด็นที่ 6 แนวทางในการวัดผลและประเมินผลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการสัมภาษณ์นักเรียน พบว่า แนวทางการวัดผลและประเมินผลที่นักเรียนต้องการ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา มีดังนี้ (1) ความหลากหลายและความน่าสนใจของการวัดผล การวัดผลไม่ควรจำกัดอยู่เพียงข้อสอบแบบเลือกตอบ ควรมีรูปแบบการวัดที่หลากหลาย เช่น การนำเสนอ การอภิปราย มีความน่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากทำ (2) ความเหมาะสมของแบบทดสอบมีความยากง่ายที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน เวลาในการทำแบบทดสอบควรเพียงพอต่อการทำข้อสอบให้เสร็จตามกำหนดเวลา (3) เน้นการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยควรเป็นข้อสอบแบบอัตนัยจะได้แนะนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างละเอียด

ใช้ Rubric ในการประเมินจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกณฑ์การประเมินได้ชัดเจน และสามารถวางแผนการทำข้อสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานและการเชื่อมโยงความรู้ เมื่อเข้าสู่เนื้อหาใหม่ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ รวมถึงการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายเป็นหลัก นักเรียนเบื่อหน่าย และขาดแรงจูงใจ นักเรียนขาดโอกาสได้ลงมือปฏิบัติ นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์และหาแนวทางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ และไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ อีกทั้งครูใช้สื่อที่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา ไม่ทันสมัย และไม่สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน ซึ่งแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ควรจัดการเรียนรู้โดยมีการทบทวนความรู้เดิม เพื่อให้นักเรียนมีความพร้อมในการเรียนรู้ ใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ที่ทันสมัย สอดคล้องกับเนื้อหา และความต้องการของนักเรียน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและจัดการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ รวมถึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้มีส่วนร่วม ในกิจกรรมการเรียนรู้ มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสะท้อนการเรียนรู้ ส่งผลทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 2.1 ผลการร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยสังเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ทฤษฎีการเรียนรู้และการนำมาประยุกต์ใช้

ทฤษฎีการเรียนรู้	การนำมาประยุกต์ใช้
ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget โดยหลักการจัดการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนเป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ 4 ขั้น คือ (1) ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (2) ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (3) ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (4) ขั้นการคิดแบบนามธรรม โดยแต่ละขั้นจะมีลักษณะเฉพาะของการคิดและการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยให้โอกาสผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการสำรวจและค้นพบ ใช้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ช่วยให้เด็กสร้างความเข้าใจที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น	1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เพื่อสร้างความพร้อมให้นักเรียน 2. ใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย ทันสมัยและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน
ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Brunner โดยหลักการจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดจากการค้นพบของผู้เรียนเอง โดยผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อได้ลงมือทำและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอด หรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม จัดกิจกรรมที่เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียน ขั้นตอนการเรียนรู้ออกเป็น 3 ขั้น คือ (1) ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (2) ขั้นการเรียนรู้จากความคิด (3) ขั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง	1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้สำรวจและค้นพบด้วยตนเอง 2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจ รวบรวมข้อมูล จัดประเภทข้อมูล เพื่อหาข้อสรุป

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ทฤษฎีการเรียนรู้	การนำมาประยุกต์ใช้
ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Maslow โดยหลักในการจัดการเรียนรู้ให้ความสำคัญกับแรงจูงใจของมนุษย์ ซึ่งมองว่ามนุษย์ทุกคนมีความต้องการพื้นฐานตามธรรมชาติที่เรียงลำดับกันเป็นขั้น 5 ขั้น คือ (1) ขั้นความต้องการทางร่างกาย (2) ขั้นความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (3) ขั้นความต้องการความรัก (4) ขั้นความต้องการยอมรับและการยกย่องจากสังคม (5) ขั้นความต้องการที่จะพัฒนาศักยภาพของตนอย่างเต็มที่ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ตรงตามความสนใจและทำหายความสามารถของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมุ่งสู่ความสำเร็จ	1. จัดกิจกรรมโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกสถานการณ์ที่นักเรียนสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และทำหายความสามารถของนักเรียน 2. ให้คำชมเชย กำลังใจ และการยอมรับ เพื่อเสริมสร้างความมั่นใจแก่นักเรียน
ทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของ Thorndike โดยหลักในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการลองผิดลองถูก และการเสริมแรงที่ได้รับจากการกระทำนั้น ๆ โดยมีกฎการเรียนรู้ คือ กฎแห่งความพร้อม กฎแห่งการฝึกหัด กฎแห่งผล โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดลองและค้นพบด้วยตนเอง ผู้เรียนได้ฝึกฝน เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่เรียนเรียบร้อยแล้ว ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้นำสิ่งที่เรียนไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือในสถานการณ์ต่าง ๆ	1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีแบบฝึกหัดให้แก่ผู้เรียน 2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้ตรวจสอบผลด้วยตนเอง 3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือในสถานการณ์ต่าง ๆ
ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Roger หลักในการจัดการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งผู้สอนจะต้องเป็นผู้ที่มีความเชื่อศรัทธาในความเป็นคนของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกวิธีการที่จะเรียนเอง ผู้สอนควรเป็นที่ปรึกษาที่ดีในการจัดการเรียนรู้และสร้างบรรยากาศในการเรียนที่อบอุ่นและเป็นกัลยาณมิตรที่ดี เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและมีบทบาทหรือส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด	1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้ระดมความคิด และนักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ 2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนการเรียนรู้และสะท้อนการเรียนรู้

จากตารางที่ 4.1 ผู้วิจัยสังเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้และการนำมาประยุกต์ใช้ ดังนี้ (1) เตรียมความพร้อม โดยการทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น โดยจัดกิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจ เช่น การทบทวนความรู้เดิมผ่านเกมหรือกิจกรรมกลุ่ม จากนั้นเชื่อมโยงสู่เรื่องใหม่ที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ (2) จัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จัดกิจกรรมกลุ่มที่ส่งเสริมการสำรวจและค้นพบ ส่งเสริมให้นักเรียนสำรวจและค้นพบด้วยตนเอง สนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างองค์ความรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกและตัดสินใจในกระบวนการเรียนรู้ นอกจากนี้ ใช้สื่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับความสามารถของนักเรียน (3) สะท้อนการเรียนรู้ ให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้และประสบการณ์ที่ค้นพบ โดยการนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เปิดโอกาสให้เพื่อน ๆ สะท้อนความคิดเห็นครูให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่สร้างสรรค์ เพื่อเพิ่มความมั่นใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้ (4) สรุปความรู้ นักเรียนร่วมกันสรุปกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและรวบรวมแนวคิดสำคัญจากประสบการณ์การเรียนรู้ โดยครูให้คำแนะนำเพิ่มเติม จากนั้นร่วมกันเรียบเรียงความรู้ให้ชัดเจนจนเกิดความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง

จากการสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้ (1) หลักการ (2) วัตถุประสงค์ (3) เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (4) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (5) การวัดและประเมินผล และได้สังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (1) ทำความเข้าใจปัญหา (2) รวบรวมข้อมูล (3) วางแผนการแก้ปัญหา (4) ดำเนินการตามแผน (5) ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา

จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ผู้วิจัยได้ดำเนินการร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีรายละเอียดดังนี้

1. หลักการ

องค์ความรู้เกิดจากประสบการณ์ตรงและการเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ซึ่งเป็นกระบวนการที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากที่สุด การเตรียมความพร้อมของนักเรียนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยการเริ่มต้นด้วยการทบทวนและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับเนื้อหาใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและสร้างพื้นฐานที่มั่นคงสำหรับการเรียนรู้ในอนาคต การจัดกิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจเป็นวิธีที่ดีในการสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน และยังช่วยให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจมากขึ้น การใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย จะช่วยให้การเรียนรู้มีสีสันและน่าสนใจยิ่งขึ้น สื่อเหล่านี้ช่วยกระตุ้นความสนใจและทำให้เนื้อหามีชีวิตชีวา นักเรียนจึงสามารถมีส่วนร่วมในการค้นคว้าและสำรวจอย่างเต็มที่ การส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดและแก้ไขปัญหา การจัดกิจกรรมที่เน้นการทำงานกลุ่มจะช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เปิดกว้าง และทำให้นักเรียนรู้สึกถึงการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ การทำงานกลุ่มไม่เพียงแต่ช่วยในการพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกันเท่านั้น แต่ยังช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและมุมมองที่หลากหลาย การให้โอกาสนักเรียนในการเลือกและตัดสินใจเกี่ยวกับกิจกรรมต่าง ๆ จะช่วยสร้างความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง และเสริมสร้างความมั่นใจในการแสดงความคิดเห็น นักเรียนจะได้มีโอกาสทำความเข้าใจปัญหา รวบรวมข้อมูล วางแผนการแก้ปัญหา และดำเนินการตามแผนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาที่ได้เสนอไปได้ด้วย โดยใช้ GeoGebra Web App ประกอบการตรวจสอบการแก้ปัญหา การแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการสะท้อนความรู้ระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเป็นอีกหนึ่งวิธีที่มีประสิทธิภาพ ในการเพิ่มความเข้าใจและสร้างความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง ครูมีบทบาทสำคัญในการให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่สร้างสรรค์ ซึ่งจะช่วยเพิ่มแรงจูงใจและความมั่นใจ ในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพระหว่างครูกับนักเรียนสามารถช่วยเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เปิดกว้าง และมีความเข้าใจ สุดท้ายการสรุปกิจกรรมการเรียนรู้โดยนักเรียนและครูร่วมกันแสดงความคิดเห็น จะช่วยสร้างโอกาสในการเรียบเรียงความรู้และแนวคิดสำคัญ จากประสบการณ์เรียนรู้ การมีส่วนร่วมในการสรุปจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด และทำให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนในเนื้อหาที่เรียนรู้อย่างลึกซึ้ง การรวบรวมความคิดเห็นและแนวคิดจะทำให้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยมีหลักการในการจัดการเรียนรู้ 2 หลักการ ดังนี้

1.1. การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ โดยการสร้างความพร้อมให้แก่เด็กนักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจ และกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการสะท้อนความรู้ จะนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ที่มีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

2.1 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย

2.2 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย

2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. เนื้อหา/สาระการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเนื้อหา เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยผู้วิจัยใช้เนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยอยู่ในสาระการวัดและเรขาคณิต มีผลการเรียนรู้คือ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนานักเรียน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้นั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ครูได้กำหนดไว้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare) เป็นการเตรียมความพร้อมและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยการจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะดำเนินการจัดการเรียนรู้

ขั้นเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C (Process) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มี 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (D: Define the problem) ขั้นนี้เป็นการพิจารณาและทำความเข้าใจปัญหาที่โจทย์กำหนด รวมถึงข้อมูลและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง เพื่อระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล (C: Collect the data) ขั้นนี้เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาเพื่อลดความซับซ้อน โดยเลือกข้อมูลที่จำเป็นและเชื่อมโยงกัน เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 วางแผนการแก้ปัญหา (P : Plan the solution) ขั้นนี้เป็นการกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาและเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้อง หาความสัมพันธ์เพื่อวางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผน (C: Carry out the plan) ขั้นนี้เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้ หากไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ให้ทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาใหม่จนสามารถแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา (C: Check the solution results) ขั้นนี้เป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ โดยตรวจสอบด้วย GeoGebra Web App หากพบว่าคำตอบยังไม่ถูกต้อง ให้ย้อนกลับไปทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาใหม่ตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา จนสามารถสรุปคำตอบที่สมเหตุสมผลได้

ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ (Reflect) นักเรียนนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ค้นพบในกระบวนการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้เพื่อนร่วมชั้นได้สะท้อนการเรียนรู้ร่วมกัน ครูให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่สร้างสรรค์เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ หากพบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ครูสามารถย้อนไปสู่ขั้นเตรียมความพร้อมได้อีกครั้ง พร้อมทั้งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนโดยนักเรียนมีส่วนร่วม จนกระทั่งนักเรียนสามารถเข้าใจได้อย่างถูกต้อง

ขั้นสรุปความรู้ (Summarize) นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์และแนวคิดสำคัญที่ได้จากการเรียนรู้ ครูให้คำแนะนำและเสริมเพื่อให้ นักเรียนสามารถรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นให้ชัดเจนมากขึ้น จนเกิดความเข้าใจอย่างเป็นระบบและเกิดความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง

จากองค์ประกอบข้างต้น แสดงเป็นภาพกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้วางแผนภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

5. การวัดและประเมินผล

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นี้ มุ่งเน้นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่มีการวัดและประเมินผลอย่างต่อเนื่อง ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการเรียนรู้ เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนสามารถเข้าใจและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการวัดและประเมินผล ดังนี้

5.1 การวัดก่อนการจัดการเรียนรู้

ดำเนินการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

5.2 การวัดระหว่างการจัดการเรียนรู้

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้รวมจำนวนแบบฝึกหัดทั้งหมด 21 แบบฝึกหัด โดยแบบฝึกหัดเป็นแบบอัตนัยด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เกณฑ์การประเมินสำหรับการผ่านคือระดับดีขึ้นไป

5.3 การวัดหลังการจัดการเรียนรู้

5.3.1 ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เกณฑ์การประเมินสำหรับการผ่านคือระดับดีขึ้นไป

5.3.2 ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัยด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C จำนวน 4 ข้อ เกณฑ์การประเมินสำหรับการผ่านคือระดับดีขึ้นไป

5.3.3 ทำแบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) จำนวน 20 ข้อ

ขั้นที่ 2.2 ผลตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตาราง ที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ความเหมาะสม			ความเป็นไปได้		
	$\bar{X}$	S.D.	การ แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	การ แปลผล
1. หลักการ						
1.1 สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐาน ของรูปแบบ	4.86	.14	มากที่สุด	4.86	.14	มากที่สุด
1.2 หลักการแสดงให้เห็นจุดเน้น ของรูปแบบ	4.71	.24	มากที่สุด	4.86	.14	มากที่สุด
1.3 สามารถนำไปปฏิบัติจริงได้	4.86	.14	มากที่สุด	4.86	.14	มากที่สุด
2. วัตถุประสงค์						
2.1 สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐาน และหลักการของรูปแบบ	4.86	.14	มากที่สุด	4.86	.14	มากที่สุด
2.2 มีความชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ที่จะบรรลุผลสำเร็จ	5.00	.00	มากที่สุด	5.00	.00	มากที่สุด
2.3 มีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้อง ผลักดันให้เกิดกับนักเรียน	4.86	.14	มากที่สุด	4.86	.14	มากที่สุด
3. เนื้อหา						
3.1 สอดคล้องกับหลักสูตร	4.86	.14	มากที่สุด	4.86	.14	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐาน และหลักการ	4.86	.14	มากที่สุด	4.86	.14	มากที่สุด
3.3 สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของรูปแบบ	4.71	.24	มากที่สุด	4.86	.14	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐาน และหลักการ	5.00	.00	มากที่สุด	4.86	.14	มากที่สุด
4.2 สามารถทำให้บรรลุผล ตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบ	5.00	.00	มากที่สุด	5.00	.00	มากที่สุด
4.3 ขึ้นเตรียมความพร้อม (Prepare)	4.71	.24	มากที่สุด	4.71	.24	มากที่สุด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเหมาะสม			ความเป็นไปได้		
	$\bar{X}$	S.D.	การ แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	การ แปลผล
4.4 ขั้นเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C (Process)						
4.4.1 ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (D: Define the problem)	5.00	.00	มากที่สุด	5.00	.00	มากที่สุด
4.4.2 ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล (C: Collect the data)	5.00	.00	มากที่สุด	5.00	.00	มากที่สุด
4.4.3 ขั้นที่ 3 วางแผนการแก้ปัญหา (P: Plan the solution)	5.00	.00	มากที่สุด	5.00	.00	มากที่สุด
4.4.4 ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผน (C: Carry out the plan)	5.00	.00	มากที่สุด	5.00	.00	มากที่สุด
4.4.5 ขั้นที่ 5 ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา (C: Check the solution results)	5.00	.00	มากที่สุด	5.00	.00	มากที่สุด
4.5 ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ (Reflect)	4.86	.14	มากที่สุด	4.86	.14	มากที่สุด
4.6 ขั้นสรุปความรู้ (Summarize)	4.71	.24	มากที่สุด	4.86	.14	มากที่สุด
5. การวัดและประเมินผล						
5.1 มีความสอดคล้องกับหลักการ และจุดมุ่งหมายของรูปแบบ	4.86	.14	มากที่สุด	4.86	.14	มากที่สุด
5.2 วิธีการและเครื่องมือในการวัด และประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ และจุดมุ่งหมายของรูปแบบ	4.71	.24	มากที่สุด	4.71	.24	มากที่สุด
5.3 เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล มีความชัดเจนสามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง	4.71	.24	มากที่สุด	4.71	.24	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.87	.11	มากที่สุด	4.88	.10	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุกระจาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.87$, S.D. = .11) และมีความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.88$, S.D. = .10) (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 214-216)

ขั้นที่ 2.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. คู่มือการใช้รูปแบบมีรายละเอียดครบถ้วน	5	4	5	5	5	4.80	.20	มากที่สุด
2. การจัดเรียงลำดับเนื้อหาในคู่มือเป็นระบบ	5	5	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
3. การนำเสนอข้อมูลในคู่มือใช้ภาษาที่เหมาะสม เข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.80	.20	มากที่สุด
4. คำชี้แจงการใช้รูปแบบมีความชัดเจน	5	5	4	5	5	4.80	.20	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	5	5	5	5	4	4.80	.20	มากที่สุด
6. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจน สามารถพัฒนานักเรียนได้จริง	5	5	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผลมีความเหมาะสม ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
8. บทบาทนักเรียน ครูมีความชัดเจน นำไปปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
9. กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสม	5	5	5	4	5	4.80	.20	มากที่สุด
10. สามารถนำคู่มือไปประยุกต์ใช้ในการสอนจริงได้	5	5	5	5	5	5.00	.00	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	5.00	4.90	4.90	4.80	4.90	4.90	.09	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.90$, S.D. = .09) (รายละเอียดในภาคผนวก ณ หน้า 356)

ตอนที่ 3 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 9 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนบ้านไร่วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา อุทัยธานี ชัยนาท จำนวน 40 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ใช้เวลาดำเนินการทดลองทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ โดยจัดการเรียนรู้สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมงระหว่างวันที่ 29 มกราคม 2567 ถึงวันที่ 8 มีนาคม 2567

ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)
แผนการจัดการเรียนรู้ 1	84.08
แผนการจัดการเรียนรู้ 2	84.17
แผนการจัดการเรียนรู้ 3	83.96
แผนการจัดการเรียนรู้ 4	83.96
แผนการจัดการเรียนรู้ 5	87.83
แผนการจัดการเรียนรู้ 6	84.38
แผนการจัดการเรียนรู้ 7	84.75
แผนการจัดการเรียนรู้ 8	83.92
แผนการจัดการเรียนรู้ 9	91.33

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)
แผนการจัดการเรียนรู้ 10	83.96
แผนการจัดการเรียนรู้ 11	84.08
แผนการจัดการเรียนรู้ 12	84.25
แผนการจัดการเรียนรู้ 13	89.17
แผนการจัดการเรียนรู้ 14	84.08
แผนการจัดการเรียนรู้ 15	84.17
แผนการจัดการเรียนรู้ 16	84.38
แผนการจัดการเรียนรู้ 17	89.33
แผนการจัดการเรียนรู้ 18	89.50
แผนการจัดการเรียนรู้ 19	83.88
แผนการจัดการเรียนรู้ 20	84.08
แผนการจัดการเรียนรู้ 21	88.17
รวมเฉลี่ย	84.65

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 84.65 (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 358-361)

ผลการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน	85.17
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	86.04
รวมเฉลี่ย	85.61

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าประสิทธิภาพ ของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 85.61 (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 358-361)

จากตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 พบว่า ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 84.65/85.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

3.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	40	30	11.13	577	8,417	58.83*
หลังเรียน	40	30	25.55			

* $P < .05$

จากตารางที่ 4.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาควัตถุกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 362-363)

3.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 80

การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 80 ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 80

จำนวน นักเรียน	N	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ (ร้อยละ 80)	$\bar{X}$	S.D.	t
หลังเรียน	40	60	48	51.63	2.99	7.68*

* $P < .05$

จากตารางที่ 4.7 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 364-366)

ผู้วิจัยได้หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกตามรายการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกตามรายการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	จำนวน (n)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย
ทำความเข้าใจปัญหา	40	12	10.43	1.01	86.88
รวบรวมข้อมูล	40	12	10.40	.81	86.67
วางแผนการแก้ปัญหา	40	12	10.33	1.25	86.04
ดำเนินการตามแผน	40	12	10.25	1.35	85.42
ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา	40	12	10.23	.95	85.21
รวม	40	60	51.63	2.99	86.04

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาพรวมสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 หากพิจารณาในรายการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ทุกรายการ โดยเรียงลำดับรายการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากมากไปหาน้อย คือ ทำความเข้าใจปัญหา ($\bar{X} = 86.88$, S.D. = 1.01) รวบรวมข้อมูล ($\bar{X} = 86.67$, S.D. = .81) วางแผนการแก้ปัญหา ($\bar{X} = 86.04$, S.D. = 1.25) และดำเนินการตามแผน ($\bar{X} = 85.42$, S.D. = 1.35) และตรวจสอบผลการแก้ปัญหา ($\bar{X} = 85.21$, S.D. = .95) (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 364-366)

ตอนที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียน ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหาสาระ			
1.1 เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับนักเรียน	4.63	.49	มากที่สุด
1.2 เนื้อหาสาระลำดับเนื้อหาอย่างเหมาะสม	4.58	.50	มากที่สุด
1.3 เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมตามจุดประสงค์	4.55	.50	มากที่สุด
1.4 เนื้อหาสาระมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.65	.48	มากที่สุด
1.5 เนื้อหาสาระมีความหลากหลาย มีความน่าสนใจ	4.55	.50	มากที่สุด
2. ด้านกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนที่เหมาะสม	4.75	.44	มากที่สุด
2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน	4.60	.50	มากที่สุด
2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย น่าสนใจ	4.58	.50	มากที่สุด
2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้	4.65	.48	มากที่สุด
2.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.63	.49	มากที่สุด
2.6 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้	4.60	.50	มากที่สุด
2.7 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง	4.58	.50	มากที่สุด
3. ด้านสื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
3.1 สื่อประกอบการจัดการเรียนมีความเหมาะสม	4.58	.50	มากที่สุด
3.2 สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจชัดเจน	4.58	.50	มากที่สุด
3.3 สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้กระตุ้นความสนใจ	4.60	.50	มากที่สุด
3.4 สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4.63	.49	มากที่สุด
3.5 สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้มีความทันสมัย	4.73	.45	มากที่สุด
4. ด้านการวัดผลและประเมินผล			
4.1 การวัดและประเมินผลมีความเหมาะสม	4.53	.51	มากที่สุด
4.2 การวัดและประเมินผลมีเกณฑ์ที่ชัดเจน	4.70	.46	มากที่สุด
4.3 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.58	.50	มากที่สุด
รวม	4.61	.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.61$, S.D. = .49) เมื่อพิจารณารายการประเมิน โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย 4 อันดับแรก คือ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนที่เหมาะสม ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = .44) รองลงมา คือ สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้มีความทันสมัย ($\bar{X} = 4.73$, S.D. = .45) การวัดและประเมินผลมีเกณฑ์ที่ชัดเจน (4.70, S.D. = .46) และอันดับสุดท้าย คือ การวัดและประเมินผลมีความเหมาะสม ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = .51) (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 367)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (2) เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (3) เพื่อใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (4) เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งสามารถสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษา และรายงานตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. ผลการศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เป็นหลัก ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการลงมือปฏิบัติและส่งผลให้ขาดกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ควรพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

2. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ (1) หลักการ (2) วัตถุประสงค์ (3) เนื้อหา/สาระการเรียนรู้ (4) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ (5) การวัดและประเมินผล โดยกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare) (2) ขั้นเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C (Process) มี 5 ขั้นตอน คือ (2.1) ทำความเข้าใจปัญหา (D: Define the problem) (2.2) รวบรวมข้อมูล (C: Collect the data) (2.3) วางแผนการแก้ปัญหา (P: Plan the solution) (2.4) ดำเนินการตามแผน (C: Carry out the plan) (2.5) ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา (C: Check the solution results) (3) ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ (Reflect) และ (4) ขั้นสรุปความรู้

(Summarize) ผลการตรวจสอบรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด และคู่มือมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.1 ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 84.65/85.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

4. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีดังนี้

1. ผลการศึกษาสภาพปัญหา และแนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เป็นหลัก ส่งผลให้นักเรียนขาดโอกาสในการลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์หรือหาแนวทางแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้นักเรียนยังไม่เข้าใจกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ ๆ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ที่เคยเรียนมาใช้ได้ ส่งผลให้เกิดการขาดพัฒนาการในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานโครงการพัฒนาระบบสถิติข้อมูลและตัวชี้วัดเพื่อใช้ในการบริหารราชการแผ่นดินตามยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นที่ 12 การพัฒนาการเรียนรู้ของสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติร่วมกับศูนย์บริการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2564, น. 18) กล่าวว่า ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ล้วน ๆ ยังไม่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา แก่นมูที่สำคัญของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่สำคัญอีกด้านหนึ่ง

คือ เรื่องของกระบวนการทางคณิตศาสตร์หรือการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematising) กระบวนการที่ผู้เรียนนำมาใช้ในความพยายามที่จะแก้ปัญหาที่นั้น ถือว่า เป็นสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับการถอดบทเรียนการแก้ไขปัญหาลักษณะถดถอยทางการเรียนรู้ (Learning Loss) ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2566, น. 37) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอน ของครูที่มีต่อภาวะถดถอย คือ ขาดเทคนิค วิธีการสอน ที่หลากหลาย และขาดทักษะการใช้เทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอน รวมถึงขาดการนำสื่อและนวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน และสอดคล้องกับการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนไทยการพัฒนา-ผลกระทบ-ภาวะถดถอย ในปัจจุบันของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558, น. 8) กล่าวถึง จัดการเรียนรู้ผู้สอนควรปรับเปลี่ยน โดยเป็นวิธีการอธิบายที่เปลี่ยนแปลงไปจากวิธีการที่เคยใช้อยู่เดิม ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ เน้นให้ความสำคัญกับการสร้างความเข้าใจและสร้างกรอบแนวคิด ของคณิตศาสตร์ (Mathematical concepts) มากกว่าการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นผู้บอกหลักการ ให้โจทย์ตัวอย่าง แล้วให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดที่เลียนแบบตัวอย่างที่ครูสอน โดยแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ควรจัดการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาในการพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา รวมถึงการใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและผู้เรียน ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สอดคล้องกับ การถอดบทเรียนการแก้ไขปัญหาลักษณะถดถอยทางการเรียนรู้ (Learning Loss) ของสำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2566, น. 40) กล่าวว่า ครูควรพัฒนาการออกแบบการจัดการเรียนรู้ เทคนิค วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการและเชื่อมโยงประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดของพิชิต ฤทธิจิรญ (2564, น. 102) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นกลวิธี หรือเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ที่ครูนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน เทคนิควิธีการ ปรับพฤติกรรม เทคนิคการจัดกิจกรรม และสอดคล้องกับแนวคิดของพิชิตนา แคมมณี (2563, น. 221) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้รับการ จัดไว้อย่างเป็นระเบียบ โดยประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอนนั้น รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือ รูปแบบจะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่า มีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ

2. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ (1) หลักการ (2) วัตถุประสงค์ (3) เนื้อหา/สาระ (4) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (5) การวัดและประเมินผล ซึ่งกระบวนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare) (2) ขั้นเรียนรู้ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C (Process) มี 5 ขั้นตอน คือ (2.1) ทำความเข้าใจปัญหา (D: Define the problem) (2.2) รวบรวมข้อมูล (C: Collect the data) (2.3) วางแผนการแก้ปัญหา (P: Plan the solution) (2.4) ดำเนินการตามแผน (C: Carry out the plan) (2.5) ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา (C: Check the solution results) (3) ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ (Reflect) (4) ขั้นสรุปความรู้ (Summarize) โดยมีความเหมาะสมและความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด และคู่มือมีความเหมาะสมอยู่ในระดับ

มากที่สุด ผลการวิจัยปรากฏเช่นนี้เนื่องมาจากในพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยได้สัมภาษณ์ทั้งครู และนักเรียนเพื่อให้เข้าใจถึงความต้องการและความคิดเห็นของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง หลังจากนั้นได้ทำการสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม จากนั้นนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปนำไปดำเนินการสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) เพื่อประเมินด้านความเหมาะสมและด้านความเป็นไปได้ พัฒนารูปแบบ นำไปใช้และดำเนินการประเมินรูปแบบดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของทิสนา แคมมณี (2563, น. 245) กล่าวว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น ประกอบด้วย การศึกษาข้อมูลพื้นฐานนั้น ต้องศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และข้อค้นพบจากการวิจัยที่เกี่ยวข้องตลอดจนการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน หรือปัญหาจากเอกสารผลการวิจัย หรือการสังเกต สอบถาม ผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยกำหนดหลักการ เป้าหมาย และองค์ประกอบอื่น ๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับข้อมูลพื้นฐานและสัมพันธ์กัน อย่างเป็นระบบระเบียบ จากนั้นกำหนดแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ การประเมิน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Clark (2003, pp. 3–27) กล่าวว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในแนวทางของ ADDIE Model ซึ่งประกอบด้วย Analyze (การวิเคราะห์) Design (การออกแบบ) Development (การพัฒนา) Implementation (การนำไปใช้) และ Evaluation (การประเมิน) และสอดคล้องกับแนวคิดของ Dick and Carey (1996, pp. 2-7) กล่าวว่า ขั้นตอนของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นประกอบด้วย การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Studying Basic Data and Related Literature Phase) การพัฒนา (Development/Production Phase) การนำไปทดลองใช้ (Implementation Phase) และการประเมินผล (Evaluation Phase) นอกจากนี้ยังซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนุชนาท โชติบุญ (2564, น. 154-167) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหา เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มี 5 องค์ประกอบ คือ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน และการวัดผลและประเมินผล และสอดคล้องกับ งานวิจัยของทศทัศน์ บุญตา (2565, น. 191-192) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม ระดับความลึกของความรู้ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนมีองค์ประกอบ ดังนี้ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหาสาระ ขั้นตอน การเรียนการสอน การวัดและประเมินผลและสอดคล้องกับงานวิจัยของบรรพต อาจหาญ (2564, น. 11-17) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ ในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม(ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ หลักการและแนวคิด วัตถุประสงค์ของรูปแบบกระบวนการเรียน

การสอน และการวัดผลและประเมินผล และสอดคล้องกับงานวิจัยของเนตรนารี ไพโรจน์พิริยะกุล (2564, น. 17-30) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย หลักการ วัดผลประสงค์ เนื้อหา กระบวนการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผล

3. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.1 ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 84.65/85.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ผลการวิจัยปรากฏเช่นนี้เนื่องมาจากการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นั้น ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยการนำทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ ซึ่งรวมถึงทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา ของ Piaget และ Brunner ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Maslow ทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของ Thorndike และทฤษฎีการเรียนรู้ของ Roger นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากนักการศึกษา จนเกิดเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด รูปแบบ การจัดการเรียนรู้นี้ ประกอบด้วยกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ซึ่งช่วยให้การเรียนการสอน มีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม โดยมีกระบวนการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ (1) ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare) เป็นการเตรียมความพร้อมและกระตุ้น ความสนใจของนักเรียน โดยการจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหา ของกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะดำเนินการจัดการเรียนรู้ (2) ขั้นเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C (Process) ให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหา ทำความเข้าใจปัญหา รวบรวมข้อมูล วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน รวมถึงตรวจสอบผลการแก้ปัญหา (3) ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ (Reflect) นักเรียน นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ค้นพบในกระบวนการ เรียนรู้ เปิดโอกาสให้เพื่อนร่วมชั้นได้สะท้อนการเรียนรู้ โดยครูให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ แบบสร้างสรรค์ (4) ขั้นสรุปความรู้ (Summarize) นักเรียนและครูจะร่วมกันสรุปกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและรวบรวมแนวคิดสำคัญจากประสบการณ์การเรียนรู้ เพื่อเรียบเรียงความรู้ให้ชัดเจน จนเกิดความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ส่งผลทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ของสิริลักษณ์ พรสุวรรณ์ (2564, น. 457-467) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการสอน MAT3C Model เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (MAT3C Model) ที่พัฒนาขึ้นมานี้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 90.54/92.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของภาวดี สอนดี (2564, น. 173-184) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลการทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ E_1/E_2 เท่ากับ 80.04/80.22 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของเนตรนารี ไพโรจน์พิริยะกุล (2564, น. 17-30) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.10/87.22 และสอดคล้องกับงานวิจัยของทิพสุคนธ์ บุญมาคร (2564, น. 73-87) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหายอย่างสร้างสรรค์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.37/82.78

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้มีการเตรียมความพร้อมให้แก่นักเรียนอย่างเหมาะสม โดยจัดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ส่งผลทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพัฒนาสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบรรพต ออาจหาญ (2564, น. 11-17) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLODS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของภาวดี สวนดี (2564, น. 173-184) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง จำนวนเต็ม สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของวิสุทธิ คงกลีบ (2563, น. 56-63) ได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ MESUK Model สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของประมวล อุทัยแสง (2563, น. 63-73) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน

สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งผู้วิจัยยังมีการใช้สื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัย โดยใช้ GeoGebra Web App เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ เพื่อเพิ่มความน่าสนใจและช่วยเสริมสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักเรียนเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญ เนื่องจากช่วยกระตุ้นการคิดและเกิดการสะท้อนการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2564, น. 260) กล่าวว่า ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ดี ผู้เรียนเรียนรู้จากสิ่งที่ทันสมัยโดยการเรียนในอนาคตเป็นการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย ดังนั้นผู้สอนจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้มากขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ กุสิรา จิตรขญาวนิช (2565, น. 10) กล่าวว่า ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ดีนั้น ควรใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายทันสมัย การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและทำให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องพยายามใช้เทคนิค วิธีการจัดการเรียนรู้นวัตกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีความน่าสนใจและทันสมัยมาใช้พัฒนาผู้เรียนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ตามที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับแนวคิดของอาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, น. 11-13) กล่าวว่า ลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่ดี เป็นการสอนที่ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้สอดคล้องกับจุดประสงค์กับเนื้อหาและกับผู้เรียน โดยใช้กิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสม เป็นการสอนที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเอง หรือได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีและเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน อีกทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของปาริชาติ เต็มนา (2562, น. 40) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง เวกเตอร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง เวกเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Heleni (2014, pp. 553-562) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในเปกกันบารู ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ziatdinov (2022, pp. 1-16) ได้ศึกษาการสังเคราะห์การสร้างแบบจำลอง การสร้างภาพ และการเขียนโปรแกรมใน GeoGebra ซึ่งเป็น Application เกี่ยวกับเรขาคณิต พีชคณิต สถิติ และแคลคูลัส ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรม เป็นโปรแกรม Dynamic ที่ตอบสนองผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานเห็นภาพงาน แบบจำลองและผลลัพธ์ GeoGebra พบว่า ช่วยพัฒนาทักษะและความรู้ของนักเรียนในโรงเรียน ดังนั้น การศึกษานี้จึงแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ GeoGebra ที่สามารถเสริมสร้างพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หากพิจารณาในรายการความสามารถ

ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 80 ทุกรายการของความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยดังกล่าว แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นเตรียมความพร้อม (Prepare) (2) ขั้นเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C (Process) (3) ขั้นสะท้อนการเรียนรู้ (Reflect) และ (4) ขั้นสรุปความรู้ (Summarize) ในขั้นเรียนรู้ DCP2C มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ทำความเข้าใจปัญหา (D: Define the problem) เพื่อระบุข้อมูลและเงื่อนไขที่สำคัญ (2) รวบรวมข้อมูล (C: Collect the data) โดยเลือกข้อมูลที่จำเป็น (3) วางแผนการแก้ปัญหา (P: Plan the solution) เพื่อกำหนดแนวทางที่เหมาะสม (4) ดำเนินการตามแผน (C: Carry out the plan) โดยปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และ (5) ตรวจสอบผลการแก้ปัญหา (C: Check the solution results) โดยใช้ GeoGebra Web App เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง กระบวนการจัดการเรียนรู้นี้ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสะท้อนการเรียนรู้ ซึ่งช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุชีรา ศุภพิมลวรรณ (2563, น. 194-200) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้างความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรชาติ ใจแน่น (2562, น. 23-32) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคระดมสมอง ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยเท่ากับ 40.03 คิดเป็นร้อยละ 80.07 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของบรรพต อัจฉาญ (2564, น. 11-17) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบการเรียนการสอนแบบ CLOUDS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียน ตามรูปแบบการเรียนการสอนอยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของภาณุพล โสมูล (2565, น. 18-27) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร (มัธยมศึกษา) ผลการวิจัย พบว่า ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร (มัธยมศึกษา) พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาลงจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับสูง โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง โดยความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นั้น หากพิจารณาในรายการความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ พบว่า สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ทุกรายการ โดยเรียงลำดับรายการความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ จากมากไปหาน้อย

คือ ทำความเข้าใจปัญหา รวบรวมข้อมูล วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนและตรวจสอบผลการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fuadi, Minarni, and Banjarnahor (2017, pp. 153-159) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 ที่ JUNIOR HIGH SCHOOL AR-RAHMAN PERCUT ผลการศึกษา พบว่า ตัวบ่งชี้ที่มีความสามารถสูงสุด คือ การทำความเข้าใจปัญหา (48.28%) ตามด้วยการวางแผน (17.24%) การแก้ปัญหา (6.9%) และการยืนยันคำตอบ (6.9%) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Novriani and Surya (2017, pp. 63-75) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่ at MTs SWASTA IRA Medan ผลการศึกษา พบว่า ตัวบ่งชี้ในด้านความสามารถการแก้ปัญหาที่สูงสุด คือ การทำความเข้าใจปัญหา (84.62%) การวางแผน (61.54%) การดำเนินการตามแผน (39.74%) และการยืนยันคำตอบ (32.05%) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Peranginangin and Surya (2017, pp. 57-67) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่โรงเรียน SMP Negeri 4 Pancurbatu ผลการศึกษา พบว่า ตัวบ่งชี้ในด้านความสามารถการแก้ปัญหาที่สูงสุด คือ การทำความเข้าใจปัญหา (75.08%) ตามด้วยการวางแผน (66.12%) การดำเนินการตามแผน (29.03%) และการยืนยันคำตอบ (24.19%)

4. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ผลการวิจัย ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นั้น ได้ตอบสนองความต้องการและความสนใจของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดี นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ ทำให้เกิดความกระตือรือร้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงสามารถเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ซึ่งทั้งหมดนี้ทำให้ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับสูงสุด สอดคล้องกับงานวิจัยของนุชนาพ โชติบุญ (2564, น. 154-167) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจโดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของอำนาจ บุตรสุริย์ (2563, น. 34-45) ที่ศึกษาการพัฒนาแบบแผนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของวิสุทธิ คงกัลป์ (2563, น. 56-63) ได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ MESUK Model สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ MESUK Model สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวม

อยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของประมวล อุทัยแสง (2563, น. 63-73) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนเห็นด้วยในการใช้รูปแบบการเรียนการสอนในระดับมากที่สุด อีกทั้งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังกล่าว ได้ใช้ GeoGebra Web App เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ ซึ่งมีความทันสมัยและน่าสนใจ ช่วยเสริมสร้างประสบการณ์ การเรียนรู้ให้มีชีวิตชีวา และมีความหมายยิ่งขึ้น การใช้สื่อที่เหมาะสมร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา และนักเรียนมีส่วนร่วมนี้ ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทำให้ความพึงพอใจของนักเรียนเพิ่มขึ้นและนักเรียนมีกำลังใจในการเรียนรู้อย่างยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พจนันท์ วัชรไธย (2565, น. 26) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนทับสะแกวิทยา โดยใช้วิธีการสอนแบบ KWDL ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนทับสะแกวิทยา ที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการสอนแบบ KWDL ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของฉลาด สายสินธุ์ (2561, น. 94) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายด้านและรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของไอริน ถาวรนนท์ (2561, น. 76-80) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย ผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากขึ้นไป และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bist (2017, pp. 337-347) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนเนื้อหา เรื่อง เรขาคณิต ผ่านโปรแกรม GeoGebra และนักเรียนที่เรียนเนื้อหาเรื่อง เรขาคณิต ผ่านการสอนแบบปกติ และทัศนคติของนักเรียนต่อการเรียนเนื้อหาเรื่อง เรขาคณิต ผ่าน GeoGebra พบว่า นักเรียนมีทัศนคติต่อการเรียนเนื้อหา เรื่อง เรขาคณิตผ่านโปรแกรม GeoGebra เป็นบวก

ข้อเสนอแนะ

จากผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ซึ่งถือเป็นผลลัพธ์ที่ดี แต่ในรายการตรวจสอบผลการแก้ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด แม้จะยังสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 แต่กลับมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับรายการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รายการอื่น ๆ สิ่งนี้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นที่ครูควรให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในระหว่างการจัดการเรียนรู้มากขึ้น โดยเฉพาะในขั้นที่นักเรียนกำลังวางแผนการแก้ปัญหาที่ส่งผลต่อการดำเนินการตามแผนและการตรวจสอบผลการแก้ปัญหานั้น การที่ครูให้คำแนะนำทันทีที่นักเรียนต้องการความช่วยเหลือ การสอบถามปัญหา และการเสริมแรงเชิงบวกในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียนไม่ท้อแท้ และสามารถดำเนินการแก้ปัญหา รวมถึงตรวจสอบผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การสนับสนุนให้นักเรียนทดลองแก้ปัญหาด้วยตนเองและให้แนวทางเมื่อพบอุปสรรค จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากข้อผิดพลาดและพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ได้ดียิ่งขึ้น

2. ภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ DCP2C เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย อยู่ในระดับมากที่สุด อย่างไรก็ตาม รายการที่นักเรียนพึงพอใจน้อยที่สุด คือ การวัดและประเมินผล แม้จะยังคงอยู่ในระดับมากที่สุดก็ตาม ปัญหานี้อาจเกิดจากการที่นักเรียนยังไม่เข้าใจถึงเกณฑ์และขั้นตอนในการวัดผลอย่างชัดเจน ทำให้รู้สึกกังวลหรือไม่แน่ใจในกระบวนการดังกล่าว ดังนั้น ครูควรศึกษาและทำความเข้าใจถึงกระบวนการและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างถ่องแท้ เพื่อที่จะสามารถชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลให้กับนักเรียนได้อย่างชัดเจน การให้ข้อมูลเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนจะถูกประเมินอย่างไร และจะช่วยให้ นักเรียนสามารถปรับปรุงตนเองได้ตามความจำเป็น การสื่อสารให้ชัดเจนเกี่ยวกับความคาดหวังในแต่ละด้านของการเรียนรู้จะทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ หรือในระดับชั้นการศึกษาที่แตกต่างกัน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาและระดับชั้นต่าง ๆ เพื่อสร้างการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับนักเรียน ควรมีการประเมินผลอย่างต่อเนื่องในกระบวนการพัฒนารูปแบบ เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

- กษกร ธิปัตติ, และ มานิต ยอดเมือง. (2547). *การออกแบบวัสดุหลักสูตร*. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กาญจนา วัฒนา. (2548). *การวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ธนพรการพิมพ์.
- กุลิสรา จิตระยวณิช. (2565). *การจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกริก ท่วมกลาง, และ จินตนา ท่วมกลาง. (2555). *การพัฒนาสื่อ/นวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ*. กรุงเทพฯ: สถาพรบุ๊คส์.
- เกียรติศักดิ์ แสงทอง. (2564). *การศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra (ปริญญานิพนธ์ปริญญาโท)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เกียรติสุดา ศรีสุข. (2552). *ระเบียบวิธีวิจัย*. เชียงใหม่: ครองช้างพรินต์ติ้งจำกัด.
- จันทร์ดา ดำนคงรักษ์. (2565). *คู่มือการเขียนรายงานการวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฉลาด สายสินธุ์. (2561). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2561). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวลิต ชูกำแหง. (2550). *การประเมินการเรียนรู้ Learning Assessment*. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- _____. (2551). *การประเมินการเรียนรู้*. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชวาล แพร์ติกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล*. กรุงเทพฯ: พิกัดอักษร.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). *การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน*. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1), 7-19.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2564). *การจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง*. นนทบุรี: เอ็มดี ออล กราฟิก.
- ชานนท์ จันทร์. (2555). *การประเมินชั้นเรียนคณิตศาสตร์: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2553). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 12)*. นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์โปรเกรสซิฟ จำกัด.
- ดิเรก ฤกษ์หรรษา. (2558). *ทฤษฎีความพึงพอใจ*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- ทศทัศน์ บุญตา. (2565). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมระดับความลึกของความรู้ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- ทิพสุคนธ์ บุญมาคาร. (2564, มกราคม-เมษายน). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารบัณฑิตวิทยาลัย พิษณุพนธ์, 16(1), 73-87. สืบค้นจาก <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/Pitchayat/article/view/247300/168135>
- ทศนา แคมมณี. (2560). รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2563). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นรรีชต์ ผืนเขียว. (2561). แผนการสอนที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- นุชนาท โชติบุญ. (2564, กันยายน-ธันวาคม). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด, 16(3), 154-167. สืบค้นจาก <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/reru/article/view/250707/176484>
- เนตรนารี ไพโรจน์พิริยะกุล. (2564, ธันวาคม). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์, 17(1), 17-30. สืบค้นจาก <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/JSSRA/article/view/253429>
- บรรพต อางหาญ. (2564, มกราคม-มิถุนายน). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบ CLOUDS เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค32201) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารราชชนกนครินทร์, 18(1), 11-17. สืบค้นจาก <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/Jrru/article/view/253512/171594>
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น
- บุญธรรม กิจปรีดาปริสุทธิ. (2547). ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: จามจุรีโปรดักส์.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2556). การพัฒนาการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5 ฉบับปรับปรุงใหม่). กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิควรรณคดี.
- ประมวล อุทัยแสง. (2563, พฤษภาคม-สิงหาคม). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด, 14(2), 63-73. สืบค้นจาก <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/reru/issue/view/16665/Vol14No2>
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2564). การวิจัยการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ปัญญาพร เชื้อมั่ง. (2564). การศึกษาความสามารถในการพิสูจน์ เรื่อง เส้นขนานของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสร้างข้อความคาดการณ์และพิสูจน์
ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra (ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปาริชาติ เต็มนา. (2562). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Geogebra เรื่อง เวกเตอร์
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนครศรีธรรมราช (วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ผ่องพรรณ ตรีมงคล และ สุภาพ ฉัตรภรณ์. (2555). การออกแบบการวิจัย Research Design
(พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พงศ์ศักดิ์ วุฒิสันต์. (2556, มีนาคม-เมษายน). GeoGebra อีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจของครูคณิตศาสตร์.
วารสาร สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 41(181), 13-16.
- พจนันท์ วัชรวิทย์. (2565). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 โรงเรียนทับสะแกวิทยา โดยใช้วิธีการสอนแบบ KWDL ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra
เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. (2542, 19 สิงหาคม). ราชกิจจานุเบกษา (เล่ม 116
ตอนที่ 74ก, น. 7).
- พัชรราตี ใจแน่น. (2562). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบ SSCS ร่วมกับเทคนิคระดมสมอง.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2564). เทคนิคการวิจัยในชั้นเรียน. นครปฐม: จตุพร ดีไซน์.
- พิสนุ พงศ์ศรี. (2551). การเขียนรายงานการวิจัยชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: เพชรรุ่งการพิมพ์.
- ภาวดี สวนดี. (2564, มกราคม-มิถุนายน). การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, 12(1), 173-184. สืบค้นจาก <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/gajasara/article/view/252760/171164>
- ภาณุพล โสมูล. (2565, มกราคม-กุมภาพันธ์). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบ
การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยศิลปากร (มัธยมศึกษา). วารสารวิชาการ The New Viridian Journal of Arts,
Humanities and Social Sciences. (สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ), 2(1), 18-27.
สืบค้นจาก https://so01.tci-thaijo.org/index.php/The_New_Viridian/article/view/247036/169956
- มนตรี แยมกสิกร. (2550, ตุลาคม). การเลือกใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพในงานวิจัยและพัฒนาสื่อ E₁/E₂
และ 90/90 Standard. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 19(1), 1-15. สืบค้นจาก
<https://buuir.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/2315>

- ไมตรี พงศาปาน. (2561). แนวคิดความพึงพอใจ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2556). การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ระพีพร โพธิ์ศรี. (2554). วิทยวิจัยทางการศึกษา. อุดรดิตถ์: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- รัตน บัวสนธิ์. (2556). วิจัยเชิงคุณภาพการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2556). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- โรงเรียนบ้านไร่วิทยา. (2560). หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านไร่วิทยา อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี. อุทัยธานี: โรงเรียนบ้านไร่วิทยา.
- _____. (2565ก). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินขั้นพื้นฐาน (O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562-2564. อุทัยธานี: โรงเรียนบ้านไร่วิทยา.
- _____. (2565ข). รายงานผลการประเมินคุณภาพภายในสถานศึกษา ปี 2564 โรงเรียนบ้านไร่วิทยา อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี. อุทัยธานี: โรงเรียนบ้านไร่วิทยา.
- วัชรพล วิบูลย์ศรีน. (2561). วิธีวิทยาการจัดการเรียนรู้ภาษาไทย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วโร เฟิงสวัสดิ์. (2551). วิธีวิทยาการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2550). เอกสารประกอบการสอนวิชาพัฒนาการเรียนการสอน. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- _____. (2554). การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบ Backward Design. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิรัช วรรณรัตน์. (2558). คณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วิสุทธิ คงกลับ. (2563, มกราคม-เมษายน). รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ MESUK Model สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *คุรุสภาวิทยากร JOURNAL OF TEACHER PROFESSIONAL DEVELOPMENT*, 1(1), 56-63. สืบค้นจาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/withayajarnjournal/article/view/240012>
- เวชฤทธิ์ อังกะภักขจร. (2555). ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและการวิจัย. กรุงเทพฯ: จริยสุนิหวงศ์การพิมพ์.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2 (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โอ. เอส. พรินติ้งค์ เฮ้าส์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2554). ทฤษฎีการประเมิน (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ก). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์.

กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

_____. (2555ข). ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

_____. (2555ค). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

_____. (2558). การศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนไทยการพัฒนา-ผลกระทบ-ภาวะถดถอยในปัจจุบัน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2561). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาศาสตร์ วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2562). ผลการประเมิน PISA 2018 นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้และทำอะไรได้บ้าง. FOCUS ประเด็นจาก PISA, (48), 1-2.

_____. (2564). ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

สมนึก ภัททิยานัน. (2557). การวัดผลการศึกษา. กทม: ประสานการพิมพ์

สมบูรณ์ ต้นยะ. (2545). การประเมินทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

สมาน จันทะดี. (2556). คู่มือปฏิบัติการพัฒนาวิชาชีพครู เกิดเป็นครูทั้งที่เอา ค.ศ.4 ให้ได้.

กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็น.การพิมพ์.

_____. (2560). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: บริษัท สุวีริยาสาส์น จำกัด.

สมาน เอกพิมพ์. (2560). การจัดการเรียนรู้ สิ่งแวดล้อมและการจัดการชั้นเรียนในศตวรรษที่ 21. มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

_____. (2566). ถอดบทเรียนการแก้ไขปัญหาภาวะถดถอยทางการเรียนรู้ (Learning Loss). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.

สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย. (2553). การเรียนรู้ดิจิทัลเทคโนโลยีโรงเรียนมาตรฐานสากล. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติร่วมกับศูนย์บริการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

(2564). รายงานโครงการพัฒนาระบบสถิติข้อมูลและตัวชี้วัดเพื่อใช้ในการบริหารราชการแผ่นดิน ตามยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นที่ 12 การพัฒนาการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ศูนย์บริการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำลี รักสุทธี. (2559). การเขียนแผนการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- สิทธิพล อาจอินทร์. (2564). *ศาสตร์และศิลป์การจัดการเรียนในศตวรรษที่ 21* (พิมพ์ครั้งที่ 4).
ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สิริลักษณ์ พรสุวรรณ์. (2564, มกราคม-เมษายน). การพัฒนารูปแบบการสอน MAT3C Model เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการ สถาบันวิทยาการจัดการแห่งแปซิฟิก*, 7(1), 457-467.
- สืบค้นจาก <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/pacific/article/download/253162/171505>
- สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์, และ พรรณี สินธพานนท์. (2551). การพัฒนาทักษะการคิด ฟิสิกส์การสอน (พิมพ์ครั้งที่ 3 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: เลียงเชียง.
- สุคนธ์ สินธพานนท์, และคณะ. (2562). *หลากหลายวิธีสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพเยาวชนไทย*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรินต์.
- สุชีรา ศุภพิมลวรรณ. (2563). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการสร้าง ความรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ดุษฎีนิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุรัชย์ ขวัญเมือง. (2558). *วิธีสอนและการวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: เทพนิมิตการพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2550). *กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- _____. (2551). *กลยุทธ์การสอนคิดอนาคต*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ, และคณะ. (2551). การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: อี.เค. บุ๊คส์.
- อริสา แก้วทิพย์. (2562). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอน ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสร้งความรู้ผ่านชิ้นงานร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ภาคตัดกรวย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อัมพร ม้าคนอง. (2559). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรินต์ติ้ง เฮาส์.
- อำนาจ บุตรสุริย์. (2563, ตุลาคม-ธันวาคม). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถ ในการคิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 43(4), 34-45.
- อุทุมพร จามรมาน. (2541). *โมเดล. วารสารวิชาการ*, 1(3), 22-25.
- ไอริน ถาวรนนท์. (2561). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

- Anderson, B. F. (1975). *Cognitive psychology: The study of knowing, learning, and thinking*. New York: Academic Press.
- Bist, P. R. (2017, September). Use of GeoGebra in Geometric Construction. *Imperial Journal Of Interdisciplinary Research(IJIR)*, 3(9), 337-347.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Education Objective Handbook I: Cognitive Domain*. New York: David Mackey Company, Inc.
- Bruner, J. S. (1966). *Studies in Cognitive Growth: A Collaboration at the Center for Cognitive Studies*. New York: John Willy and Son.
- Charles, R., & Lester, F. K. (1982). *Teaching Problem Solving : What, Why and How*. Palo Alto, CA: Dale Seymour Publications.
- Clark, D. (2003, October). Instructional. System Design - Analysis Phase. *Computing in Childhood Education*, 1, 3-27.
- Cronbach, L. J. (1971). *Essentials of psychological testing* (4th ed.). New York: Harper & Row.
- Dewey. J. (1976). *Moral Principle in Education*. Boston, MA: Houghton Mifflin Co.
- Dick, W., & Carey, L. (1996). *The systematic design of instruction* (4th ed.). New York: Longman.
- Dikovic, L. (2009, December). Applications GeoGebra into teaching some topics of mathematics at the college level. *Computer Science and Information Systems*, 6(2), 191-203. Retrieved from <https://doi.org/10.2298/CSIS0902191D>
- Dossey, J. (2005). *Developing students' literacy through interdisciplinary applications of mathematics of problem solving [Slides]*. Bangkok.
- Eisner, E. (1976, July-October). Education Connoisseurship and Criticism: Their Form and Function in Education Evaluation. *The Journal of Aesthetic Education*, 10(3/4), 135-150. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/3332067>
- Fisher, B. A. (1987). *Perspective on human communication*. New York: Macmillan.
- Fuadi, I., Minarni, A., & Banjarnahor, H. (2017, March-April). Analysis of Students' Mathematical Students' Mathematical Problem Solving Ability in IX Grade at Junior High School Ar-Rahman Percut. *International Journal of Novel Research in Education and Learning*, 4(2), 153-159. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Ihsan-Fuadi2/publication/319207497_ANALYSIS_OF_STUDENTS'_MATHEMATICAL_PROBLEM_SOLVING_ABILITY_IN_IX_GRADE_AT_JUNIOR_HIGH_SCHOOL_AR-RAHMAN_PERCUT/links/599bdfc10f7e9b892bad25a4/ANALYSIS-OF-STUDENTS-MATHEMATICAL-PROBLEM-SOLVING-ABILITY-IN-IX-GRADE-AT-JUNIOR-HIGH-SCHOOL-AR-RAHMAN-PERCUT.pdf

- Gagne, R. M. (1970). *The Condition of Learning*. New York: Rinchart and Winston.
- Gick, M. L. (1986). Problem Solving Strategies. *Educational Psychologist*, 21, 99-120.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Gunter, M. A., Estes, T. H., & Schwab, J. (1995). *Instruction a model approach*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Heleni, S. (2014, November). Application model learning creative problem solving (CPS) math learning to improve results class VIII SMPN 3 pekanbaru. *International seminar on innovation in mathematics and mathematics education 1st ISIM-MED 2014*, 19(1), 553-562. Retrieved from <https://eprints.uny.ac.id/24311/1/E-64.pdf>
- Herzberg, F., Mausner, B., & Synderman, B. (1959). *The motivation to work*. New York: John Wiley.
- Hohenwarter, M., & Preiner, J. (2007). Dynamic mathematics wit GeoGebra. *The Journal of online Mathematics and Its Applications*, 7(1), 2-12.
- Joyce, B., & Shower, B. (1992). *The Coaching of Teaching*. London: Allyn and Bacon.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2015). *Models of teaching* (9th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Kibler, R. J. (1970). *Behavioral objective and instruction process in selected reading for introduction to the teaching profession*. Barkekey, CA: Mc Cutchan.
- Kotler, P. (2000). *Marketing Management: The Millennium Edition*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Krulik, S., & Reys, R. E. (1980). *Problem Solving in School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem – Solving: A Handbook for Elementary School Teachers*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- LeBlance, J. F. (1977, November). You can teach problem solving. *Arithmetic Teacher*, 25(2), 17-25.
- Novriani, M. R., & Surya, E. (2017, May). Analysis of student difficulties in mathematics problem solving ability at MTs SWASTA IRA Medan. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 33(3), 63-75. Retrieved from <https://www.gssrr.org/index.php/JournalOfBasicAndApplied/article/view/7437/3479>

- Peranginangin, S. A., & Surya, E. (2017, May). An analysis of students' mathematics problem solving ability in VII grade at smp negeri 4 pancurbatu. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 33(2), 57-67. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Edy-Surya-2/publication/317577870_An_Analysis_of_Students%27_Mathematics_Problem_Solving_Ability_in_VII_Grade_at_SMP_Negeri_4_Pancurbatu/links/5940c86a0f7e9ba171b2803c/An-Analysis-of-Students-Mathematics-Problem-Solving-Ability-in-VII-Grade-at-SMP-Negeri-4-Pancurbatu.pdf
- Polya, G. (1973). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method* (2nd ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Preiner, J. (2008). *Introducing dynamic mathematics software to mathematics teacher: The case of GeoGebra*. Austria: University of Salzburg. Retrieved from <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15003.05921>
- Reys, R. E., Rogers, A., Bennett, S., Cooke, A., Robson, K., Ewing, B., & West, J. (1992). *Helping Children Learn Mathematics*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Saylor, J. G., Alexander, W. M., & Lewis, A. J. (1981). *Curriculum Planning for Better Teaching and Learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Scannell, D. P., & Tracy, D. B. (1975). *Testing and measurement in the classroom*. Boston: Houghton Mifflin.
- Seels, B., & Glasgow, Z. (1990). *Exercises in Instructional Design*. Columbus, OH: Merrill Publishing Company.
- Suydam, M. N. (1980). *Untangling Clues from Research on Problem Solving Problem Solving in School Mathematics*. Washington, DC: National Council of Teachers of Mathematics.
- Weir, J. J. (1974). Problem Solving Is Everybody's Problem. *Science Teacher*, 4, 16-18.
- Ziatdinov, R., & Valles, J. R. (2022, January). Synthesis of Modeling, Visualization, and Programming in GeoGebra as an Effective Approach for Teaching and Learning STEM Topics. *Mathematics*, 10(3), 1-16. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2227-7390/10/3/398>

ภาคผนวก

นางสมบัวคำ กองสิงห์

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

นางสมบัวคำ กองสิงห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 1

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบและประเมินเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

แบบวิเคราะห์เอกสาร

แบบสัมภาษณ์ครู

แบบสัมภาษณ์นักเรียน

ประเด็นในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship)

แผนการจัดการเรียนรู้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบสอบถามความพึงพอใจ

คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

ที่	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	สถานที่ทำงาน	ความเชี่ยวชาญ
1	รองศาสตราจารย์ประทีป จันทรังษ	ข้าราชการบำนาญ อดีต อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อดีต ผู้อำนวยการสำนักทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อดีต ผู้อำนวยการสถาบันทดสอบทางการศึกษา แห่งชาติ (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2548-2549	การวัดผล
2	ดร.วีรวัฒน์ ไทยข้า	อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์	หลักสูตร
3	ดร.แคทรียา แสงดาวเทียน	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท	การจัดการ เรียนรู้
4	นายวัชรพัฐ มะธิตะโน	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท	การจัดการ เรียนรู้
5	ดร.เสาวลักษณ์ บุญจันทร์	อดีต ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดทัพหมั่น ปัจจุบัน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาอุทัยธานี เขต 2 วิทยาลัยนวัตกรรมการศึกษา	การวัดผล

รายนามผู้เชี่ยวชาญ ชุดที่ 2

ในการสัมมนาอิงผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) ประเมินด้านความเหมาะสมและด้านความเป็นไปได้
ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ที่	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	สถานที่ทำงาน	ความเชี่ยวชาญ
1	ดร.เพ็ญภา แก้วเขียว	รองผู้อำนวยการสำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	การวัดผล
2	ดร.เปรมฤทัย เลิศบำรุงชัย	รองผู้อำนวยการสำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	หลักสูตร
3	ดร.กนก ยนต์ชัย	ผู้อำนวยการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท ปัจจุบัน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ วิทยฐานะเชี่ยวชาญ	หลักสูตร
4	ดร.นพรัตน์ ไผ่สนธิ์	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท	การวัดผล
5	ดร.แคทรียา แสงดาวเทียน	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท	การจัดการเรียนรู้
6	นายวัชรพัฐ มะธิตะโน	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุทัยธานี ชัยนาท	การจัดการเรียนรู้
7	ดร.เสาวลักษณ์ บุญจันทร์	อดีต ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดทัพหมั่น ปัจจุบัน ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาอุทัยธานี เขต 2 วิทยฐานะเชี่ยวชาญ	การวัดผล

การคิด คือรากฐานของปัญญา
การเข้าใจปัญหา คือทางออกของการแก้ไข