

การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นางลัดขันธ์ ฉิมทัด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
มิถุนายน 2561  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา  
วิทยานิพนธ์ของ นางสาวณิชา ภูมิพัฒน์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

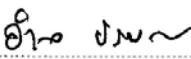
.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร)

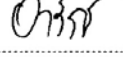
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธินี เลิศประไพ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน


(รองศาสตราจารย์ ดร.อำพล ชุรรวมเจริญ)

.....กรรมการ

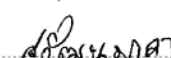
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธินี เลิศประไพ)

.....กรรมการ

(ดร.วนิดา พงษ์ศักดิ์ชาติ)

.....กรรมการ

(ดร.เอกพงษ์ สุวัฒน์มาลา)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกกรฐ ศรีสุข)

วันที่ ๗ เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2561

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่ง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิตี เลิศประไพ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความเมตตากรุณา เสียสละเวลาให้แนวคิดที่ถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.อำพล ธรรมเจริญ ประธาน ดร.วนิดา พงษ์ศักดิ์ชาติ และดร.เอกพงษ์ สุวัฒน์มาลา กรรมการ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขและวิจารณ์ผลงาน เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ภคพงศ์พันธุ์ ดร.คงรัฐ นवलเปง นางสาวสุเทียร จิตต์โคตร์ ที่ได้กรุณาในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แก้ไขและให้คำแนะนำต่าง ๆ ตลอดจนให้คำปรึกษาและกำลังใจเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารและคณะครู โรงเรียนถลางพระนางสร้าง ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการทดลองใช้เครื่องมือ

ขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารและคณะครู โรงเรียนเมืองถลาง ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพเครื่องมือ และดำเนินการทดลอง จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ ๆ นิติศปริญญาโท สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา ที่คอยให้การช่วยเหลือมาโดยตลอดจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

คุณความดีทั้งหลายอันเกิดจากการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของ บิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัยทั้งในอดีตและปัจจุบัน ทำให้ผู้วิจัยเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

นงลักษณ์ นิมทัต

57921172: สาขาวิชา: คณิตศาสตร์ศึกษา; วท.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)

คำสำคัญ: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย/ เทคนิคเพื่อนคู่คิด/ เลขยกกำลัง

นางลักษณ์ นิมิตต์: การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (CONSTRUCTION OF MATHEMATICS (LEARNING ACTIVITIES BY USING INDUCTION METHOD AND THINK-PAIR-SHARE TECHNIQUE ON POWER FOR MATHAYOMSUKSA1 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: อาริรักษ์ ชัยวร, วท.ด. สาธินี เลิศประไพ, ปร.ด. 199 หน้า ปี พ.ศ. 2561.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพ 80/ 80 และเพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 82 คน โรงเรียนเมืองกลาง จังหวัดภูเก็ต ที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องเลขยกกำลังมาแล้ว ซึ่งได้มาจากการรับสมัครนักเรียนด้วยความสมัครใจ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน ใช้เวลาเรียน 14 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ได้ทำการพัฒนาเครื่องมือต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพจนสามารถนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยปรากฏว่า กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_1/ E_2$ ) เท่ากับ 82.51/ 80.06 มีค่าดัชนีประสิทธิผลร้อยละ 41.39

57921172: MAJOR: MATHEMATICS EDUCATION; M.Sc. (MATHEMATICS EDUCATION)

KEYWORDS: INDUCTION METHOD/ THINK-PAIR-SHARE TECHNIQUE/ POWER

NONGLUK CHIMTUT: CONSTRUCTION OF MATHEMATICS (LEARNING ACTIVITIES BY USING INDUCTION METHOD AND THINK-PAIR-SHARE TECHNIQUE ON POWER FOR MATHAYOMSUKSA1 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: AREERAK CHAIWORN, Ph.D., SATINEE LERTPRAPAI, Ph.D. 199 P. 2018.

The purposes of this research were to develop (Lesson for teaching mathematics on the topic of Power for mathayomsuksa1 students based on the efficiency 80/80, to find out the Effectiveness Index of mathematics (Learning activities by using induction method and Think-Pair-Share technique on Power for mathayomsuksa1 students. The sample group was 82 students who studied in mathayomsuksa1 and used to study on Power at Muangthlang School, Phuket Province, in 2<sup>nd</sup> Semester of 2017 Academic Year. The participants were voluntarily recruited. The research instruments included (Learning activities plans and mathematical (Learning achievement tests.

The results of this research were shown that the efficiency of the Mathematics (Lesson was 82.51/ 80.06, the Effectiveness Index was 41.39%.

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
สารบัญ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ช
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่	
1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	5
สมมติฐานของการวิจัย .....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย .....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	11
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551: กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ .....	11
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย .....	19
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด .....	29
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ .....	43
การหาประสิทธิภาพ .....	62
การหาดัชนีประสิทธิผล.....	65
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	66
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	70
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	70
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	70

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	71
การดำเนินการวิจัย.....	80
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	81
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	82
4 ผลการวิจัย.....	85
ตอนที่ 1 การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิค เพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพ .....	85
ตอนที่ 2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	87
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	88
สรุปผลการวิจัย.....	89
อภิปรายผลการวิจัย.....	89
ข้อเสนอแนะ.....	93
บรรณานุกรม.....	95
ภาคผนวก.....	102
ภาคผนวก ก.....	103
ภาคผนวก ข.....	113
ภาคผนวก ค.....	135
ภาคผนวก ง.....	142
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	199

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง.....	16
2-2 มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา.....	17
2-3 มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา .....	17
2-4 มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวน ไปใช้.....	18
2-5 มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์.	36
3-1 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 .....	72
3-2 การวิเคราะห์ข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด .....	77
3-3 แบบแผนการวิจัย .....	80
4-1 ค่าเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวแรก (E1) ของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน 82 คน .....	85
4-2 ค่าเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวหลัง (E2) ของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน 82 คน .....	86
4-3 ค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 .....	87
ข-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน .....	114
ข-1 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์ IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 .....	128



## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-3 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (หลังเรียน) เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 .....	130
ข-4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	132
ค-1 คะแนนสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 .....	136
ข-4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	132

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	10

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 56) จากความสำคัญของคณิตศาสตร์จะเห็นได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์เป็น 1 ใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 8) โดยที่วิชาคณิตศาสตร์แบ่งเป็น 6 สาระการเรียนรู้ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ทักษะ ได้แก่ 1) การแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 4) การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และ 5) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551, หน้า 1-3)

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์มีสำคัญต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ และมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 56) แต่ความสามารถทางวิชาการโดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งพิจารณาได้จากผล การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านขั้นพื้นฐาน (O-NET) ซึ่งเป็นการทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2557-2559 พบว่าทั้ง 3 ปี คะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 29.65, 32.40 และ 29.31 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 สอดคล้องกับผลคะแนนเฉลี่ย (O-NET) ของนักเรียน โรงเรียนเมืองกลาง จังหวัดภูเก็ต โดยมีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์ ในปี การศึกษา 2557-2559 เท่ากับ 27.96, 31.46 และ 27.73 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งไม่เป็นที่น่าพอใจ (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ องค์การมหาชน [สทศ.], 2559) โดยเฉพาะในปีการศึกษา 2559

มีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์น้อยที่สุด และเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วพบว่า มาตรฐานการเรียนรู้ ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง และ ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยเพียง 26.73 และ 9.58 คะแนนตามลำดับ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 และสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ทั้งนี้ มาตรฐานการเรียนรู้ ค 1.1 และ ค 1.2 จัดอยู่ในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และจากการพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองกลาง จังหวัดภูเก็ต ในปีการศึกษา 2559 ภาคเรียนที่ 1 พบว่า เนื้อหาส่วนที่ได้คะแนนน้อยที่สุด คือ เรื่อง เลขยกกำลัง มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 10.55 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.75 คะแนน ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 70 (ฝ่ายวิชาการ โรงเรียนเมืองกลาง, 2559) สอดคล้องกับการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองกลาง จังหวัดภูเก็ต ที่กล่าวว่า เนื้อหาสาระ เรื่อง เลขยกกำลัง ส่วนใหญ่เป็นบทนิยามและทฤษฎีบท ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ยากและเกิดความสับสนได้ง่าย ส่วนด้านตัวผู้เรียน พบว่านักเรียนเน้นเพียงการหาคำตอบ อาศัยเพียงการท่องจำไม่ได้เกิดจากการทำความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ได้ ดังเห็นได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน (สุภักดิ์ สังข์รักษ์, ศุภลักษณ์ ขุนนำ และรัตติยา เครือเครา, สัมภาษณ์, 12 เมษายน 2560)

เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ เป็นเพราะครูยังคงใช้วิธีการสอนแบบอธิบายประกอบการยกตัวอย่างให้นักเรียนฟัง เน้นความจำ เรื่องสูตร บทนิยาม และวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยครูเขียนสิ่งที่อธิบายทั้งหมดให้นักเรียนดูบนกระดานดำ สิ่งนี้นักเรียนได้รับจึงเป็นความรู้ความจำเท่านั้น แต่ไม่ได้ฝึกกระบวนการคิด มุ่งเน้นไปที่ความรวดเร็วในการได้มาซึ่งคำตอบมากกว่าพิจารณาที่กระบวนการคิดของนักเรียน (กิตติพัฒน์ตระกูล, 2546, หน้า 54-56) และสอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2547, หน้า 62) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน หรือขาดความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทำให้ไม่สามารถใช้ความรู้ ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาได้ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่ง คือ การเรียนการสอนที่ไม่ได้เน้นการเข้าใจความหมาย แต่เน้นที่ขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จ ซึ่งผลที่ตามมา คือ นักเรียนจดจำวิธีการแก้ปัญหาโดยขาดความรู้ ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี (2555, หน้า 9-10) ที่เสนอว่า การที่นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการมากเกินไป ทำให้นักเรียนมีความคิดคำนวณตามขั้นตอนอย่างไม่มี ความหมายหรือ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนได้เห็นวิธีการที่กระทำให้เห็นเป็นตัวอย่างหนึ่งแล้วนักเรียนเพียงแค่เลียนแบบ เทคนิควิธีเหล่านั้น ไม่ได้เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทำให้เกิดข้อจำกัดในการตรวจสอบ แก้ไข ข้อผิดพลาด ส่งผลให้นักเรียนไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ ครูควรปรับปรุงรูปแบบวิธีการสอน โดยลดบทบาทจากการเป็นผู้บรรยายมาเป็นผู้คอยซักถามปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนคิดและคอยเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน อีกทั้งครูควรค้นหาวิธีการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเรียนด้วยความสนุก ไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน สร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีการทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนอยากเรียนคณิตศาสตร์ (ยุพิน พิพิธกุล, 2539, หน้า 3-4) ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนแบบต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น ซึ่งวิธีการดังกล่าว จะต้องช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างมีความหมาย และรู้จักคิดวิเคราะห์ ไตร่ตรองด้วยเหตุผล และสามารถจับหลักการ หรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้หลักการ/แนวคิด หรือ ข้อความรู้อย่างต่าง ๆ อย่างเข้าใจ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจรูปแบบหนึ่ง คือ การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นการจัดการเรียนรู้ จากส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่ โดยการนำตัวอย่าง ข้อมูล เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ ที่มีหลักแฝงอยู่ ให้นักเรียนศึกษา สังเกต ทดลอง เปรียบเทียบ วิเคราะห์จนสามารถสรุปหลักการ กฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นผู้เสนอข้อมูลและใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดการสังเกตข้อมูลที่ครูเสนอให้ ซึ่งถือเป็นกิจกรรมที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจอย่างชัดเจน (ชมขนาด เชื้อสุวรรณทวี, 2542, หน้า 70; ฉันท ชาติทอง, 2550, หน้า 196) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยจะให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดความเข้าใจ และจดจำได้ดี ได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ นักเรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้ หลักการ แนวคิด และกระบวนการคิด ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ได้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, หน้า 18; ฉันท ชาติทอง, 2550, หน้า 196; ทิสนา แคมมณี, 2554, หน้า 342) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนิโรจน์ ดูเหว่า (2554, หน้า 66) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณและการหารเศษส่วน โดยใช้วิธีการอุปนัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มมากขึ้นมากกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนน

เฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับร้อยละ 51.92 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 82.69 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดไว้ร้อยละ 75 และงานวิจัยของธินรัตน์ สังห (2556, หน้า 124-125) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัย เรื่อง สถิติ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.30 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของปวีศ นันทรัตน์กุล (2558, หน้า 77) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจในทฤษฎีบทหลักมูลของแคลคูลัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ผสมผสานกับการสอนแบบอุปนัย โรงเรียนบรมราชินีนาถราชวิทยาลัย จังหวัดราชบุรี พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน เรื่อง ทฤษฎีบทหลักมูลของแคลคูลัส โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ผสมผสานกับการสอนแบบอุปนัย มีคะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 1 เท่ากับ 14.78 คะแนน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์กับคะแนนสอบหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แต่ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยก็ยังมีข้อจำกัด คือหากนักเรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิด และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม อาจไม่เกิดผลที่ต้องการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดที่จะนำเทคนิคหรือวิธีการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่นมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย และเทคนิคที่น่าสนใจที่ช่วยให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และยังส่งเสริมทักษะ การทำงานร่วมกัน นั่นคือ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, หน้า 161) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือนี้มีเทคนิคที่หลากหลายที่จะช่วยส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ และหนึ่งในเทคนิคที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน และเกิดกระบวนการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม อันจะช่วยให้ประสบความสำเร็จในการเรียนมากกว่าการคิดโดยลำพังเพียงคนเดียว นั่นคือ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบุญชม ศรีสะอาด (2537, หน้า 120) ที่กล่าวว่า การเรียนเป็นคู่จะทำให้เกิดการเรียนรู้และมีความเข้าใจในเรื่องที่เรียนอย่างเข้มข้น เนื่องจากจะต้องศึกษาเรื่องที่ได้รับความหมายเพื่อที่จะสามารถร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็น ร่วมกันคิดหาคำตอบต่อเพื่อนที่เป็นคู่เรียนได้ ซึ่งจากการที่นักเรียนแต่ละคู่ได้ร่วมกันทำแบบฝึกหัด จะทำให้นักเรียนสามารถจดจำเนื้อเรื่อง และสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ได้นานกว่า

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด เป็นกลยุทธ์การสอนรูปแบบหนึ่งที่ทำให้ให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม โดยเริ่มจากครูตั้งประเด็นปัญหาให้นักเรียนแต่ละคนคิดแล้วนำคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้ไปอภิปรายกับคู่ของตน จนได้คำตอบที่ดีที่สุด จากนั้นนำมาเสนอให้เพื่อนในชั้นฟัง (สมศักดิ์ สันธุระเวช, 2544, หน้า 33; สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, หน้า 138) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด ยังเป็นเทคนิคที่ครูสามารถใช้คู่กับวิธีสอนแบบอื่น โดยครูตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้นักเรียน แต่ละคนคิดหาคำตอบของตนเองก่อนแล้วจับคู่กับเพื่อนอภิปรายคำตอบ เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องแล้วจึงนำคำตอบไปอธิบายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและทักษะการสื่อสาร กล่าวแสดงความคิดเห็น และสามารถนำไปใช้ได้เร็วไม่ต้องใช้เวลาเตรียมการมาก (ลักขณา สรวิวัฒน์, 2557, หน้า 202; สมบัติ การจนารักพงศ์, 2547, หน้า 12) อีกทั้งในงานวิจัยของราชินี ภูพิชกรกุล (2551, หน้า 86) ที่ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนแบบนิรภัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิดและวิธีการสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังใช้วิธีการสอนแบบนิรภัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิดสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้วิธีการสอนแบบนิรภัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิดสูงกว่านักเรียนที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยมาใช้ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาก่อสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพ
2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

## สมมติฐานของการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/ 80
2. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มากกว่าร้อยละ 20

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน
2. เป็นแนวทางสำหรับครู และผู้ที่สนใจในการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้ นำไปใช้ในเรื่องอื่นต่อไป

## ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
  - 1.1 ประชากร
 

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองกลาง อำเภอดงหลวง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งกำลังศึกษาในปีการศึกษา 2560 จำนวน 11 ห้องเรียน รวม 419 คน
  - 1.2 กลุ่มตัวอย่าง
 

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองกลาง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2560 โดยผ่านการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง มาแล้วด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ได้มาจากการรับสมัครด้วยความสมัครใจของประชากร จำนวน 82 คน ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรของ Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ระดับความคลาดเคลื่อน 10% จำนวนกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมดซึ่งสอดคล้องกับบุญชม ศรีสะอาด (2535, หน้า 38 อ้างถึงใน พรธณี ลีกิจวัฒน์, 2554, หน้า 140-141) ที่เสนอเกณฑ์การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่คิดเป็นร้อยละว่า ขนาดประชากรจำนวนหลักร้อย (100-999) ขนาดกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 15-30 ของประชากร



## 2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ 1 ค 21101 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง เลขยกกำลัง ซึ่งบรรจุในหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานเล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ที่ประกอบด้วยหัวข้อ ดังต่อไปนี้

2.1 ความหมายของเลขยกกำลัง

2.2 การดำเนินการของเลขยกกำลัง

2.3 การนำไปใช้

## 3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ซึ่งใช้เวลาในการทดลองทั้งหมด 16 ชั่วโมง แบ่งเป็นการทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง การสอน 14 ชั่วโมง และการทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง

## 4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4.2.2 ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัย หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการที่ครูยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นแบบรูป โดยการสังเกต เปรียบเทียบ และพิจารณาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่ครูนำเสนอ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป หลักการ หรือกฎเกณฑ์ด้วยตนเอง

2. กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิคเพื่อนคู่คิด หมายถึง กลยุทธ์การสอนรูปแบบหนึ่งที่ทำให้ นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม โดยเริ่มจากครูตั้งประเด็นปัญหาให้นักเรียนแต่ละคนคิดแล้วนำคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้ไปอภิปรายกับคู่ของตน จนได้คำตอบที่ดีที่สุด จากนั้นมานำเสนอให้เพื่อนในชั้นฟัง

3. กิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบอุปนัยเพื่อให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเอง ผสมผสานกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ความเข้าใจนั้นไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่ และเพื่อนร่วมชั้นต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เตรียมตัวนักเรียนด้วยการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมที่เกี่ยวข้อง โดยครูใช้คำถามนำเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ของเรื่องที่จะเรียน

3.2 ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ครูยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง โดยตัวอย่างจะต้องครอบคลุมลักษณะเฉพาะของหลักการนั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถสังเกต เปรียบเทียบ และหาลักษณะร่วมของตัวอย่างเหล่านั้นได้

### 3.3 ขั้นเปรียบเทียบ

3.3.1 นักเรียนคิดเป็นรายบุคคล (Think) เพื่อทำการสังเกต เปรียบเทียบ ค้นหา ลักษณะร่วมของตัวอย่างเหล่านั้น โดยครูคอยตั้งคำถาม และกระตุ้นนักเรียนให้รู้จักสร้าง ความสัมพันธ์ของส่วนที่เหมือนกัน นักเรียนอาจเขียนข้อสรุปที่ได้ลงในใบกิจกรรมของตัวเอง

3.3.2 นักเรียนคิดเป็นคู่ (Pair) เพื่อปรึกษา และอภิปรายความเข้าใจ ข้อสรุป หลักการของตน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นจนได้คำตอบที่ดีที่สุด และคิดว่าถูกต้องแล้ว

3.4 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูสุ่มนักเรียนออกมาอภิปราย (Share) ข้อสรุปที่ได้เป็นคู่หน้าชั้นเรียน ในระหว่างที่นักเรียนบางคู่ออกมานำเสนอ นักเรียนคนอื่น ๆ สามารถยกมือแสดงความคิดเห็นหรือนำเสนอข้อสรุป หรือหลักการของตนเองได้ และครูคอยให้แนะนำหรืออธิบายเพิ่มเติม จนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง ชัดเจน และนักเรียนเกิดความเข้าใจตรงกัน

3.5 ขั้นนำไปใช้และประเมินผล เป็นขั้นทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการที่ครูเตรียมตัวอย่าง หรือแบบฝึกหัดที่หลากหลาย มาให้นักเรียนได้นำข้อสรุปที่นักเรียนสรุปได้มาประยุกต์ใช้ และประเมินผลจากการตรวจแบบฝึกหัด หรือใบงาน และการสอบย่อยหลังเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อดูว่านักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

5. ประสิทธิภาพเกณฑ์ 80/ 80 หมายถึง ค่า ( $E_1$ /  $E_2$ ) ที่กำหนดขึ้น เพื่อต้องการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้ได้มาตรฐาน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 80/ 80 ดังนี้

80 ตัวแรก ( $E_1$ ) หมายถึง ประสิทธิภาพกระบวนการ

80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) หมายถึง ประสิทธิภาพผลลัพธ์

ประสิทธิภาพกระบวนการ หมายถึง ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อยรายหน่วยการเรียนรู้

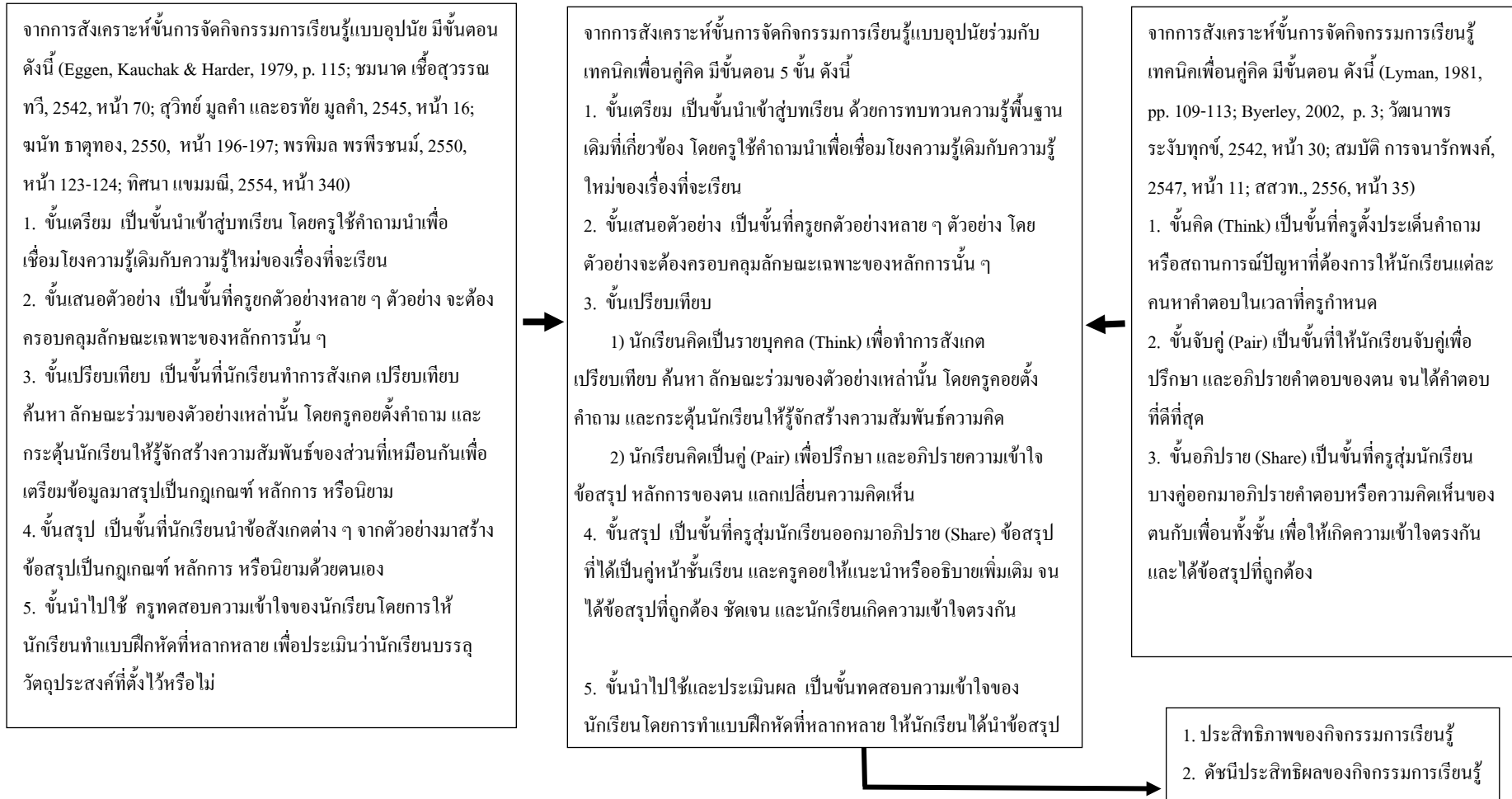
ประสิทธิภาพผลลัพธ์ หมายถึง ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน

6. ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง ตัวเลขที่แสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง ในการเปรียบเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนทดสอบก่อนเรียน กับคะแนนทดสอบหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ซึ่งผู้วิจัยตั้งเกณฑ์ร้อยละ 20 เพราะนักเรียนเคยได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง เลขยกกำลัง มาแล้ว

7. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนประเมินความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยจำแนกพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

8. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติมาแล้ว เรื่อง เลขยกกำลัง ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนเมืองกลาง อำเภอดงหลวง จังหวัดสุพรรณบุรี

## กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย โดยจะนำเสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551: กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.1 ความสำคัญของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.2 คุณภาพของนักเรียน
  - 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
  - 1.4 ตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง เลขยกกำลัง
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย
  - 2.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย
  - 2.2 วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย
  - 2.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย
  - 2.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด
  - 3.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ
  - 3.2 เทคนิควิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ
  - 3.3 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ
  - 3.4 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด
  - 3.5 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด
  - 3.6 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 4.2 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
  - 4.3 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 4.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี
  - 4.5 ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 4.6 แนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ
- 4.7 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 4.8 การวิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- 5. การหาประสิทธิภาพ
- 6. การหาดัชนีประสิทธิผล
- 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 7.1 งานวิจัยต่างประเทศ
  - 7.2 งานวิจัยในประเทศ

## หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551: กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้นเพื่อให้สถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาและการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้จะช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในทุกระดับเห็นถึงผลคาดหวังที่ต้องการในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนที่ชัดเจน ทำให้การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษามีคุณภาพและมีความเป็นเอกภาพยิ่งขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 2) มีรายละเอียด ดังนี้

### 1. ความสำคัญของหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 56)

### 2. คุณภาพของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดคุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 60)

2.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถ

ดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ใน ชีวิตจริงได้

2.3 สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียน และสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

2.4 มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูป สามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

2.5 สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

2.6 สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

2.7 สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

2.8 เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชยฐาน และฐานนิยมของ ข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณา ข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

2.9 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2.10 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากการกำหนดคุณภาพนักเรียน ผู้วิจัยจะเน้นคุณภาพนักเรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลัง การดำเนินการของเลขยกกำลัง และนำความรู้เรื่องเลขยกกำลังไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ รวมทั้งนักเรียนสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

### 3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ 6 สาระ 14 มาตรฐาน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 13)

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

- มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง
- มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา
- มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา
- มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

- มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด
- มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

- มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ



มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และ ฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจน แปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการ คำนวณได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้

ดังนี้

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การ เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ข้างต้น มีการกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในกลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้งหมด 6 สาระ 14 มาตรฐาน ซึ่งสาระและมาตรฐานที่ผู้วิจัยนำมาใช้ ประกอบงานวิจัยในครั้งนี้คือ

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้ จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

ดังนี้

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

#### 4. ตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง เลขยกกำลัง

ผู้วิจัยศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

ตารางที่ 2-1 มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 1	1. ระบุหรือยกตัวอย่าง และเปรียบเทียบจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม	- จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ศูนย์ เศษส่วนและทศนิยม - การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม
	2. เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และเขียนแสดงจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (Scientific notation)	เศษส่วนและทศนิยม เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม - การเขียนแสดงจำนวนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ( $A \times 10^n$ เมื่อ A และ n เป็นจำนวนเต็ม)

ตารางที่ 2-2 มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 1	<p>1. บวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม และนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของจำนวนเต็ม</p> <p>2. บวก ลบ คูณ หารเศษส่วนและทศนิยม และนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ การหาร และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ การคูณกับการหารของเศษส่วนและทศนิยม</p> <p>3. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม</p> <p>4. คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม</p>	<p>- การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม</p> <p>- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนเต็ม การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนและทศนิยม</p> <p>- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยม</p> <p>- เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม</p> <p>- การคูณและการหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม</p>

ตารางที่ 2-3 มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 1	<p>1. ใช้การประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงใช้ในการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณ</p>	<p>การประมาณค่าและการนำไปใช้</p>

ตารางที่ 2-4 มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 1	1. นำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการแก้ปัญหา	- ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับ และการนำไปใช้ - การนำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 2-5 มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 1	1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม 3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม 4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน 5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ 6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	-

จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังกล่าว  
ในการนี้ผู้วิจัยใช้หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เลขยกกำลัง ซึ่งมีตัวชี้วัดดังนี้

มาตรฐาน ค 1.1 ม. 1/2 เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และ  
เขียนแสดงจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (Scientific notation)

มาตรฐาน ค 1.2 ม. 1/3 อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วนและ  
ทศนิยม

มาตรฐาน ค 1.2 ม. 1/4 คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็น  
จำนวนเต็ม

มาตรฐาน ค 6.1 ม. 1/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อ  
ความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน

## การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

### 1. ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้  
ดังนี้

ลาดีซาร์บอล (Lardizabal, 1970, pp. 29-32 อ้างถึงใน ไพศาล แผลงทับทอง, 2558,  
หน้า 18) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การอุปนัยเป็นวิธีการหาข้อเท็จจริงโดยผ่าน  
ขั้นตอนการอุปนัย โดยการนำสถานการณ์หลาย ๆ สถานการณ์หรือตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างมาให้  
นักเรียนได้ศึกษา สังเกตและเปรียบเทียบ จากนั้นจึงนำส่วนสำคัญที่มีเหมือนหรือคล้ายกันมาสรุป  
เป็นกฎเกณฑ์ทั่ว ๆ ไป รายละเอียดต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันนั้น จะนำไปสู่การสร้างบทสรุปสุดท้าย บท  
นิยาม กฎ หลักการ หรือสูตร

เอ็กเก็น คูซาคัน และแฮเดอร์ (Eggen, Kauchak, & Harder, 1979, p. 115 อ้างถึงใน  
ธีณรัตน์ สังห, 2558, หน้า 12) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นกิจกรรมที่ทำให้  
นักเรียนเกิดมโนทัศน์และหลักการทั่ว ๆ ไป โดยครูจะเป็นผู้เสนอข้อมูลและใช้คำถามเพื่อให้  
นักเรียนเกิดการสังเกตข้อมูลที่ครูเสนอให้

สิธุ (Sidhu, 1981, pp. 106-107 อ้างถึงใน สิมาภรณ์ แทนศิลา, 2558, หน้า 20-21) กล่าว  
ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นการมองจากรูปธรรมไปสู่สิ่งที่ เป็นนามธรรม และจาก  
ตัวอย่างไปสู่สิ่งที่ เป็นกฎเกณฑ์ทั่ว ๆ ไป เป็นวิธีการที่จะสร้างกฎเกณฑ์โดยการนำตัวอย่างที่เป็น  
รูปธรรมเข้ามาช่วย เพื่อที่จะหาข้อเท็จจริงทั่ว ๆ ไป โดยจะแสดงว่าถ้ามันเป็นจริงในกรณีเฉพาะแต่  
ละกรณีและมีการให้เหตุผลที่เพียงพอแล้วจะเป็นจริงในทุก ๆ กรณี ซึ่งสูตร หรือกฎเกณฑ์ทั่ว ๆ ไป

ที่ได้จะต้องผ่านกระบวนการให้เหตุผลและแก้ปัญหา หลังจากยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นรูปธรรมจนเกิดความเข้าใจ และนักเรียนก็สามารถที่จะประสบความสำเร็จในการหากฎเกณฑ์ทั่ว ๆ ไปได้

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542, หน้า 70) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นวิธีการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยวิธียกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นรูปแบบ นักเรียนต้องใช้การสังเกตเปรียบเทียบ รูปแบบที่เหมือนกัน มีลักษณะร่วมกันนำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งเป็น การค้นพบด้วยการสังเกต ฝึกสัมพันธ์ความคิด ทำให้เข้าใจได้อย่างชัดเจน ฝึกทักษะกระบวนการคิด ใช้เหตุผล ช่างสังเกต สามารถหาข้อสรุปด้วยตนเอง การยกตัวอย่างจะต้องมากพอที่จะให้นักเรียน สามารถสรุปมโนทัศน์ (Concept) ได้ และถ้าเป็นเรื่องที่ยาวและยากเกินไปจะทำให้เสียเวลา ครู จะต้องเลือกเนื้อหา และวิธีการสอนให้เหมาะสมสัมพันธ์กัน ต้องเตรียมการสอน เตรียมตัวเป็นอย่างดี

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 15) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ครูสอนจากรายละเอียดปลีกย่อยหรือส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่ หรือ กฎเกณฑ์ หลักการ ข้อเท็จจริง หรือข้อสรุป โดยการนำเอาตัวอย่าง ข้อมูล เหตุการณ์ หรือ ปรากฏการณ์ที่มีหลักการแฝงอยู่มาให้นักเรียนศึกษา สังเกต ทดลอง เปรียบเทียบ หรือวิเคราะห์จน สามารถสรุปหลักการ หรือกฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเอง

ฉันท ชาติทอง (2550, หน้า 196) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นการจัดการเรียนรู้รายละเอียดปลีกย่อย หรือจากส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่ กฎเกณฑ์ หลักการ ข้อเท็จจริง โดยการนำตัวอย่าง ข้อมูล เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ ที่มีหลักแฝงอยู่ให้นักเรียนศึกษา สังเกต ทดลอง เปรียบเทียบ วิเคราะห์จนสามารถสรุปหลักการ กฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเอง

พรพิมล พรพิรชนม์ (2550, หน้า 123) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นวิธีจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เริ่มจากการศึกษารายละเอียดปลีกย่อยไปหากฎเกณฑ์ หรือส่วนรวม เป็นการสอนจากตัวอย่างไปหากฎเกณฑ์ หลักการ ข้อเท็จจริง หรือข้อสรุป โดยให้นักเรียนทำการศึกษา สังเกต ทดลอง เปรียบเทียบแล้วพิจารณาค้นหาองค์ประกอบที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันจาก ตัวอย่างต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

ทิสนา แคมมณี (2554, หน้า 340) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการนำ ตัวอย่าง/ ข้อมูล/ ความคิด/ เหตุการณ์/ สถานการณ์/ ปรากฏการณ์ ที่มีหลักการ/ แนวคิด ที่ต้องการ สอนให้แก่นักเรียน มาให้นักเรียนศึกษาวิเคราะห์ จนสามารถดึงหลักการ/ แนวคิดที่แฝงอยู่ออกมา เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป กล่าวอย่างสั้น ๆ ได้ว่า เป็นการสอนที่ให้นักเรียนสรุป

หลักการจากตัวอย่าง ๆ ด้วยตนเอง

เวททิ อังกะภทขจร (2555, หน้า 82) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นการสอนที่ครูจะยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเห็นรูปแบบ โดยนักเรียนจะต้องสังเกตเพื่อหา ลักษณะร่วมของตัวอย่างที่ครูนำเสนอเพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุป

จากความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ตามที่นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายไว้สามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นกระบวนการ เรียนรู้ที่เริ่มต้นการมองจากรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม กล่าวคือครูยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนเห็นแบบรูป โดยการสังเกต เปรียบเทียบ และพิจารณาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่ครู นำเสนอ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป หลักการ หรือกฎเกณฑ์ด้วยตนเอง

## 2. วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ อุปนัย ไว้ดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2539) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อให้ค้นพบกฎเกณฑ์ที่สำคัญด้วยการสังเกตตัวอย่างที่มีจำนวนมากเพียงพอแล้ว กำหนดนัยทั่วไป
2. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง และรู้จักสัมพันธ์ความคิด
3. เพื่อช่วยให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต รู้จักคิดและไตร่ตรองด้วยเหตุผลและหาข้อสรุป ด้วยตนเอง ไม่จำเป็นต้องขึ้นอยู่กับครูเสมอไป

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 15) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ อุปนัยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต การคิดวิเคราะห์ ทำให้เกิดการ เรียนรู้และสามารถสรุปหรือค้นพบหลักการ กฎเกณฑ์ ประเด็นสำคัญ หรือความจริงได้ด้วยตนเอง

ชาญชัย อาจินสมาจาร (2547, หน้า 63) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยมี วัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อช่วยให้นักเรียนค้นพบกฎหรือความจริงที่สำคัญสำหรับตัวนักเรียนเอง โดยผ่าน ทางการสังเกตอย่างรอบคอบในตัวอย่างจำเพาะอย่างเพียงพอ ซึ่งจะสนับสนุนเป็นกฎเกณฑ์
2. เพื่อทำให้ความหมาย การอธิบายและความสัมพันธ์ของแนวความคิดที่แจ่มชัดต่อ นักเรียน
3. เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ดำเนินการสืบค้นด้วยตนเองโดยไม่ต้องพึ่งพาครู

ฉันท ชาติทอง (2550, หน้า 196) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนฝึกทักษะการสังเกต คิววิเคราะห์ ทำให้เกิดการเรียนรู้ และสามารถสรุปหรือค้นพบหลักการ กฎเกณฑ์ ประเด็นสำคัญ หรือความจริงได้ด้วยตนเอง

พรพิมล พรพิเรนทร์ (2550, หน้า 123) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์หรือความจริงที่สำคัญ ๆ ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความเข้าใจอย่างมีความหมายและสร้างความสัมพันธ์ของความคิดต่าง ๆ อย่างชัดเจน ตลอดจนกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักทำการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

ทิสนา เขมมณี (2554, หน้า 340) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สามารถจับหลักการ หรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้หลักการ/แนวคิด หรือข้อความรู้ต่าง ๆ อย่างเข้าใจ

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 82) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อ

1. ช่วยให้นักเรียนค้นพบข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ จากการสังเกตตัวอย่างที่มีจำนวนมากเพียงพอ
  2. ช่วยให้นักเรียนได้มีการเชื่อมโยงความคิดและเกิดความเข้าใจที่แท้จริง
  3. ช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดและไตร่ตรองด้วยเหตุผล และหาข้อสรุปด้วยตนเอง
- จากวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยตามที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้สามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อช่วยให้นักเรียนค้นพบข้อสรุป หรือหลักการต่าง ๆ จากการสังเกตตัวอย่างที่มีจำนวนมากเพียงพอ
2. เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างมีความหมาย และรู้จักสัมพันธ์ความคิดต่าง ๆ อย่างชัดเจน
3. เพื่อช่วยให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ไตร่ตรองด้วยเหตุผล และสามารถจับหลักการ หรือประเด็นสำคัญได้ด้วยตนเอง

### 3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ไว้ดังนี้

ลาดิซาร์บอล (Lardizabal, 1970, pp. 29-32 อ้างถึงใน ไพศาล แผลงทับทอง, 2558, หน้า 21) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ ดังนี้



## 1. ขั้นเตรียมการ ขั้นตอนนี้จะประกอบด้วย

- 1.1 กระบวนการของการทำความเข้าใจ
- 1.2 การสร้างแรงจูงใจ
- 1.3 การชี้แจงจุดประสงค์

การทำความเข้าใจในขั้นพื้นฐานอาจจะต้องมีการทบทวนข้อเท็จจริงเก่า ๆ หรือบทเรียนเดิม ๆ ซึ่งองค์ความรู้เดิมนั้นอาจจะเป็นประโยชน์ในการสร้างองค์ความรู้ใหม่

## 2. ขั้นการนำเสนอหรือขั้นสอน

ในสถานการณ์หรือตัวอย่างที่จะนำเสนอในชั้นเรียนควรจะเป็นตัวอย่างที่เพียงพอในการที่จะนำมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่ว ๆ ไปได้ ซึ่งควรจะมากกว่า 2-3 ตัวอย่างขึ้นไป

## 3. ขั้นการเปรียบเทียบและรวบรวม

ในขั้นตอนนี้ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างที่จะนำส่วนที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกันมาเป็นข้อสรุป แต่ละตัวอย่างควรที่จะเปรียบเทียบอย่างละเอียด ซึ่งจะเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้เปรียบเทียบตัวอย่างเพื่อนำไปหาข้อสรุป

## 4. ขั้นสรุปข้อเท็จจริง

ในขั้นตอนนี้เป็นการสรุปข้อเท็จจริงที่เหมือนกันจะนำมาเป็นข้อสรุปทั่ว ๆ ไปเป็นกฎ บทนิยาม หลักการ หรือสูตร ซึ่งความสามารถของนักเรียนในการที่จะสรุปสูตรด้วยตนเองถือเป็นความสำเร็จในบทเรียนนั้น ๆ ผลสำเร็จของวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยขึ้นอยู่กับการจัดบทเรียนอย่างเป็นระบบ ซึ่งส่วนนี้จะเป็นความรับผิดชอบของครู

## 5. ขั้นการประยุกต์ใช้

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกฎ หรือข้อสรุป ซึ่งนักเรียนควรที่จะสามารถนำไปใช้กับปัญหาในรูปแบบอื่น ๆ ได้

เอ็กเก็น กูซาคัน และแฮเดอร์ (Eggen, Kauchak, & Harder, 1979, p. 115 อ้างถึงใน ณีภูษิตพิชญาน์ พิชญชมนัน, 2558, หน้า 21) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นวางแผน เป็นขั้นที่ครูกำหนดแนวทางในการเรียนการสอน ตลอดจนจัดเตรียมตัวอย่างและอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นในการเรียนการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถสร้างข้อสรุปได้
2. ขั้นดำเนินการสอน เป็นขั้นที่ครูเสนอตัวอย่างที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาลักษณะของตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างที่ครูนำเสนอ โดยนักเรียนจะต้องนำตัวอย่างเหล่านั้นมาเปรียบเทียบความเหมือนความต่างจนนักเรียนสามารถนำลักษณะร่วมของตัวอย่างเหล่านั้นมา

สรุปเป็นมโนทัศน์ได้

3. ชั้นประเมินผล เป็นขั้นทดสอบความรู้ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบที่เตรียมไว้เพื่อประเมินว่านักเรียนได้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ อีกทั้งครูอาจจะประเมินผลโดยการสังเกตหรือการใช้คำถามนำเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน

ขนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542, หน้า 70) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ได้รับความสนใจใฝ่อยากเรียน เตรียมความพร้อมหรือทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง

2. ขั้นสอน เป็นขั้นดำเนินการสอน ดำเนินการเป็นขั้นตอนที่ครูยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

3. ขั้นสรุป นำผลจากการอธิบาย หรือตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างในขั้นสอนมาช่วยกันสรุปตั้งกฎเกณฑ์ ทฤษฎี หลักการ หรือสูตร

4. ขั้นนำไปใช้ ให้นักเรียนนำข้อสรุป กฎเกณฑ์ ทฤษฎี หลักการ สูตรต่าง ๆ ที่นักเรียนสรุปได้ไปใช้ในการทำแบบฝึกหัด ครูสังเกตว่านักเรียนนำไปใช้ได้ถูกต้องหรือไม่

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 16) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ เป็นการเตรียมตัวนักเรียน ทบทวนความรู้เดิมหรือปรับปรุงพื้นฐานความรู้

2. ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ครูนำเสนอตัวอย่างข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือแนวคิดให้นักเรียนได้สังเกตลักษณะและคุณสมบัติของตัวอย่างเพื่อพิจารณาเปรียบเทียบสรุปเป็นหลักการ แนวคิด หรือกฎเกณฑ์ ซึ่งการเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างให้มากพอที่นักเรียนจะสามารถสรุปเป็นหลักการ หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้

3. ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสังเกต ค้นหา วิเคราะห์ รวบรวม เปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันขององค์ประกอบในตัวอย่างแยกแยะข้อแตกต่างมองเห็นความสัมพันธ์ในรายละเอียดที่เหมือนกัน ต่างกัน

4. ขั้นสรุปกฎเกณฑ์ เป็นการให้นักเรียนนำข้อสังเกตต่าง ๆ จากตัวอย่างมาสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือนิยามด้วยตัวนักเรียนเอง

5. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่ครูควรเตรียมตัวอย่าง ข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือความคิดใหม่ ๆ ที่หลากหลายมาให้นักเรียนใช้ในการฝึกนำความรู้ ข้อสรุปที่ได้หรือครูอาจให้โอกาสนักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างจากประสบการณ์ของนักเรียนเองเปรียบเทียบได้เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวัน และจะทำให้ นักเรียนเกิด

ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น รวมทั้งเป็นการทดสอบความเข้าใจของนักเรียนว่าหลักการที่ได้รับนั้นสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาหรือทำแบบฝึกหัดได้หรือไม่ หรือเป็นการประเมินว่านักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่นั่นเอง

ฉันท ชาติทอง (2550, หน้า 196-197) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม ประกอบด้วย
  - 1.1 เตรียมตัวนักเรียน
  - 1.2 ทบทวนความรู้เดิม
  - 1.3 สร้างพื้นฐานความรู้
2. ขั้นเสนอตัวอย่าง ประกอบด้วย
  - 2.1 นำเสนอตัวอย่างข้อมูล สถานการณ์ เหตุการณ์ ปรัชญาการณ แนวคิด
  - 2.2 ให้นักเรียนสังเกตลักษณะและคุณสมบัติ
3. ขั้นเปรียบเทียบ ประกอบด้วย
  - 3.1 นักเรียนรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ค้นหา วิเคราะห์
  - 3.2 ครูตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นนักเรียน
  - 3.3 เปรียบเทียบความคล้ายคลึง ความแตกต่างขององค์ประกอบ
  - 3.4 สร้างความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้น
4. ขั้นสรุปกฎเกณฑ์

นักเรียนนำข้อสังเกตต่าง ๆ ที่ได้มาสรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ นิยาม ความคิดรวบยอดด้วยตนเอง

5. ขั้นนำไปใช้ ประกอบด้วย
  - 5.1 ครูเตรียมตัวอย่าง สถานการณ์หรือความคิดใหม่ ๆ ที่หลากหลายให้นักเรียนฝึก
  - 5.2 ใช้ประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน
  - 5.3 นำไปใช้ในสถานการณ์จริง
  - 5.4 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

พรพิมล พรพิรชนม์ (2550, หน้า 123-124) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการเตรียมตัวของนักเรียนด้วยการทบทวนความรู้เดิม กำหนดจุดมุ่งหมายและอธิบายความมุ่งหมายของการเรียนให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน

2. ขั้นสอนหรือขั้นแสดง เป็นการเสนอตัวอย่างหรือกรณีต่าง ๆ ให้นักเรียนได้พิจารณา เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบ สรุปรูปกฎเกณฑ์ได้ การเสนอตัวอย่างควรเสนอหลาย ๆ ตัวอย่างให้มากพอที่นักเรียนจะสามารถสรุปรูปกฎเกณฑ์ได้ ไม่ควรเสนอเพียงตัวอย่างเดียว

3. ขั้นเปรียบเทียบและรวบรวม เป็นขั้นหาลักษณะประกอบร่วม โดยให้นักเรียนพิจารณาความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างกันขององค์ประกอบในตัวอย่าง เพื่อเตรียมสรุปรูปกฎเกณฑ์ ในขั้นนี้ครูไม่ควรเร่งเร้านักเรียนจนเกินไป

4. ขั้นสรุป เป็นการนำข้อสังเกตต่าง ๆ จากตัวอย่างโดยนำมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการ หรือสูตร ด้วยตัวนักเรียนเอง

5. ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นทดสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ หรือข้อสรุปที่ได้ทำมาแล้วว่าสามารถที่จะไปใช้ในปัญหาหรือแบบฝึกหัดอื่น ๆ ได้หรือไม่

ทิสนา เขมมณี (2554, หน้า 340) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยไว้ ดังนี้

1. ครู และ/ หรือ นักเรียน ยกตัวอย่าง/ ข้อมูล/ สถานการณ์/ เหตุการณ์/ ปรากฏการณ์/ ความคิด ที่เป็นลักษณะย่อยของสิ่งที่จะเรียนรู้

2. นักเรียนศึกษาและวิเคราะห์หลักการที่แฝงอยู่ในตัวอย่างนั้น

3. นักเรียนสรุปหลักการ/ แนวคิด ที่ได้จากตัวอย่างนั้น

4. ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยตามที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้สามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เตรียมตัวนักเรียนด้วยการทบทวนความรู้พื้นฐานเดิมที่เกี่ยวข้อง โดยครูใช้คำถามนำเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ของเรื่องที่จะเรียน

2. ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ครูยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง โดยตัวอย่างจะต้องครอบคลุมลักษณะเฉพาะของหลักการนั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถสังเกต เปรียบเทียบ และหาลักษณะร่วมของตัวอย่างเหล่านั้นได้

3. ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสังเกต เปรียบเทียบ ค้นหา ลักษณะร่วมของตัวอย่างเหล่านั้น โดยครูคอยตั้งคำถาม และกระตุ้นนักเรียนให้รู้จักสร้างความสัมพันธ์ของส่วนที่เหมือนกันเพื่อเตรียมข้อมูลมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ หลักการ หรือนิยาม

4. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อสังเกตต่าง ๆ จากตัวอย่างมาสร้างข้อสรุปเป็นกฎเกณฑ์ หลักการ หรือนิยามด้วยตนเอง

5. **ชั้นนำไปใช้** เป็นขั้นทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการที่ครูเตรียมตัวอย่าง หรือแบบฝึกหัดที่หลากหลาย มาให้นักเรียนได้นำความรู้จากข้อสรุป กฎเกณฑ์ หลักการหรือนิยามที่นักเรียนสรุปได้มาประยุกต์ใช้ ซึ่งเป็นการประเมินว่านักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

#### 4. ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ไว้ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 18) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ดังนี้

1. เป็นวิธีการที่ทำให้ให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำได้นาน
2. เป็นวิธีการที่ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสังเกต คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ตามหลักตรรกศาสตร์และหลักวิทยาศาสตร์ สรุปด้วยตนเองอย่างมีเหตุผลอันจะเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้ ซึ่งใช้ได้กับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
3. เป็นวิธีการที่นักเรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้และกระบวนการ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ได้

##### ข้อจำกัด

1. เป็นวิธีการที่ใช้เวลาก่อนข้างมาก อาจทำให้เกิดความเบื่อหน่าย
2. เป็นวิธีการที่อาศัยตัวอย่างที่ดีและครูต้องเข้าใจเทคนิควิธีสอนแบบนี้เป็นอย่างดี มีการเตรียมการที่รัดกุม ไม่ควรคว่นสรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เสียเอง จึงจะทำให้การสอนเกิดสัมฤทธิ์ผล
3. เป็นวิธีการที่อาศัยทักษะพื้นฐานในการคิดและการทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียน หากนักเรียนขาดทักษะดังกล่าว การสอนแบบนี้อาจไม่เกิดสัมฤทธิ์ผลเท่าที่ควร

ฉันท ชาติทอง (2550, หน้า 197) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย ดังนี้

##### ข้อดี

1. นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
2. เข้าใจและจดจำได้นาน
3. พัฒนาทักษะการสังเกต คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบตามหลักตรรกศาสตร์ วิทยาศาสตร์
4. นักเรียนสรุปการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล
5. เรียนรู้ได้ทั้งเนื้อหาและกระบวนการ

### ข้อจำกัด

1. ใช้เวลาก่อนข้างมากอาจทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย
2. ครูต้องเตรียมตัวอย่างดีไม่ควรด่วนสรุปกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เอง
3. อาศัยทักษะพื้นฐานการคิดและการทำงานเป็นกลุ่ม

พรพิมล พรพิรชนม์ (2550, หน้า 124) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย คือ

### ข้อดี

1. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจได้อย่างชัดเจน และจำได้นาน
2. ฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ตามหลักตรรกศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์
3. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาและรู้จักวิธีการทำงานที่ถูกต้อง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ต่อไป

### ข้อจำกัด

1. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เวลาก่อนข้างมาก
2. ไม่เหมาะสมที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาที่มีคุณค่าทางสุนทรียะ
3. ครูต้องเข้าใจในเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี จึงจะได้ผลสัมฤทธิ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพราะครูต้องจัดเตรียมตัวอย่างที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญ ๆ ของกฎเกณฑ์ นิยาม หลักการหรือสูตรที่เรียน

ทิสนา เขมมณี (2554, หน้า 342) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย คือ

### ข้อดี

1. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถค้นพบได้ด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดความเข้าใจ และจดจำได้ดี
2. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ อันเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้
3. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้ (ได้แก่หลักการ แนวคิด) และกระบวนการ (ได้แก่ กระบวนการคิด) ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ ได้

### ข้อจำกัด

1. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เวลาก่อนข้างมาก
2. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อาศัยตัวอย่างที่ดี หากครูขาดความเข้าใจ

ในการจัดเตรียมตัวอย่างที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญ ๆ ของหลักการ แนวคิดที่จะเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะไม่ประสบผลสำเร็จ

3. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนจะต้องค้นหาคำตอบด้วยตนเอง หากนักเรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิด และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม อาจไม่เกิดผลที่ต้องการ จากข้อดีและข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยตามที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้สามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย มีข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

#### ข้อดี

1. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง จนทำให้เกิดความเข้าใจที่คงทน
2. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสังเกต การคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ อย่างมีเหตุผล
3. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ตั้งเนื้อหาและกระบวนการ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้

#### ข้อจำกัด

1. เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก อาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
2. หากครูขาดความเข้าใจในการจัดเตรียมตัวอย่างที่ครอบคลุมลักษณะสำคัญ ๆ ของหลักการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ก็จะไม่ประสบผลสำเร็จ
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการคิด และการทำงานเป็นกลุ่ม

### การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด

#### 1. ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ดังนี้

จอห์นสันและจอห์นสัน (Johnson & Johnson, 1991, pp. 6-7 อ้างถึงใน บัญชา รัตนโสภา, 2553, หน้า 7) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การเรียนที่จัดขึ้น โดยการคล้อยกันระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถต่างกันนักเรียนทำงานร่วมกันและช่วยเหลือกันเพื่อให้กลุ่มของตนเองประสบผลสำเร็จในการเรียน

พรพิมล พรพิรชนม์ (2550, หน้า 71) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียน ให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน (Heterogeneous Group) แต่ทุกคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้และในความสำเร็จของกลุ่ม โดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น แบ่งปันทรัพยากร เป็นกำลังใจให้กันและกัน ร่วมรับผิดชอบการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

ชนาธิป พรสกุล (2554, หน้า 102) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นวิธีการที่ให้นักเรียนทำงานด้วยกันในกลุ่มย่อยได้เรียนรู้และรับผิดชอบต่อเพื่อนร่วมกลุ่ม

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ (2554, หน้า 3) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นวิธีการเรียนที่มีการจัดกลุ่มการทำงานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ และเพิ่มพูนแรงจูงใจทางการเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือไม่ใช่วิธีการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มรวมกันแบบธรรมดา แต่เป็นการรวมกลุ่มอย่างมีโครงสร้างที่ชัดเจน กล่าวคือสมาชิกแต่ละคนในทีมจะมีปฏิสัมพันธ์ต่อการเรียนรู้และสมาชิกทุกคนจะได้รับการกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจ เพื่อที่จะช่วยเหลือและเพิ่มพูนการเรียนรู้ของสมาชิกในทีม ดังนั้นการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทำงานโดยทั่ว ๆ ไปจึงอาจไม่ใช่การเรียนแบบร่วมมือ เพราะมักพบว่านักเรียนที่เก่งเท่านั้นจะเป็นผู้จัดการให้เกิดผลงานในทีม สมาชิกอื่น ๆ อาจไม่มีโอกาสในการแสดงออกซึ่งการเรียนรู้

ลักขณา สรีวัฒน์ (2557, หน้า 193-206) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นกลุ่ม โดยกลุ่มนั้นต้องประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน เพื่อให้แต่ละคนเห็นความสำคัญขอเพื่อนนักเรียนในกลุ่มซึ่งจะขาดไม่ได้ เพราะแต่ละคนมีความสามารถไม่เหมือนกันจึงต้องอาศัยซึ่งกันและกันในการเรียนรู้ คนที่เก่งจะช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่าในด้านวิชาการ แต่คนที่เรียนอ่อนในด้านวิชาการอาจเก่งด้านการพูด หรือด้านการช่วยเหลือและให้กำลังใจต่อกัน นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความเห็นใจกัน มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน มีความผูกพันกัน โดยยึดหลักความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

จากความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือตามที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม โดยสมาชิกภายในกลุ่มมีความสามารถที่แตกต่างกัน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน



## 2. เทคนิควิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงเทคนิควิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ ดังนี้

วันเพ็ญ จันทร์เจริญ (2542, หน้า 119-122) กล่าวว่า เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่นิยมใช้กันมีเทคนิคที่สำคัญ 2 แบบ คือ แบบเป็นทางการ (Formal cooperative learning) และแบบไม่เป็นทางการ (Informal cooperative learning)

### 1. การเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการได้ 9 เทคนิค ดังนี้

1.1 เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม (Team-Games-Tournament หรือ TGT) คือการจัดกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ กลุ่มละ 4 คน ระดับความสามารถต่างกัน ครูกำหนดบทเรียนและการทำงานของกลุ่มเอาไว้ ครูทำการสอนบทเรียนให้นักเรียนทั้งชั้นแล้วให้กลุ่มทำงานตามที่กำหนด นักเรียนในกลุ่มช่วยเหลือกัน เด็กเก่งช่วยและตรวจงานของเพื่อนให้ถูกต้องก่อนนำเสนอครู แล้วจัดกลุ่มใหม่เป็นกลุ่มแข่งขันที่มีความสามารถเท่า ๆ กัน มาแข่งขันตอบปัญหา ซึ่งจะมีการจัดกลุ่มใหม่ทุกสัปดาห์ โดยพิจารณาจากความสามารถของแต่ละบุคคล คะแนนของกลุ่มจะได้จากคะแนนของสมาชิกที่เข้าแข่งขันร่วมกับกลุ่มอื่น ๆ รวมกัน แล้วมีการมอบรางวัลให้แก่กลุ่มที่ได้คะแนนสูงเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้

1.2 เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (Student Team Achievement Division หรือ STAD) คือ การจัดกลุ่มเหมือน TGT แต่ไม่มีการแข่งขันกัน โดยให้นักเรียนทุกคนต่างทำข้อสอบแล้วนำคะแนนพัฒนาการ (คะแนนที่คิดค่าเดิมในการสอบครั้งแรก) ของแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่มและมีการให้รางวัล

1.3 เทคนิคการจัดกลุ่มแบบช่วยรายบุคคล (Team Assited Individualization หรือ TAI) เทคนิคนี้เหมาะกับวิชาคณิตศาสตร์ ใช้สำหรับประถมศึกษาปีที่ 3-6 วิธีนี้สมาชิกกลุ่มมี 4 คน มีระดับความรู้ต่างกัน ครูเรียกนักเรียนที่มีความรู้ระดับเดียวกันของแต่ละกลุ่มมาสอนตามความยากง่ายของเนื้อหา วิธีที่สอนจะแตกต่างกัน นักเรียนกลับไปยังกลุ่มของตน และต่างคนต่างทำงานที่ได้รับมอบหมายแต่ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีการให้รางวัลกลุ่มที่ทำคะแนนได้ดีกว่าเดิม

1.4 เทคนิคโปรแกรมการเรียนรู้ร่วมกันในการอ่านและเขียน (Cooperative Integrated Reading and Composition หรือ CIRC) เทคนิคนี้ใช้สำหรับวิชาอ่าน เขียน และทักษะอื่น ๆ ทางภาษา สมาชิกในกลุ่มมี 4 คน มีความรู้พื้นฐานเท่ากัน 2 คน อีก 2 คนก็เท่ากัน แต่ต่างระดับความรู้กับ 2 คนแรก ครูจะเรียกคู่ที่มีความรู้ระดับเท่ากันจากกลุ่มทุกกลุ่มมาสอน ให้กลับเข้ากลุ่ม แล้วเรียกคู่ต่อไปจากกลุ่มทุกกลุ่มมาสอน คะแนนของกลุ่มพิจารณาจากคะแนนสอบของสมาชิกกลุ่มเป็นรายบุคคล

1.5 เทคนิคการต่อภาพ (Jigsaw) เทคนิคนี้ใช้สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 สมาชิกในกลุ่มมี 6 คน ความรู้ต่างระดับกัน สมาชิกแต่ละคนไปเรียนร่วมกับสมาชิกในกลุ่มอื่นในหัวข้อที่ต่างออกไป แล้วทุกคนกลับเข้ามาเป็นกลุ่มของตน สอนเพื่อนในสิ่งที่ตนไปเรียนร่วมกับสมาชิกในกลุ่มอื่น ๆ มา การประเมินผลเป็นรายบุคคล แล้วรวมคะแนนเป็นของกลุ่ม

1.6 เทคนิคการต่อภาพ 2 (Jigsaw 2) เทคนิคนี้สมาชิกในกลุ่ม 4-5 คน นักเรียนทุกคนสนใจในบทเรียนเดียวกัน สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มให้ความสนใจในหัวข้อย่อยของบทเรียนต่างกัน ใครสนใจในหัวข้อเดียวกันจะมาประชุมกัน ค้นคว้าและอภิปราย แล้วกลับกลุ่มเดิมของตน สอนเพื่อนในเรื่องที่ตนไปประชุมกับสมาชิกในกลุ่มอื่นมา ผลการสอบของแต่ละคนเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มที่ทำคะแนนรวมได้ดีกว่าครั้งก่อน (คิดคะแนนเหมือน STAD) จะได้รับรางวัล

1.7 เทคนิคการตรวจสอบเป็นกลุ่ม (Group Investigation) เทคนิคนี้สมาชิกในกลุ่มมี 2-6 คน เป็นรูปแบบที่ซับซ้อน แต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อเรื่องที่ต้องการจะศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทั้งกลุ่ม มีการวางแผนการดำเนินงานตามแผน การวิเคราะห์ การสังเคราะห์งานที่ทำการนำเสนอผลงาน หรือรายงานต่อหน้าชั้น การให้รางวัล หรือคะแนนให้เป็นกลุ่ม

1.8 เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together: LT) วิธีนี้สมาชิกในกลุ่มมี 4-5 คน ระดับความรู้ความสามารถต่างกัน มีการแบ่งบทบาทหน้าที่กัน และผลัดเปลี่ยนบทบาทหน้าที่กัน เช่น คนที่ 1 รับผิดชอบเนื้อหาที่ 1 คนที่ 2 รับผิดชอบเนื้อหาที่ 2 หรือครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาฝึกฝน ทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่ และทำแบบฝึกหัดหรือใบงานหรือบัตรกิจกรรมคะแนนของกลุ่มพิจารณาจากผลงาน

1.9 เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกลุ่ม (Co-op Co-op) ซึ่งเทคนิคนี้ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ คือ นักเรียนช่วยกันอภิปรายหัวข้อที่จะศึกษา แบ่งหัวข้อใหญ่เป็นหัวข้อย่อย แล้วจัดนักเรียนเข้ากลุ่มตามความสามารถที่แตกต่างกัน แต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อที่จะศึกษาตามความสนใจ แบ่งหัวข้อย่อยออกเป็นหัวข้อเล็ก ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเลือกไปศึกษา และมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของแต่ละคนในกลุ่ม แล้วนำเสนอต่อกลุ่ม กลุ่มรวบรวมหัวข้อ ต่าง ๆ จากนักเรียนทุกคนในกลุ่มแล้วรายงานผลต่อชั้นเรียน และมีการประเมินผลงานกลุ่ม

เทคนิคทั้ง 9 ดังกล่าวข้างต้น ส่วนมากจะใช้ตลอดคาบการเรียนหรือตลอดกิจกรรมการเรียนในแต่ละคาบ เรียกการเรียนรู้แบบร่วมมือประเภทนี้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมืออย่างเป็นทางการ (Formal cooperative learning) แต่ยังมีเทคนิคอื่น ๆ อีกจำนวนมากที่ไม่จำเป็นต้องใช้ตลอดกิจกรรมการเรียนการสอน อาจใช้ในขั้นนำ สอดแทรกในขั้นตอนใด ๆ หรือใช้ในขั้นสรุป หรือขั้นทบทวนหรือขั้นวัดผล เรียกการเรียนรู้แบบร่วมมือประเภทนี้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือไม่เป็นที่ทางการ (Informal cooperative learning)

## 2. การเรียนแบบร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการ

สมพงษ์ สิงหะพล (2543, หน้า 181-182) กล่าวว่า เทคนิคการเรียนร่วมมืออย่างไม่เป็นทางการมี 14 เทคนิค ดังนี้

1. อภิปรายกลุ่มธรรมชาติ (Spontaneous group discussion) นักเรียนที่นั่งเป็นกลุ่มนั่งชิดใกล้กัน ร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นในเรื่องใดเรื่องหนึ่งของบทเรียน อาจอภิปราย 2-3 นาที ไปจนถึง 1 ชั่วโมง

2. ร่วมกันคิด (Numbered heads together) ในแต่ละกลุ่มทุกคนมีหมายเลขประจำตัวเมื่อศึกษาจนเสร็จครูเรียกหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งให้ตอบคำถาม คนถูกเรียกถือเป็นตัวแทนกลุ่ม

3. ผลงานทีม (Team product) แต่ละกลุ่มทำงานให้สำเร็จภายในชั่วโมงเรียนมอบหมายให้ทุกคนในกลุ่มมีบทบาทแล้วนำเสนองานต่อชั้นเรียน

4. ช่วยกันทบทวน (Cooperative review) แต่ละกลุ่มเวียนกันถามตอบเพื่อทบทวนบทเรียน กลุ่มที่ถามได้ 1 คะแนน กลุ่มที่ตอบถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน กลุ่มที่อธิบายข้อมูลเพิ่มเติมได้ 1 คะแนน

5. คู่คิด (Think-pair-share) นักเรียนนั่งเป็นคู่ในกลุ่มของตนเพื่อหาคำตอบที่ตกลงกัน เสนอคำตอบที่ตกลงกันต่อชั้นเรียน

6. เพื่อนเรียน (Partners) นักเรียนแต่ละกลุ่มจับคู่กันเรียน คู่หนึ่งอาจไปขอคำอธิบาย สอบถามปรึกษาหรือจากกลุ่มอื่น เมื่อเข้าใจแจ่มแจ้งแล้วก็ถ่ายทอดความรู้สู่ผู้อื่นในกลุ่ม

7. มุมสนทนา (Corners) แต่ละกลุ่มแบ่งเป็นกลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มย่อยนั่งตามมุมหรือจุดต่าง ๆ ของห้อง จากนั้นทุกกลุ่มย่อย ๆ อธิบายเรื่องราวที่ได้ศึกษาในกลุ่มย่อยในมุมอื่นฟัง

8. เล่าเรื่องรอบวง (Round robin) นักเรียนทุกคนนั่งเป็นวงกลม แต่ละคนเล่าเรื่องให้เพื่อนในชั้นฟังไปที่ละคนจนครบ

9. ผู้ตรวจสอบ (Pair check) ในแต่ละกลุ่มให้นักเรียนจับคู่ 2-3 คู่เมื่อรับโจทย์หรืองานจากครู คนหนึ่งแก้โจทย์ปัญหาหรือตอบคำถาม อีกคนหนึ่งเสนอแนะ โจทย์ปัญหา ต่อ ไปก็สลับบทบาทกัน ทำโจทย์ปัญหาได้ 2-3 ปัญหา ให้แต่ละคู่ นำคำตอบไปตรวจสอบกับผู้อื่นในกลุ่มของตน

10. วงกลมสนทนา (Inside-outside circle) นักเรียนนั่งหรือยืนเป็นวงกลมสองวงจำนวนเท่ากัน วงในหันหน้าออก วงนอกหันหน้าเข้า คนอยู่ตรงข้ามจับคู่กัน เมื่อครูถามทั้งสองปรึกษาแล้วตอบคำถาม คำถามต่อไปครูให้สองกลุ่มเคลื่อนไปตรงข้ามกันแล้วถามคำถามใหม่จนจบบทเรียน

11. คู่ทำงาน (Math mind) มอบหมายให้ทำงานตามบทเรียน แต่ละคนแสวงหาผู้ทำงานร่วมกัน ปรึกษากัน ช่วยกันแต่ให้ทำส่งเป็นรายงานส่วนตัว

12. สัมภาษณ์ 3 ขั้น (Three-step interview) ในแต่ละกลุ่มให้จับคู่กัน 2-3 คู่ ในแต่ละคู่คนที่ 1 ถาม คนที่ 2 ตอบ คนที่ 1 เล่าให้กลุ่มทราบว่าตอบอย่างไร คำถามต่อไปเปลี่ยนบทบาทกัน

13. เครือข่ายทีม (Team-work) แต่ละกลุ่มศึกษาบทเรียน แล้วเขียนแนวความคิดหลัก พร้อมแสดงความสัมพันธ์ของความคิดเห็นหลักในรูปของแผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรมเพื่อให้เห็นเครือข่ายของความคิดว่าสัมพันธ์กันอย่างไร

14. กิจกรรมโต๊ะกลม (Roundtable) ให้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่หรือกลุ่มย่อย ในแต่ละกลุ่มทุกคนเขียนคำตอบลงในกระดาษส่งทำส่งต่อไปเรื่อย ๆ จนครบ ทุกคนการเขียนตอบอาจให้ปรึกษา กันหรือห้ามปรึกษากันก็ได้ จากนั้นตรวจคำตอบจากครู

ลักษณะ สิริวัฒน์ (2557, หน้า 193-206) กล่าวว่า เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือมี มากมายหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีวิธีการดำเนินการที่ต่างกันตามวัตถุประสงค์ เฉพาะ แต่ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดต่างก็ใช้หลักการเดียวกัน คือหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 ประการ และมีวัตถุประสงค์ที่เป็น ไปในทิศทางเดียวกัน คือ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ใน เนื้อหาสาระที่ศึกษามากที่สุด โดยอาศัยการร่วมมือกัน การช่วยเหลือกัน และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ระหว่างนักเรียนในกลุ่มและนักเรียนในระหว่างกลุ่มด้วยกันความแตกต่างของรูปแบบแต่ละ รูปแบบจะอยู่ที่เทคนิคในการศึกษาเนื้อหาสาระและวิธีการเสริมแรงและจะให้รางวัลเป็นประการ สำคัญ ทิศนา แจมมณี (2554) ได้อธิบายเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังต่อไปนี้

1. เทคนิคการต่อเรื่องราว (Jigsaw) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการ ร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่มและมีการถ่ายทอดความรู้กันระหว่างกลุ่ม

2. เทคนิคการจัดทีมแข่งขัน (TGT: Team Games Tournament) เหมาะสำหรับการเรียน การสอนที่ต้องการให้กลุ่มนักเรียนได้ศึกษาประเด็น หรือปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบ เดียวซึ่งเป็นคำตอบที่ชัดเจน เช่น คณิตศาสตร์ การใช้ภาษา สังคมศึกษา เป็นต้น

3. เทคนิคแบ่งปันความสำเร็จ (STAD: Student Teams Achievement Division) เป็น การร่วมมือกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม โดยทุกคนจะต้องพัฒนาความรู้ของตนเองในเรื่องครูกำหนด ซึ่งจะมีการช่วยเหลือทบทวนความรู้ให้แก่กัน มีการทดสอบเป็นรายบุคคลแทนการแข่งขัน และรวม คะแนนเป็นกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนมากที่สุดจะเป็นฝ่ายชนะ เหมาะสำหรับการเรียนการสอน ในบทเรียนที่มีเนื้อหาไม่ยากเกินไป

4. เทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI: Group Investigation) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่จัด นักเรียนออกเป็นกลุ่มเพื่อเตรียมทำงานหรือทำโครงการที่ผู้มอบหมายมอบหมายให้ เทคนิคนี้เหมาะ สำหรับฝึกนักเรียนรู้จักสืบค้นความรู้ หรือวางแผน สืบสวน เพื่อแก้ปัญหา หรือหาคำตอบใน ประเด็นที่สนใจ ดังนั้นก่อนการดำเนินการดำเนินกิจกรรมทุกครั้งครูควรฝึกทักษะ การสื่อสาร

ทักษะการคิด ตลอดจนทักษะทางสังคมให้แก่นักเรียนก่อน

5. เทคนิคคู่คิด (Think pair share) เป็นเทคนิคที่ผู้สอนใช้คู่กับวิธีสอนแบบอื่นเรียกว่า เทคนิคคู่คิด เป็นเทคนิคที่ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ นักเรียน ซึ่งอาจจะเป็นใบงาน หรือแบบฝึกหัดก็ได้ และให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบของตนก่อน แล้วจับคู่กับเพื่อนอภิปราย คำตอบ เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องแล้วจึงนำคำตอบไปอธิบายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

6. เทคนิคเพื่อนคู่คิด 4 สหาย (Think pair square) เป็นเทคนิคที่ผู้สอนตอบคำถามหรือ กำหนดปัญหาให้แก่ นักเรียน ซึ่งผู้สอนอาจทำเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้ ให้นักเรียนแต่ละคน ตอบคำถามหรือตอบปัญหาด้วยตนเองก่อนแล้วจับคู่กับเพื่อน นำคำตอบไปผลัดกันอธิบายคำตอบ ด้วยความมั่นใจ

7. เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pairs check) เป็นเทคนิคที่ครูตอบคำถาม หรือกำหนดปัญหา (โจทย์) ให้นักเรียน โดยจัดทำเป็นใบงาน หรือแบบฝึกหัดที่มีคำตอบ หรือโจทย์หลายข้อจำนวน ข้อจะเป็นเลขคู่ นักเรียนจะจับคู่กันเมื่อได้รับ โจทย์หรือปัญหาจากครู คนหนึ่งจะทำหน้าที่ตอบ คำถามหรือแก้ปัญหาโจทย์ครบ 2 ข้อ แล้วให้สมาชิกทั้งคู่ (ซึ่งจัดในกลุ่มเดียวกัน) เปรียบเทียบ คำตอบซึ่งกันและกันเหมาะสมกับใบงานหรือแบบฝึกหัดที่ ไม่ยากและไม่ซับซ้อน

8. เทคนิคการสัมภาษณ์ 3 ขั้นตอน (Three-step interview) เป็นเทคนิคที่ฝึกให้นักเรียน แต่ละคนได้มีประสบการณ์ในการสัมภาษณ์บุคคลและเก็บใจความสำคัญ หรืออาจจะเป็นการสรุป ความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียน

9. เทคนิคร่วมกันคิด (Numbered heads together) เหมาะสมกับการทบทวนความรู้หรือ ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ ครูใช้คำถามถามนักเรียนและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหา คำตอบ แล้วครูสุ่มเรียกสมาชิกคนหนึ่งของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งออกมาตอบคำถาม

10. เทคนิคเล่าเรื่องรอบวง (Round robin) เป็นเทคนิคที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มได้ผลัดกัน เล่าประสบการณ์ ความรู้ที่ตนเองได้ศึกษาตลอดจนสิ่งที่ตนประทับใจให้แก่เพื่อน ๆ ในกลุ่มฟังทีละ คน หรืออาจจะเป็นเรื่องสมาชิกในกลุ่มต้องการจะเสนอแนะแสดงความคิดเห็น แนะนำตนเอง พูด ถึงส่วนดีของเพื่อน ยกตัวอย่างการกระทำของบุคคลที่สอดคล้องกับเรื่องที่เรียนไปแล้ว หรือที่กำลัง จะเรียน เป็นต้น โดยสมาชิกทุกคนได้ใช้เวลาในการเล่าเท่า ๆ กัน หรือใกล้เคียงกัน ซึ่งจะเป็นการฝึก ให้นักเรียนเป็นคนมีความรู้ และเทคนิคการเล่าเรื่องเป็นอย่างดี

จากเทคนิควิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือตามที่นักการศึกษาหลายท่านได้ กล่าวไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีมากมายหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีวิธีการดำเนินการที่ต่างกันตามวัตถุประสงค์เฉพาะ เทคนิควิธีการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบร่วมมือแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ เทคนิคที่ต้องใช้ตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

และเทคนิคที่ไม่ได้ใช้ตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิด ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนการสอนของโรงเรียน นั่นคือให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### 3. ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือไว้ดังนี้

จอห์นสัน, จอห์นสัน และ โฮลูเบค (Johnson, Johnson, & Holubec, 1994, pp. 1.3-1.4 อ้างถึงใน ทิศนา แจมมณี, 2555, หน้า 101) กล่าวว่า ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ 3 ประการ ได้แก่

#### 1. มีความพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายมากขึ้น

การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้นักเรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมายเป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีผลงานมากขึ้น การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีการใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เหตุผลที่ดีขึ้น และคิดอย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น

#### 2. มีความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนดีขึ้น

การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้นักเรียนมีน้ำใจนักกีฬามากขึ้นใส่ใจในผู้อื่นมากขึ้นเห็นคุณค่าของความแตกต่างความหลากหลาย การประสานสัมพันธ์ และการรวมกลุ่ม

#### 3. มีสุขภาพจิตดีขึ้น

การเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้นักเรียนมีสุขภาพจิตดีขึ้นมีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเอง และมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น นอกจากนั้นยังช่วยพัฒนาทักษะสังคม และความสามารถในการเผชิญกับความเครียด และความผันแปรต่าง ๆ

วันเพ็ญ จันทร์เจริญ (2542, หน้า 119) กล่าวว่า ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือมีดังนี้

#### 1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก เพราะทุก ๆ คนร่วมมือในการทำงานกลุ่ม

ทุก ๆ คนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน

#### 2. สมาชิกทุกคนมีโอกาสดู พูดแสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่าง

เท่าเทียมกัน

#### 3. เสริมให้มีความช่วยเหลือกัน เช่น เด็กเก่งช่วยเด็กที่เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่ง

ภาคภูมิใจ รู้จักใช้เวลา ส่วนเด็กที่ไม่เก่งเกิดความซาบซึ้งในน้ำใจของเพื่อนสมาชิกด้วยกัน

4. ร่วมกันคิดทุกคน ทำให้เกิดการระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้มาพิจารณา ร่วมกัน เพื่อประเมินคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันคิดหาข้อมูลให้มาก และ วิเคราะห์และตัดสินใจเลือก

5. ส่งเสริมทักษะทางสังคม เช่น การอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน เข้าใจกันและกัน อีกทั้งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สิ่งเหล่านี้ล้วนส่งเสริม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2548, หน้า 111-112) กล่าวว่า ประโยชน์ของการจัดกิจกรรม การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ สรุปได้ดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิกในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม เพราะทุกคนร่วมมือ ในการทำงานกลุ่มทุกคนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกันทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน

2. ส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ได้ลงมือ ปฏิบัติอย่างเท่าเทียมกัน

3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น เด็กที่เรียนเก่งได้ช่วยเหลือเด็ก เรียนไม่เก่ง ทำให้เด็กเก่งเกิดความภูมิใจรู้จักเสียสละ ส่วนเด็กอ่อนเกิดความซาบซึ้งใจในน้ำใจของ เพื่อน ๆ ทำให้นักเรียนรู้จักการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การร่วมคิด การระดมความคิด นำ ข้อมูลที่ได้มาพิจารณา ร่วมกัน เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ช่วยกันคิดค้น หาข้อมูลมาวิเคราะห์ และการตัดสินใจ

4. ส่งเสริมทักษะทางสังคม ทำให้นักเรียนรู้จักการปรับตัวในการอยู่ร่วมกันอย่างสันติ มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกันเข้าใจกันและกัน

5. ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สามารถทำงานกับคนอื่น ๆ ได้ สิ่งเหล่านี้สามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 161) กล่าวว่า ประโยชน์ของการจัดกิจกรรม การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ ดังนี้

1. ช่วยพัฒนาความคิด ความเชื่อมั่นของนักเรียน
2. ช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน
3. ทำให้นักเรียนมีวิสัยทัศน์ หรือมุมมองกว้างขวาง
4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง
5. ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
6. มีกิจกรรมหลากหลายสนองตอบความต้องการระหว่างบุคคล

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 102) กล่าวว่า ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ ดังนี้

1. เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกระดับความสามารถ เด็กอ่อนได้เรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง และมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนที่เก่งกว่า และเด็กเก่งเรียนรู้ที่จะอดทน และเข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะสูงขึ้นเมื่อทุกคนทำงานไปสู่เป้าหมายเดียวกัน
2. ส่งเสริมการช่วยเหลือร่วมมือกันระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน การแข่งขันทำให้เด็กอ่อนหมดกำลังใจ ในชีวิตจริงต้องการความร่วมมือมากกว่าการแข่งขัน
3. นักเรียนได้รับประสบการณ์การเป็นผู้ชนะ และมีความสำเร็จ การพบความสำเร็จอยู่เสมอจะทำให้เป็นคนมีความเชื่อมั่น กล้าคิด กล้าทำ

จากประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือตามที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้สามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเป็นการสร้างสัมพันธภาพอันดีระหว่างสมาชิกในกลุ่ม เพราะสมาชิกทุกคนร่วมมือกันทำงานกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย ส่งเสริมให้รู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกันเนื่องมาจากสมาชิกในกลุ่มคละความสามารถ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ดีขึ้น และมีทักษะการสื่อสารกับเพื่อนในชั้นเรียน

#### 4. ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด

คำว่า Think-Pair-Share แปลเป็นภาษาไทยได้หลายคำ เช่น เทคนิคคู่คิด เทคนิคคิดและคุยกัน เทคนิคคู่คิดอภิปราย และเทคนิคเพื่อนคู่คิด เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้คำแทน Think-Pair-Share ว่า “เทคนิคเพื่อนคู่คิด” ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของเทคนิคเพื่อนคู่คิดไว้ ดังนี้

มิลลิส และคอตเทิล (Millis & Cotel, 1995, pp. 73-74 อ้างถึงใน ชลธิชา ทับทิว, 2554, หน้า 25-26) กล่าวว่า เทคนิคเพื่อนคู่คิด เป็นเทคนิคที่เริ่มจากครูตั้งคำถามที่ต้องใช้ความเข้าใจ มักเป็นคำถามแบบสอบถามให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง จากนั้นให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนร่วมชั้นอีกคนหนึ่ง เพื่ออภิปรายการตอบคำถาม เมื่อได้ข้อสรุปนักเรียนยกมือเสนอคำตอบต่อเพื่อนในชั้นเรียนและก่อนที่ครูจะให้นักเรียนคู่หนึ่ง เสนอคำตอบควรรอเวลาให้นักเรียนคิดคำตอบให้ได้ก่อนและเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสหาคำตอบกับเพื่อนก่อนที่จะพูดในชั้นเรียน เพื่อเพิ่มพูนทักษะการสื่อสารทางวาจาและความมั่นใจ

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 30) กล่าวว่า เทคนิคเพื่อนคู่คิดเริ่มจากครูตั้งประเด็นสั้น ๆ หรือโจทย์คำถาม แล้วให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเองสัก 1-2 นาที จากนั้นให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนแลกเปลี่ยนความคิด ผลัดกันเล่าความคิดหรือคำตอบของตนให้คู่ฟัง จนได้ข้อสรุปที่



เห็นพ้องกัน แล้วให้แต่ละคู่ไปเล่าให้คู่อื่น ๆ 2-3 คู่ฟัง หรือครูอาจสุ่มบางคู่มารายงานหน้าชั้น  
 สมศักดิ์ สินธุระเวชชัย (2544, หน้า 33) กล่าวว่า เทคนิคเพื่อนคู่คิด เป็นกลยุทธ์ที่มี  
 เป้าหมายเพื่อให้นักเรียนได้แสดงปฏิกิริยาโต้ตอบอย่างเสรี ทำให้นักเรียนได้ฝึกซ้อมการแสดง  
 ความคิดเห็นก่อนที่ครูจะได้แนวคิดจากนักเรียน กลยุทธ์นี้ใช้ได้ง่ายและประสบผลสำเร็จอย่างสูง  
 ในทุก ๆ วิชาและทุกระดับชั้นเรียนของนักเรียน โดยเริ่มต้นจากให้นักเรียนตั้งใจฟังคำถามของครู  
 และให้เวลานักเรียนคิดประมาณ 2-5 นาที แล้วให้นักเรียนจับคู่เพื่อนในห้อง เพื่อให้อภิปราย  
 ความคิดที่เกี่ยวกับคำตอบของคำถามนั้น โดยอาจจะให้ช่วงเวลาระยะหนึ่ง เช่น 5 นาที หลังจากนั้น  
 ให้กลุ่มเสนอกลุ่มใหญ่ ครูอาจจะใช้สัญญาณ เช่น ประบมือ 1 ครั้ง หมายถึง เวลาสำหรับคิด ประบมือ  
 2 ครั้ง แสดงว่าถึงเวลาอภิปราย เป็นต้น วิธีนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสได้พูดแสดง  
 ความคิดเห็น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 138) กล่าวว่า เทคนิคเพื่อนคู่คิด เป็นรูปแบบ  
 ของกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยเริ่มจากการจับคู่กันคิดแล้วนำ  
 ความคิดของทั้งคู่มาอภิปรายในกลุ่มเพื่อให้ได้ความคิดของกลุ่มเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้  
 พัฒนาพฤติกรรมทางสังคม ควบคู่กับความรู้กับความเข้าใจในเรื่องที่เรียน

ลักขณา สริวัฒน์ (2557, หน้า 202) กล่าวว่า เทคนิคคู่คิด (Think pair share) เป็นเทคนิคที่  
 ครูใช้คู่กับวิธีสอนแบบอื่นเรียกว่าเทคนิคคู่คิด เป็นเทคนิคที่ครูตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่  
 นักเรียน ซึ่งอาจจะเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้ และให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบของตน  
 ก่อน แล้วจับคู่กับเพื่อนอภิปรายคำตอบ เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องแล้วจึงนำคำตอบไป  
 อธิบายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

จากความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด ตามที่  
 นักการศึกษากล่าวไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า เทคนิคเพื่อนคู่คิด เป็นกลยุทธ์การสอนรูปแบบหนึ่งที่  
 ให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม โดยเริ่มจากครูตั้งประเด็นปัญหาให้นักเรียนแต่ละคนคิดแล้วนำ  
 คำตอบหรือข้อสรุปที่ได้ไปอภิปรายกับคู่ของตน จนได้คำตอบที่ดีที่สุด จากนั้นมานำเสนอให้เพื่อน  
 ในชั้นฟัง

##### 5. ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด

นอกจากความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดแล้ว  
 นักการศึกษาได้กำหนดขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดไว้  
 ดังนี้

ลีแมน (Lyman, 1981, pp. 109-113 อ้างถึงใน ชลธิชา ทับทิวี, 2554, หน้า 27) กล่าวว่า  
 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีดังนี้

1. การคิด นักเรียนมีเวลา 30 วินาทีหรือมากกว่า เพื่อที่จะคิดให้ได้คำตอบที่เหมาะสม เวลาที่ใช้นี้รวมถึงการเขียนเพื่อจดบันทึกคำตอบ
2. การจับคู่ หลังจากใช้เวลาคิด ให้นักเรียนจับคู่เพื่อแบ่งปันคำตอบและความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
3. การแบ่งปัน คำตอบของนักเรียนสามารถนำมาแบ่งปันภายในกลุ่มเดียวกันหรือทั้งชั้นเรียนในช่วงการอภิปรายเพื่อติดตามผล เทคนิคนี้ให้โอกาสแก่นักเรียนทุกคนที่จะแสดงออกของตนเองรวมถึงสะท้อนให้เห็นเป็นคำตอบของตนเอง

ไบร์เลย์ (Byerley, 2002, p. 3 อ้างถึงใน ชลธิชา ทับทิว, 2554, หน้า 27) กล่าวว่า ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีดังนี้

1. การคิด (Think) เป็นขั้นตอนแรกที่ครูจะกระตุ้นด้วยปัญหาเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบ
2. การจับคู่ (Pair) เป็นขั้นตอนที่สองที่จะให้นักเรียนจับคู่เพื่ออภิปรายปัญหา
3. การแลกเปลี่ยน (Share) เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะให้นักเรียนแลกเปลี่ยนและนำเสนอความรู้ที่ได้จากการค้นหาคำตอบ

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, หน้า 30) กล่าวว่า ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีดังนี้

1. ขั้นเตรียม ครูแนะนำทักษะในการเรียนแบบคู่คิด การจับคู่ของนักเรียนบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียน และบอกวัตถุประสงค์ของการทำงานร่วมกัน
2. ขั้นสอน ครูนำเสนอเนื้อหาหรือบทเรียนใหม่ด้วยวิธีสอนที่เหมาะสม แล้วให้งาน
3. ขั้นทำงานกลุ่ม เมื่อได้รับคำถามจากครู นักเรียนต้องหาคำตอบด้วยตนเองก่อน แล้วจึงนำคำตอบไปปรึกษาคู่ของตนเพื่ออภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด

#### 4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ

4.1 ตรวจสอบผลงาน ครูดูจากงานกลุ่มที่แต่ละคู่ส่งไป และครูสุ่มบางคู่มาเสนอคำตอบในชั้นเรียน ขณะที่ฟังผู้นำเสนอแล้วนักเรียนในห้องสามารถยกมือเพื่อแสดงความคิดเห็นต่อคำตอบหรือเสนอคำตอบของตนได้

4.2 ทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยไม่มีการช่วยเหลือกันเพื่อตรวจสอบผลการสอบ และแล้วทำการคำนวณคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มให้นักเรียนทราบและถือว่าเป็นคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มด้วย

5. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานของกลุ่ม ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปบทเรียนถ้ามีสิ่งที่ยังนักเรียนยังไม่เข้าใจ ครูควรอธิบายเพิ่มเติม ครูและนักเรียนช่วยกันประเมินผล

การทำงานของกลุ่ม โดยอภิปรายถึงผลงานของนักเรียนและวิธีการทำงานของนักเรียนรวมถึงวิธีการปรับปรุงการทำงานของกลุ่มด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนรู้ความก้าวหน้าของตนเองทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคม

สมบัติ การงานรักพงศ์ (2547, หน้า 11) ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีดังนี้

1. ครูตั้งคำถาม
2. นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบในเวลาจำกัด
3. นักเรียนคิดหาคำตอบเป็นคู่
4. ครูสุ่มนักเรียนให้อธิบายความคิดของกลุ่มตนให้ชั้นฟัง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 35) กล่าวว่า ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีดังนี้

1. คิด (Think) เป็นขั้นตอนที่ครูหรือผู้สอนตั้งคำถามหรือปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนแต่ละคนหาคำตอบ หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละคนแก้ปัญหาด้วยตนเองในเวลาครูกำหนดให้นักเรียนเขียนคำตอบและอธิบายวิธีการแก้ปัญหาลงในกระดาษและห้ามปรึกษากับเพื่อนร่วมชั้น

2. คู่ (Pair) ให้นักเรียนจับคู่เพื่อนร่วมชั้นและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นักเรียนใช้ข้อมูลที่อภิปรายกับเพื่อนปรับปรุงคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหามาของตนเอง

3. ร่วม (Share) นักเรียนนำเสนอความคิดเห็นหรือวิธีแก้ปัญหามาของตนเองกับเพื่อนทั้งชั้นและอภิปรายร่วมกัน

ตามที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีขั้นตอนที่สำคัญ ๆ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูตั้งประเด็นคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนแต่ละคนหาคำตอบในเวลาครูกำหนด โดยนักเรียนอาจทำเขียนคำตอบหรือข้อสรุปลงในใบกิจกรรม

2. ขั้นจับคู่ (Pair) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนจับคู่เพื่อปรึกษา และอภิปรายคำตอบของตนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจนได้คำตอบที่ดีที่สุด และคิดว่าถูกต้องแล้ว

3. ขั้นอภิปราย (Share) เป็นขั้นที่ครูสุ่มนักเรียนบางคู่ออกมาอภิปรายคำตอบหรือความคิดเห็นของตนกับเพื่อนทั้งชั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน และได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

## 6. ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดไว้ ดังนี้

ลีแมน (Lyman, 1987, pp. 1-2 อ้างถึงใน ชลธิชา ทับทวี, 2554, หน้า 27) กล่าวว่า ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดมี ดังนี้

1. เป็นเทคนิคที่นำไปใช้ได้เร็ว
2. เป็นเทคนิคที่ไม่ต้องใช้เวลาเตรียมการมาก
3. การโต้ตอบเป็นรายบุคคลกระตุ้นให้นักเรียนเป็นจำนวนมากมีความสนใจอย่างแท้จริงอยู่ในด้านความรู้
4. ครูสามารถตั้งคำถามได้หลายแบบและหลายระดับ
5. ทำให้รวมความสนใจของนักเรียนทั้งชั้นเรียน และทำให้นักเรียนที่ไม่กล้าแสดงออกสามารถตอบคำถามได้โดยไม่ต้องลุกขึ้นต่อหน้าเพื่อนร่วมชั้นเรียน
6. ครูสามารถเข้าใจนักเรียนด้วยการฟังนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ระหว่างการทำกิจกรรมและจากการรวบรวมคำตอบในตอนท้ายชั่วโมงเรียน
7. ครูสามารถทำกิจกรรมที่ใช้หลักเพื่อนคู่คิดได้หนึ่งครั้ง หรือหลาย ๆ ครั้งในระยะเวลา 1 คาบเรียน

สมบัติ การจนารักพงค์ (2547, หน้า 12) กล่าวว่า ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีดังนี้

1. ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและทักษะการสื่อสารให้คู่ของตนเองเข้าใจ
  2. ฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น
  3. ช่วยให้นักเรียนแต่ละคู่มีความสนิทสนมกันมากขึ้น
  4. ทำให้นักเรียนเป็นคู่หูในการเรียนต่อไป
- ตามที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิด มีดังนี้
1. เป็นเทคนิคที่นำไปใช้ได้เร็วไม่ต้องใช้เวลาเตรียมการมาก
  2. ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและทักษะการสื่อสาร
  3. สามารถใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิดได้หลาย ๆ ครั้งในระยะเวลา 1 คาบเรียน
  4. ฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น

## ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

### 1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

วิลสัน (Wilson, 1971, pp. 643-696 อ้างถึงใน นัยนา ไพจิตร, 2557, หน้า 70) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และสามารถจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยอ้างอิงตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้ความจำ ด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำ เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) คำถามที่วัดระดับความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงและความรู้พื้นฐาน

1.2 ความรู้ความจำ เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำ ศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้วข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็น โจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่าแบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำ เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างใหม่ ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principles, rules and generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎ ที่นักเรียนเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem from one mode to another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ต้อง พหุคูณในระบับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to solve routine problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหานั้นได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้าง ที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์

ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to recognize patterns, isomorphism, and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็น โจทย์พลิกแพลงแต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้ปัญหาโจทย์ดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve nonroutine problems) คำถามในชั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 สามารถในการพิสูจน์ (Ability to construct proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) ความสามารถในการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในการนี้ต้องให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to formulate and validate generalizations) นักเรียนสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและสมเหตุสมผลด้วยคือ อาจจะสามารถให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจ

ถามให้นักเรียนสร้างขบวนการคิดคำนวณใหม่พร้อมทั้งแสดงการใช้ขบวนการนั้น

กูด (Good, 1973, p. 7 อ้างถึงใน ธราทิพย์ เกตุหอม, 2559, หน้า 52) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการได้รับความรู้หรือการพัฒนาทักษะจากการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบที่กำหนดคะแนนจากชิ้นงานที่มอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 79) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ระดับความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่นักเรียนได้เรียนรู้ และมโนทัศน์แต่ละเรื่อง จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

ตามที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ทั้งในส่วนของเนื้อหาสาระ ข้อเท็จจริงที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งวัดจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครอบคลุมพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

## 2. ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้ สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 45) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด

ภัทรา นิคมานนท์ (2537, หน้า 62) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่ได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้ไว้ได้มากน้อยเพียงไร โดยทั่วไปแล้วมักใช้วัดหลังจากทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้วเพื่อประเมินการเรียนการสอนว่าได้ผลเพียงไร

พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2548, หน้า 96) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

จากคำกล่าวของนักการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถทางวิชาการ และทักษะด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนผ่านมารีเรียนรู้มาแล้ว เพื่อประเมินว่านักเรียนบรรลุผลตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เพียงใด



### 3. องค์ประกอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วัชรวิ บูรณสิงห์ (2525, หน้า 435 อ้างถึงใน สุณีย์ คำควร, 2559, หน้า 47) กล่าวว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำนั้น มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ระดับสติปัญญา (I.Q.) อยู่ระหว่าง 75-90 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จะต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30
  2. อัตราการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่านักเรียนอื่น
  3. มีความสามารถทางการอ่านต่ำ
  4. จำหลักหรือมโนคติเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้วไม่ได้
  5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ
  6. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์โดยทั่วไป
  7. มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์น้อย สืบเนื่องจากการสอบตกวิชาคณิตศาสตร์บ่อยครั้ง
  8. มีเจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียนและโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อวิชาคณิตศาสตร์
  9. มีความกดดันและรู้สึกกังวลต่อความล้มเหลวทางด้านการศึกษาของตนเองและบางครั้งรู้สึกดูถูกตนเอง
  10. ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง
  11. อาจมาจากครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากนักเรียนอื่น ๆ ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน
  12. ถ้าทักษะในการฟัง และไม่มีความตั้งใจในการเรียน หรือมีความตั้งใจในการเรียนเพียงช่วงเวลาสั้น
  13. มีข้อบกพร่องในด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาด้านการฟัง และมีข้อบกพร่องทางทักษะการใช้มือ
  14. ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนทั่ว ๆ ไป
  15. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางการพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้น ๆ มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำทั้งทางอารมณ์และสังคม
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ (2542, หน้า 145) กล่าวว่า สาเหตุหรือที่มาที่ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ อาจมาจากหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น
1. ข้อบกพร่องทางร่างกายหรือสุขภาพไม่เอื้ออำนวย
  2. ระดับสติปัญญา
  3. มีประสบการณ์ที่ไม่ดีในวิชาคณิตศาสตร์มาก่อน ทำให้ฝังใจเกิดการต่อต้านไม่ยอมรับปิดกั้นตัวเองทั้งแบบรู้ตัว และไม่รู้ว่า

4. สิ่งแวดล้อมทางบ้านการปลูกฝังนิสัยในการเรียน ตลอดจนนิสัยส่วนตัวในด้านต่าง ๆ เช่น ความกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออก ความอดทนความเพียรพยายาม การรู้จักแบ่งเวลา ความมีวินัยในตนเองความรับผิดชอบ การมีสมาธิ

5. วุฒิภาวะต่ำ

6. พื้นฐานความรู้เดิมมีไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ทำให้เรียนตามเพื่อนไม่ทัน ไม่เข้าใจบทเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์มีหลายด้าน ได้แก่ นักเรียน ครู ผู้ปกครอง และระบบบริหารจัดการ ซึ่งสาเหตุที่สำคัญ ๆ มาจากนักเรียนมีระดับสติปัญญา วุฒิภาวะต่ำ มีเจตคติไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย จำสิ่งที่เรียนมาไม่ได้ และวิธีการจัดการเรียนรู้ของครูที่ยังไม่ดีพอ

#### 4. ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีไว้ ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530, หน้า 41-45 อ้างถึงใน ดวงตะวัน งามแสง, 2558, หน้า 59)

กล่าวว่า ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี มีดังนี้

1. มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง แบบทดสอบสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการ ความเที่ยงตรงแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้สอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการจะวัด ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาหมายความว่า ข้อสอบนั้นประกอบด้วยข้อคำถามที่ถามเนื้อหาได้ตรงตามที่ระบุไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรอย่างครบถ้วน

1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้สอดคล้องตรงตามที่กำหนดไว้ในทฤษฎี ในกรณีที่เป็นข้อสอบ หมายถึงข้อสอบที่สร้างได้ครอบคลุมพฤติกรรมตามที่วิเคราะห์ไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรของรายวิชานั้น ๆ ถ้าพิจารณาจากจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมก็คือ ดูจากพฤติกรรมที่คาดหวังและเกณฑ์

1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่ให้ผลการวัดสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงในขณะนั้นของผู้สอบ ซึ่งดูได้จากการสังเกตหรือการสอบภาคปฏิบัติ

1.4 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่ช่วยให้สามารถทำนายผลในอนาคตได้ถูกต้อง แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรง

เชิงพยากรณ์สูง คือ มีคะแนนจากแบบทดสอบทั้งฉบับนั้นสอดคล้องกับคะแนนผลการเรียนในอนาคต การที่สร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงคือ แบบทดสอบนั้นจะต้องถามให้ครอบคลุม (Comprehensive) หลักสูตรที่กำหนดไว้ ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้

1.4.1 ถามทุกเรื่อง ทุกเนื้อหาที่มีในหลักสูตร

1.4.2 ถามพฤติกรรมกรเรียนรู้ครบถ้วนตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1.4.3 ถามแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมอย่างได้สัดส่วนกัน พฤติกรรมใดมีความสำคัญมากเน้นมาก ก็ควรถามมากข้อ ถ้าสำคัญน้อยก็ถามข้อน้อย

2. มีคุณภาพด้านความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดให้ผลการวัดได้คงที่ ไม่ว่าจะนำเครื่องมือนั้นไปสอบวัดกี่ครั้งก็ตาม แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผลการวัดในแต่ละครั้งสอดคล้องกัน เช่น ในการสอบวัด 2 ครั้ง คนที่ได้คะแนนสูงสุดในครั้งแรกจะได้คะแนนสูงสุดในครั้งที่สอง คนที่ได้คะแนนต่ำสุดในครั้งแรกจะได้คะแนนต่ำในครั้งที่สองเช่นกัน การสร้างแบบทดสอบให้มีความเชื่อมั่นสูงก็คือ ข้อคำถามของแบบทดสอบนั้นจะต้องถามในสิ่งที่ควรถาม คือ ถามพฤติกรรมขั้นสูงและมีจำนวนมากพอที่จะครอบคลุมเนื้อหาในวิชานั้น ๆ

3. มีความเป็นปรนัย (Objectivity) คือ มีลักษณะ 3 ประการ ได้แก่

3.1 คำถามมีความแจ่มแจ้งชัดเจน

3.2 การตรวจให้คะแนนชัดเจนทำให้ผู้ตรวจไม่ว่าใครก็ตามตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน

3.3 การแปลความหมายของคะแนนตรงกัน กล่าวคือ คะแนนที่ได้บอกสถานภาพของผู้สอบได้ตรงกันแบบทดสอบปรนัย หรืออัตนัย เช่น ข้อสอบความเรียงสามารถสร้างให้มีคุณลักษณะ ทั้ง 3 ประการ ดังกล่าว แบบทดสอบนั้นก็จะเป็นปรนัยได้เท่าเทียมกัน

4. มีการถามลึก (Searching) หมายถึง ไม่ถามเพียงแค่พฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ ตามตำรา หรือถามตามที่ครูสอน แต่ต้องพยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าความรู้ความจำ ได้แก่ ถามพฤติกรรมความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า แต่ถ้าจำเป็นต้องถามความรู้ความจำ ก็ควรถามสิ่งที่เป็นความคิดรวบยอด ถ้าข้อคำถามสามารถวัดพฤติกรรมขั้นสูงได้มากเท่าใด แบบทดสอบนั้นก็จะมีคุณค่ามากเท่านั้น เพราะสามารถนำผลการสอบมาใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพทางสมองของผู้เรียนให้ก้าวหน้ากว่าเดิมได้ดี

5. มีความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ข้อคำถามของแบบทดสอบนั้นจะต้องไม่มีช่องทางและให้เด็กฉลาดใช้ไหวพริบในการเอาได้ถูก ไม่เปิดโอกาสให้คนเกียติคร้านที่ดูตำราลวก ๆ ตอบได้ คือ ต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงติดกลุ่มหนึ่งกลุ่มใดโดยเฉพาะ การที่จะให้แบบทดสอบมี

ความยุติธรรมหรือความเสมอภาคได้ ข้อสอบนั้นจะต้องถามให้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมทุกประเภทของวิชานั้น ๆ

6. มีลักษณะยั่วในทางดี (Provocation) หมายถึง แบบทดสอบนั้นจะต้องประกอบด้วยคำถามที่จะสร้างแบบอย่างที่ดีให้แก่ผู้เรียน ไม่ควรถามสิ่งที่เป็นตัวอย่างที่ไม่เหมาะสมไม่ควรปฏิบัติตาม เพราะในช่วงเวลาของการสอบนั้น ผู้สอบมีโอกาที่จะเรียนรู้จากข้อสอบได้จึงควรถามแต่สิ่งที่จะนำไปเป็นแบบอย่างที่ดีงามจึงจะเป็นการดี เช่น

คำถาม 1 “สิ่งใดที่สูบได้โดยไม่ผิดกฎหมาย” (บุหรี กัญชา ฝิ่น)

คำถาม 2 “การสูบบุหรีให้โทษอย่างไร” คำถาม 1 เป็นคำถามที่ไม่ควรถาม ควรเลี่ยงไปถามคำถาม 2 จะเหมาะสมกว่า เป็นต้น

7. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง แบบทดสอบนั้นจะต้องประกอบด้วยคำถามที่สามารถจำแนกผู้สอบออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับอย่างถี่ถ้วน ตั้งแต่อ่อนสุดไปจนถึงเก่งสุด

8. มีความยากพอเหมาะ (Difficulty) หมายถึง แบบทดสอบนั้นจะต้องไม่ยากเกินไปและง่ายเกินไป ผลการสอบโดยเฉลี่ยควรทำควรถูกเท่ากับหรือสูงกว่า 50% ของคะแนนเต็มเล็กน้อย นั่นคือข้อสอบที่มีความยากมากถือว่าไม่มีประโยชน์ เพราะไม่สามารถเร้าผู้สอบให้แสดงคุณลักษณะที่ต้องการวัดออกมาได้ เพราะคนเก่งที่ยังไม่สามารถทำได้ ในทำนองเดียวกันแบบสอบที่ง่ายมากก็ถือว่าไม่มีประโยชน์ เพราะทั้งคนเก่ง คนอ่อนสามารถทำได้เหมือนกันหมด ทำให้ไม่มีอำนาจจำแนก ดังนั้นแบบทดสอบจึงควรมีความยากพอเหมาะในแต่ละข้อคำถามและโดยส่วนรวมทั้งฉบับ

9. มีความเฉพาะเจาะจง (Particular) หมายถึง แบบทดสอบนั้นจะต้องประกอบด้วยคำถามที่มีความชัดเจน ไม่คลุมเครือจนผู้สอบตีความหมายไปคนละอย่าง คำถามประเภททวนสองแง่สองมุมไม่ควรใช้คำถามนั้น แต่จะต้องให้ผู้สอบเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งว่าต้องการถามในแง่มุมใด เพื่อผู้สอบที่มีความสามารถในเรื่องนั้นอย่างแท้จริงจะต้องตอบได้ถูก

10. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบนั้นจะต้องให้ผลการวัดที่เที่ยงตรง และเชื่อถือได้มากที่สุดในขณะที่ใช้เวลา แรงงาน และเงินทุนในการสร้างอย่างประหยัดที่สุดการสร้างข้อสอบให้มีประสิทธิภาพควรคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

10.1 ลักษณะคำถาม ควรเป็นคำถามที่ถามพฤติกรรมขั้นสูงให้มากข้อ ตลอดจนถามแต่สิ่งที่มีความสำคัญที่จะเป็นตัวแทนของมวลความรู้ในวิชานั้น ๆ

10.2 ความเหมาะสมของจำนวนข้อกับเวลา แบบทดสอบนั้นไม่ควรให้มีจำนวนข้อมากไป ควรมีจำนวนข้อพอเหมาะแต่มีความครอบคลุมในเนื้อหาวิชานั้น ๆ และเวลาที่ให้ทำก็เหมาะสมไม่มากจนเกินไป

10.3 ความถูกต้องเรียบร้อยของตัวข้อสอบ คือ เป็นแบบทดสอบที่พิมพ์ถูกต้องชัดเจน ไม่มีหน้าว่าง ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถ้ามีความบกพร่องจะมีผลทำให้แบบทดสอบขาดประสิทธิภาพได้

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2544, หน้า 108-113) กล่าวว่า ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีควรมีคุณลักษณะ 10 ประการ ดังนี้

1. ความตรง หมายถึง ความสามารถของแบบสอบ ที่จะวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดได้ถูกต้องตามจุดประสงค์

2. ความเที่ยง หมายถึง ความคงเส้นคงวาของคะแนนในการวัดแต่ละครั้ง หรือกล่าวได้ว่าใช้เครื่องมือนั้นวัดครั้งใด ๆ ก็ได้ค่าเท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง

3. ความเป็นปรนัย หมายถึง มีความแจ่มชัดในคำถาม ในการตรวจให้คะแนน และการแปลความหมายของคะแนน มีคุณสมบัติ 3 ประการ ดังนี้

3.1 แจ่มชัดในคำถาม

3.2 แจ่มชัดในการตรวจให้คะแนน

3.3 แจ่มชัดในการแปลความหมายคะแนน

4. ความยาก หมายถึง ข้อสอบในแต่ละข้อของแบบสอบสามารถรวมถึงสัดส่วน หรือร้อยละของคนที่ทำข้อสอบข้อนั้น ๆ ได้ถูก

5. อำนาจจำแนก คุณสมบัติของข้อสอบลักษณะนี้ เป็นคุณสมบัติที่จำแนกคนออกเป็น เก่งมาก เก่งน้อย ตามความสามารถจริงของเขา

6. ความยุติธรรม เป็นแบบสอบที่ให้ความเสมอภาคเท่าเทียมกัน ที่ผู้สอบจะทำข้อสอบได้ตามความสามารถจริงของเขาในวิชานั้น ๆ

7. ชั่วๆ เป็นข้อสอบที่มีลักษณะท้าทาย ชวนให้คิดต่อ ใครความอยากรู้อยากเห็นให้กว้างขวางลึกซึ้งยิ่งขึ้น

8. ถามลึก เป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอบได้คิดค้นคำตอบด้วยความสามารถในระดับสติปัญญาที่อยู่ในขั้นสูง

9. ประสิทธิภาพ เป็นแบบสอบที่ให้คะแนนได้เที่ยงตรงได้มากที่สุด โดยใช้เวลาแรงงานเงินทองน้อยที่สุด

10. ประโยชน์ใช้สอย หมายถึง การนำไปใช้สะดวก มีประโยชน์ใช้สอยได้สูง โดยมีลักษณะ ดังนี้

10.1 สะดวกต่อการดำเนินการใช้สอบ

10.2 เวลาที่ใช้สอบพอเหมาะ

10.3 สะดวกในการตรวจให้คะแนน

#### 10.4 ง่ายต่อการแปลผลและการนำไปใช้

สิริพร ทิพย์คง (2545, หน้า 194-195) กล่าวว่า ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี พิจารณาได้ดังนี้

1. ความตรง แบบทดสอบที่มีความตรง เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ครอบคลุมเนื้อหาที่มีในหลักสูตร
2. ความเชื่อมั่น แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น เป็นแบบทดสอบที่สามารถให้ผลการวัดได้คงที่ไม่ว่าจะนำแบบทดสอบนั้นไปวัดกี่ครั้ง
3. ความเป็นปรนัย แบบทดสอบที่มีความเป็นปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน สามารถตรวจให้คะแนนและแปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน
4. การถามลึก หมายถึง ถามให้ครอบคลุมพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า
5. ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้เขาได้ถูกต้อง และต้องเป็นข้อสอบที่ไม่มีความลำเอียงต่อกลุ่มนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ
6. อำนาจจำแนก แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน โดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียดละเอียด ตั้งแต่อรินสุดไปจนถึงเก่งสุด
7. ความยากง่ายพอเหมาะ แบบทดสอบนี้จะต้องไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป
8. ความขี้ขลาด หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลิน ไม่รู้สึกเบื่อหน่ายในการทำแบบทดสอบ
9. ประสิทธิภาพ เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อสอบพอประมาณ จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต ตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว รวมถึงสิ่งแวดล้อมในการสอบที่ดี

จากที่กล่าวไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ต้องวัดผลได้ถูกต้องตรงตามจุดประสงค์ สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะสอบวัดกี่ครั้งก็ตาม อีกทั้งมีความชัดเจนในข้อคำถามและการตรวจให้คะแนนต้องมีการแปลความหมายของคะแนนตรงกัน นอกจากนี้แบบทดสอบควรสามารถแยกความสามารถของนักเรียนได้ และมีความยากง่ายพอเหมาะ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ลักษณะ 4 ประการคือ ความตรง ความเชื่อมั่น ความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จะใช้ ว่าเป็นแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพ

#### 5. ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้กล่าวถึงประเภทแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 146-147) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามที่นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ของนักเรียนที่ได้ในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บอกพร้อมที่ไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดดูความพร้อมที่จะเรียนใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูผู้สอนวิชานั้นแต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบและยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วยทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอนไปด้วยแล้วจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ซึ่งควรวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้ วัดด้านความรู้ความจำ วัดความเข้าใจ วัดการนำไปใช้ และ วัดด้านการวิเคราะห์

สมนึก ภัททิยธนี (2543, หน้า 73) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วอาจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้าง กับแบบทดสอบมาตรฐาน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กัน โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ 1) แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้ว ให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่ 2) แบบทดสอบปรนัย หรือแบบทดสอบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกตอบแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบถูก-ผิด, แบบเติมคำ, แบบจับคู่ และแบบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างจริงจังมีคุณภาพมีมาตรฐาน กล่าวคือ

มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนน และแปลความหมายของคะแนน

วิล ทองแป้ (2547, หน้า 142-147) ได้แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher made test) เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กัน โดยทั่วไปในสถานศึกษาเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์หรือความสามารถทางวิชาการของผู้เรียนที่ได้เรียนรู้ ในแต่ละรายวิชา แบบทดสอบประเภทนี้มักสร้างขึ้นใช้เฉพาะคราว เมื่อสอบเสร็จก็มักจะทิ้งไปจะ สอบใหม่ก็จะสร้างกันขึ้นมาใหม่ หรือเปล่าปรุจจากแบบทดสอบชุดเดิม ไม่ค่อยจะวิเคราะห์หา คุณภาพของข้อสอบเพื่อจัดเก็บไว้ใช้ต่อไป ซึ่งถ้าหากมีการหาคุณภาพของข้อสอบและปรับปรุง แก้ไขก็จะช่วยให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ และนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่ายิ่งขึ้น แบบทดสอบประเภทนี้ยังแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ 1) แบบทดสอบความเรียง เป็นแบบทดสอบ ที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้ว ให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่ 2) แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวาง เหมือนแบบทดสอบความเรียง แบบทดสอบแบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญด้วยกระบวนการ หรือวิธีการที่เป็นระบบและใช้เวลามากกว่า แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐานสามารถ นำไปวัดได้อย่างกว้างขวาง แบบทดสอบประเภทนี้ถือว่ามีมาตรฐานอยู่ 2 ประการ คือ มาตรฐานในการดำเนินการสอบ ซึ่งไม่ว่าผู้ใดจะใช้แบบทดสอบมาตรฐานเมื่อใดก็ตาม การดำเนินการสอบจะปฏิบัติเหมือนกันทุกขั้นตอน และมาตรฐานในการแปลความหมายของ คะแนนซึ่งไม่ว่าแบบทดสอบมาตรฐานจะใช้สอบที่ไหน เมื่อไรก็ตาม ก็จะแปลความหมายคะแนน ได้ตรงกันว่า ใครเก่ง อ่อนเพียงไร โดยมีเกณฑ์ปกติ (Norm) สำหรับเปรียบเทียบคะแนนให้มี มาตรฐานเดียวกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555, หน้า 31) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีอยู่หลายรูปแบบ ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย 5 รูปแบบ คือ

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบเลือกตอบ
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบถูกผิด
3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบจับคู่และแบบเปรียบเทียบ
4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบเขียนตอบ



### 5. แบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบต่อเนื่อง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งได้ 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐาน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ

### 6. แนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ

นักการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้กล่าวถึงแนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบไว้ ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 63-84) กล่าวว่า แนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ เป็นดังนี้

1. คำถามต้องชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจว่าต้องการถามอะไร
2. พยายามใช้ตัวเลือกสั้น ๆ โดยตัดคำที่ไม่จำเป็นออก
3. อย่าให้มีรายละเอียด ในตัวคำถามมากเกินไปเพราะอาจเป็นการแนะนำคำตอบ
4. ต้องมั่นใจว่าคำถามแต่ละข้อมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว
5. พยายามใช้คำถามที่วัดสมองชั้นลึก ๆ เช่น ถามความเข้าใจ การนำไปใช้ วิเคราะห์
6. ระวังการใช้ตัวเลือก “ไม่มีข้อใดถูก” หรือ “ถูกทุกข้อ” ถ้าจะใช้ก็ให้ใช้อย่างเหมาะสม เช่นกรณีที่ทำตัวเลือกอื่นไม่ได้อีกแล้ว
7. ถ้าจะใช้คำปฏิเสธ ควรแสดงให้เห็นชัดว่าเป็นคำถามปฏิเสธ โดยการขีดเส้นใต้หรือใช้ตัวพิมพ์หนา แสดงข้อความที่แสดงคำถามปฏิเสธ
8. ตัวเลือกที่ถูกควรมีความยาวใกล้เคียงกับตัวเลือกอื่น
9. ตัวเลือกที่เป็นตัวถูกและผิด ต้องคิดในแง่ความหมาย ไม่ใช่ถูกผิดในแง่การใช้ภาษา
10. ตัวเลือกแต่ละตัวควรให้เป็นอิสระจากกัน กล่าวคือไม่ควรกล่าวถึงกัน ไม่ควรให้ตัวเลือกตัวหนึ่งคลุมตัวเลือกอื่น ๆ
11. การวางตำแหน่งตัวถูกควรกระจายกันออกไป ไม่ควรซ้ำกันหรือเรียงกันอย่างมีระบบทางที่ดีควรเรียงตามลำดับความยาว ให้ตัวเลือกที่มีความยาวน้อยสุดเป็นข้อ ก.
12. ตัวเลือกที่เป็นตัวถูกต้องมีเหตุผลที่จะใช้ เป็นตัวถูกไม่ใช่ผิดจนเห็นได้ชัดเจน
13. ควรเรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข
14. ถ้าใช้รูปภาพประกอบคำถามยิ่งดี
15. ข้อหนึ่งควรให้มีตัวเลือก 4-5 ตัวเลือก
16. อย่าให้คำถามข้อแรก ๆ แนะนำคำตอบข้อหลัง

สสวท. (2555, หน้า 31-32) กล่าวว่า แนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ เป็นดังนี้

1. การสร้างคำถาม คำถามที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้
  - 1.1 สั้น ได้ใจความชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย
  - 1.2 ใช้เป็นประโยคบอกเล่า ในกรณีที่มีการใช้คำปฏิเสธ เช่น ไม่หรือห้าม ต้องเน้นด้วยการทำตัวหนาหรือขีดเส้นใต้คำที่แสดงการปฏิเสธ
  - 1.3 คำถามแต่ละข้อจะเป็นอิสระต่อกัน การตอบคำถามของข้อหนึ่งจะต้องไม่ชี้นำหรือข้ออยู่กับอีกข้อหนึ่ง หรือใช้คำตอบของข้อหนึ่งเป็นคำถามอีกข้อหนึ่ง
  - 1.4 หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ชี้นำหรือสื่อความไปถึงคำตอบถูกหรือคำตอบผิด
  - 1.5 แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว (ยกเว้นข้อสอบเพื่อการวิเคราะห์ที่มีคำตอบถูกหลายคำตอบได้ แต่การแปลผลจะต้องคำนึงถึงความหมายของแต่ละคำตอบ)
2. การสร้างตัวเลือก โดยทั่วไปตัวเลือกของข้อสอบแบบเลือกตอบมีจำนวน 3-5 ตัวเลือก การกำหนดจำนวนตัวเลือกในข้อสอบจะต้องคำนึงถึงระดับและความสามารถของผู้เรียน ตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้
  - 2.1 แต่ละตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกันและมีความยาวใกล้เคียงกัน
  - 2.2 ใช้คำที่สั้น ได้ใจความชัดเจน และหลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์หรือข้อความที่เข้าใจยาก
  - 2.3 ไม่ควรใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” “ผิดทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก” (เพราะเป็นการสื่อความหมายถึงความไม่แน่ใจในคำตอบหรือการเลือกตอบด้วยความไม่มั่นใจ)
  - 2.4 ไม่ควรสร้างตัวเลือกโดยใช้ระดับของความถูกต้องเป็นประเด็นให้คิด เช่น ถูกครึ่งผิดครึ่ง หรือถูกต้องเพียงบางส่วน เพราะอาจจะทำให้เกิดความสับสนในการตัดสินใจเลือกคำตอบ

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับแนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบสามารถสรุปได้ว่า การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบที่ดี ควรคำนึงถึงการสร้างคำถามและการสร้างตัวเลือก สำหรับการสร้างคำถามนั้นจะต้องเป็นคำถามที่กระชับชัดเจนเข้าใจง่าย หากเป็นคำปฏิเสธต้องเน้นเป็นตัวหนาหรือขีดเส้นใต้ พยายามใช้คำถามที่วัดความเข้าใจ การนำไปใช้ หรือวิเคราะห์ และต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ส่วนการสร้างตัวเลือกนั้นจะต้องคำนึงถึงระดับความสามารถของผู้เรียนด้วย โดยในแต่ละตัวเลือกใช้คำเข้าใจง่าย และควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกันและมีความยาวใกล้เคียงกัน ซึ่งแนวทางที่กล่าวมานี้จะทำให้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบนั้นเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีและสามารถนำไปใช้ได้จริง

## 7. ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ชานนท์ จันทรา (2555, หน้า 87-88) กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่สำคัญมี ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้หรือเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้หรือสิ่งที่ต้องการวัด

2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3. เลือกประเภทของแบบทดสอบโดยอาจเป็นแบบปรนัยทั้งหมด แบบอัตนัยทั้งหมด หรือแบบปรนัยผสมกับแบบอัตนัย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้

4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบ และเวลาที่ใช้ในการสอบ เช่น การสอบย่อยหรือสอบเก็บคะแนน อาจใช้เวลา 30-60 นาที การสอบปลายภาคหรือสอบปลายปี อาจใช้เวลา 100-120 นาที เป็นต้น โดยในส่วนของจำนวนข้อสอบและคะแนนนั้นต้องสัมพันธ์หรือเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอบและรูปแบบของแบบทดสอบด้วย

5. จัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อกำหนดจำนวนข้อของแบบทดสอบในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่มุ่งวัดตามอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยพฤติกรรมที่มุ่งวัดนั้น อาจใช้ความสามารถด้านความรู้ความคิดทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ ความจำ และคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ หรืออาจผสมผสานระหว่างความสามารถด้านความรู้ความคิดกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบนี้จะช่วยทำให้ได้แบบทดสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา

6. สร้างแบบทดสอบตามคุณลักษณะและแนวทางที่ได้กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่กำหนด

เวชฤทธิ์ อังกะนัททรขจร (2555, หน้า 154) กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 หรือหลักสูตรสถานศึกษา แล้ววิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

ขั้นที่ 2 จากข้อมูลในขั้นที่ 1 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียนในแต่ละเนื้อหา

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งพฤติกรรมที่วัดในวิชาคณิตศาสตร์เป็นพฤติกรรม ระดับความรู้/ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ จากนั้นสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จำแนกตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละเนื้อหา

ขั้นที่ 4 จากข้อมูลในขั้นที่ 2 และ 3 นำมาวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

ขั้นที่ 5 กำหนดลักษณะของข้อสอบ และทำการสร้างข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด และ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในขั้นที่ 4

สสวท. (2555, หน้า 30) กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและเนื้อหาที่ต้องการ
  2. วิเคราะห์เนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
  3. กำหนดรูปแบบของข้อสอบที่จะใช้ในแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และควรใช้รูปแบบที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ
  4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้ทดสอบ
  5. สร้างข้อสอบตามที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคของการสร้างแบบทดสอบและความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล
  6. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรง และความเป็นปรนัยของข้อสอบ
- จากคำกล่าวของนักการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีดังนี้ ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา รวมทั้งศึกษาวิธีสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์ และพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละจุดประสงค์ กำหนดลักษณะของข้อสอบ แล้วดำเนินการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา หากคุณภาพของข้อสอบรายชื่อ โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบ (Try out) วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

## 8. การวิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2544, หน้า 140) กล่าวว่า การวิเคราะห์แบบทดสอบ หมายถึง การค้นหาคุณลักษณะ คุณภาพของข้อสอบว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร ดีหรือไม่ดี ง่ายหรือยาก และทั้งเป็นการตรวจหาค่าอำนาจจำแนกข้อสอบนั้นแยกเด็กอ่อน เด็กเก่งออกจากกันได้หรือไม่ เปรียบเสมือนเครื่องชั่งที่มีความไวสูงที่จะแยกแยะน้ำหนักสิ่งของได้อย่างชัดเจนว่าสิ่งใดหนักหรือเบากว่ากัน ดังนั้นแบบทดสอบที่สามารถจำแนกความสามารถผู้เรียนที่แตกต่างกันได้แม้เพียงเล็กน้อยก็บอกได้ จึงจะถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพดีด้วย

### 8.1 ประโยชน์ของการวิเคราะห์แบบทดสอบ

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2544, หน้า 141) กล่าวว่า ประโยชน์ของการวิเคราะห์แบบทดสอบ ดังนี้

8.1.1 เพื่อวินิจฉัยว่า ผู้เรียนคนใดเก่ง คนใดอ่อน หรือเก่ง-อ่อนอะไร เพื่อนำไปพิจารณาปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสม และแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนให้ตรงจุด ผู้สอนจะวินิจฉัยปัญหาการเรียนของผู้เรียนได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบ

8.1.2 เป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงการสอนของผู้สอน เมื่อผู้สอนได้วิเคราะห์แบบทดสอบแล้วพบว่า ข้อสอบบางข้อผู้เรียนไม่สามารถทำได้เลย อาจจะเป็นเพราะเนื้อหาที่ยากเกินความสามารถของผู้เรียน ถ้าผู้สอนได้ทบทวนถึงกระบวนการสอนและพบว่ากระบวนการสอนเหมาะสมแล้ว ก็แสดงว่าข้อสอบนั้นยากเกินไป ผู้สอนควรปรับปรุงให้ง่ายขึ้นให้เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน

8.1.3 การวิเคราะห์แบบทดสอบ จะช่วยให้ผู้สอนเห็นสภาพความเป็นจริงของแบบทดสอบทั้งฉบับและคำถามแต่ละข้อว่ามีคุณภาพอย่างไร และจะสามารถใช้เป็นเครื่องตัดสินใจคุณภาพของแบบทดสอบเป็นอย่างดีว่าควรปรับปรุงแก้ไขข้อใด อย่างไร

8.1.4 การวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นแนวทางในการสร้างธนาคารข้อสอบ เมื่อผู้สอนได้วิเคราะห์ข้อสอบแต่ละข้อแล้ว จะได้ปรับปรุงแก้ไขและเก็บไว้ใช้เป็นประโยชน์ในวงการศึกษาต่อไป

8.1.5 การวิเคราะห์แบบทดสอบ เป็นขั้นตอนหนึ่งในการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานและเป็นวิธีหนึ่งของการวิจัยที่จะนำไปปรับปรุงการสอนและการสอบต่อไป

8.1.6 เป็นข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อยืนยันกับฝ่ายบริหาร โรงเรียน ให้เห็นว่าข้อสอบนั้นยากง่ายพอเหมาะหรือไม่ ที่ทำให้ผลการเรียนการสอนของผู้เรียนเป็นเช่นนั้น

## 8.2 การวิเคราะห์แบบทดสอบรายฉบับ

### 8.2.1 การวิเคราะห์ความตรง (Validity) ของแบบทดสอบ

สมโภชน์ อเนกสุข (2551, หน้า 95) กล่าวว่า ความตรง (Validity) ของแบบทดสอบ คือ ความสามารถของเครื่องมือที่วัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัด การวิเคราะห์ความตรงของแบบทดสอบมีหลายวิธี เช่น ความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) ความตรงตามโครงสร้าง (Construct validity) เป็นต้น แต่ที่พบบ่อยคือ การหาความตรงโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ Index of objective congruence: IOC ซึ่งเป็นการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยทั่วไปจะให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 หรือ 5 คน โดยมีวิธีการให้คะแนนดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนให้คะแนนความสอดคล้องของข้อสอบในแต่ละข้อแล้ว รวมคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดเป็นรายข้อ แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งข้อสอบที่ดีควรมีค่า IOC ของแต่ละข้อตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

### 8.2.2 การวิเคราะห์ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

สมโภชน์ อเนกสุข (2551, หน้า 98) กล่าวว่า ความหมายของความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ คือ ความคงเส้นคงวาของการวัด ค่าความเชื่อมั่นพิจารณาจากแบบทดสอบเป็นรายฉบับ แต่ที่พบบ่อย คือ การใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน สำหรับข้อสอบแบบปรนัย

วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) มีข้อตกลงพื้นฐานว่าข้อสอบต้องมีวิธีการให้คะแนนศูนย์หนึ่ง คือ ถ้าตอบถูกในแต่ละข้อได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดในแต่ละข้อได้ 0 คะแนน ซึ่งสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความเที่ยงของข้อสอบมี 2 สูตร ได้แก่  $K-R_{20}$  และ  $K-R_{21}$  ความแตกต่างของสูตรทั้งสองนี้อยู่ที่  $K-R_{21}$  มีข้อตกลงว่าข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบต้องมีระดับค่าความยากง่ายเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน

### 8.3 การวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ

#### 8.3.1 การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

วรรณคดี แสงประทีปทอง (2544, หน้า 2) กล่าวว่า ความหมายของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ คือ สัดส่วนของจำนวนคนตอบถูกและตอบผิดที่ได้จากการทำข้อสอบแต่ละข้อ ค่าความยากง่ายจะพิจารณาเป็นรายข้อ แต่ที่พบบ่อย คือ การคำนวณโดยใช้สูตร

การแปลความหมายค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ มีดังนี้

ได้  $0.80 \leq p \leq 1.00$  เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก ควรตัดทิ้ง หรือนำไปปรับปรุง

$0.60 \leq p \leq 0.80$  เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย ใช้ได้ดี

$0.40 \leq p \leq 0.60$  เป็นข้อสอบที่ความยากง่ายปานกลาง ดีมาก

$0.20 \leq p \leq 0.40$  เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก ใช้ได้ดี

$p < 0.20$  เป็นข้อสอบที่ยากมาก ควรตัดทิ้งหรือนำไปปรับปรุง

ค่า  $p$  สูง หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นมีผู้ตอบถูกมาก แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นง่าย

ค่า  $p$  ต่ำ หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นมีผู้ตอบถูกน้อย แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นยาก

จากการแปลความหมายค่าความยากง่ายผู้วิจัยสรุปได้ว่า ค่า  $p$  ยิ่งมาก ข้อสอบยิ่งง่าย และถ้าค่า  $p$  ยิ่งน้อย แสดงว่าข้อสอบยิ่งยาก ข้อสอบในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ควรเป็นข้อสอบที่มีค่า  $p$  อยู่ระหว่าง 0.4-0.6 แต่ถ้าได้ระหว่าง 0.2-0.8 ก็ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ

#### 8.3.2 การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

วรรณคดี แสงประทีปทอง (2544, หน้า 4) กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ คือ ความสามารถของข้อสอบแต่ละข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อนได้ ค่าอำนาจจำแนกจะพิจารณาเป็นรายข้อ แต่ที่พบบ่อย คือ การคำนวณโดยใช้สูตร

การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ มีดังนี้ (Ebel, 1972)

ได้  $0.4 \leq r$  เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีมาก

$0.30 \leq r \leq 0.39$  เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดี

$0.20 \leq r \leq 0.29$  เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกพอใช้ ปรับปรุงตัวเลือก

ค่า  $r$  สูง หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นสามารถจำแนกนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อนได้ดีมาก

ค่า  $r$  ต่ำ หมายถึง ข้อสอบข้อนั้นสามารถจำแนกนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อนได้ไม่ดี

จากการแปลความหมายค่าอำนาจจำแนกผู้วิจัยสรุปได้ว่า ข้อสอบในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ควรเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อนได้ โดยค่าอำนาจจำแนกควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

### 8.3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์แบบทดสอบ

วรรณคดี แสงประทีปทอง (2544, หน้า 6) ได้กำหนดขั้นตอนในการวิเคราะห์แบบทดสอบ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. เรียงลำดับคะแนนของผู้เรียนที่ได้จากการตรวจข้อสอบจากมากไปน้อยหรือจากสูงไปต่ำ
2. แบ่งกลุ่มผู้เรียนตามคะแนนเป็นกลุ่มที่มีคะแนนสูง เรียกว่า กลุ่มสูง และกลุ่มผู้เรียนที่มีคะแนนต่ำ เรียกว่า กลุ่มต่ำ ซึ่ง อีเบล (Ebel, 1972) ได้เสนอว่า การแบ่งกลุ่มนี้อาจแบ่งเป็น 2 ส่วน เป็นครึ่งต่อครึ่ง หรือแบ่ง 3 ส่วน โดยใช้ 33% เป็นเกณฑ์แบ่งหรือแบ่งด้วยเกณฑ์ 27% และเทคนิคแบ่งกลุ่ม 25% ของ Chase โดยกรณีที่แบ่งมากกว่า 2 ส่วน จะนำเฉพาะผลสอบของผู้สอบในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำมาวิเคราะห์ แต่ถ้ามีผู้สอบจำนวนน้อยคน มีเรนส์ และลิแมน (Mehrens & Lehmann, 1973) ได้กล่าวไว้โดยสรุปว่า ไม่ควรใช้เทคนิค 27% 33% เพราะจำนวนแบ่งกลุ่มน้อยเกินไปและจะทำให้ได้ค่าความเที่ยงต่ำหรือคลาดเคลื่อน ควรจะวิเคราะห์จากคะแนนสอบทั้งหมด เมื่อเรียงกระดาษคำตอบจากคะแนนสูงไปต่ำแล้วจะแบ่งครึ่งกันส่วนละ 50% ของผู้เรียนทั้งหมด ส่วนบนคือ กลุ่มสูง ส่วนล่างคือ กลุ่มต่ำ
3. นำกระดาษคำตอบของผู้เรียนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำมาบันทึกลงในตารางที่เตรียมไว้จากที่ได้ศึกษาการวิเคราะห์ข้อสอบผู้วิจัยได้นำมาปรับใช้กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นแบบปรนัยนำมาวิเคราะห์โดยการหาค่าความสอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ IOC หาค่าความยากง่าย (P) หาค่าอำนาจจำแนก (R) โดยเกณฑ์การแบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำผู้วิจัยใช้เกณฑ์การแบ่ง 50% และ 50% ของจำนวนผู้เรียนทั้งหมด เนื่องจากจำนวนผู้เรียนมีไม่มากนักจึงใช้เกณฑ์การแบ่งที่ได้กล่าวไว้ในเบื้องต้นและหาค่าความเชื่อมั่นใช้  $K-R_{20}$

### การหาประสิทธิภาพ

การได้เครื่องมือที่มีคุณภาพนั้นต้องมีการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือก่อนนำไปใช้ในการสอน ทั้งนี้ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือไว้ ดังนี้

หริพล ชรรณารักษ์ (2558, หน้า 291) กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการสอน หมายถึง การหาคุณภาพของสื่อการสอนหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อการสอน แต่ละขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงานให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยกระบวนการสองขั้นตอนคือ การทดสอบประสิทธิภาพ



การใช้เบื้องต้น (Try out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตาม ขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การใช้ให้นักเรียนผ่าน กระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี การทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจรวมทั้งการนำ ผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่ยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรม ใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อปรับปรุง คุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/ 60 แบบกลุ่มตั้งไว้ 70/ 70 ส่วนแบบ ภาคสนามตั้งไว้ 80/ 80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง การทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือ พฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความ คลาดเคลื่อนต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกขั้นหนึ่ง แต่ ถ้าหากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพหลาย ๆ ครั้งในภาคสนามจนได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1 = \text{Efficiency of Process}$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพ เป็น  $E_2 = \text{Efficiency of Product}$  (ประสิทธิภาพของผลลัพ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior) คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่ง ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของนักเรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบ กิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือการทำรายงานเป็นกลุ่มและรายบุคคล ได้แก่งานที่ มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal behavior) คือ ประเมินผลลัพ์ (Product) ของ นักเรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็น เกณฑ์ที่ครูคาดหมายว่านักเรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนน การทำงานและการประกอบกิจกรรมของนักเรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียน ทั้งหมด นั่นคือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) ประสิทธิภาพของผลลัพ์ ( $E_2$ )

การที่จะกำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้น ครูเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดย พิจารณาจากพิสัยการเรียนที่จำแนกเป็นด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) เนื้อหาเป็นความรู้ ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมากคือ 90/ 90 85/ 85 80/ 80 ส่วนด้านจิตพิสัย (Affective domain) และด้านทักษะพิสัย (Skill domain) เนื้อหาสาระจะต้องใช้เวลาฝึกฝนและพัฒนา

ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ ในห้องเรียนจึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/ 80 75/ 75 แต่ไม่ควรต่ำกว่า 75/ 75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 71) กล่าวว่า การเลือกเกณฑ์เพื่อกำหนดค่าประสิทธิภาพของแผนการสอนหรือนวัตกรรมควรพิจารณาจากหลายปัจจัย เช่น ประเภทของสื่อวัตกรรมการสติปัญญาของกลุ่มนักเรียน วุฒิภาวะของนักเรียน และวัตถุประสงค์ของการเรียน เป็นต้น โดยทั่วไปแผนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะมักจะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์การพัฒนาความรู้ ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาทักษะต้องใช้เวลามากกว่า เช่น แผนที่เน้นการพัฒนาความรู้อาจกำหนด  $E_1/E_2$  เท่ากับ 80/ 80 ส่วนแผนที่เน้นการพัฒนาทักษะต่าง ๆ อาจกำหนด  $E_1/E_2$  ที่ 75/ 75 เป็นต้น

เกณฑ์ 80/ 80 หมายถึง ตัวเลข 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วน 80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนการหาค่า  $E_1$  และ  $E_2$  ใช้สูตร ดังนี้

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบย่อย  
 $A$  แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อยทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum Y}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_2$  แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์  
 $\sum Y$  แทน คะแนนรวมจากการทดสอบหลังเรียน  
 $B$  แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ 80/ 80 เนื่องจากเนื้อหา เรื่อง เลขยกกำลัง เป็นเรื่องที่เน้นการพัฒนาความรู้ความจำ และความเข้าใจ โดยตัวเลข 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วน 80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

### การหาดัชนีประสิทธิผล

เพชัญ กิจระการ และสมนึก ภักดิ์ทิษณี (2545, หน้า 30-36) กล่าวว่า ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index) หมายถึง ตัวเลขที่แสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียน ในการเปรียบเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนที่ทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

$$\text{หรือ E.I.} = \frac{P_2 - P_1}{\text{Total} - P_1}$$

เมื่อ  $P_1$  แทน ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน

$P_2$  แทน ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน

Total แทน ผลคูณของจำนวนนักเรียนกับคะแนนเต็ม

ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับค่า E.I.

1. E.I. เป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่าง จะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในเรื่องที่เรียน คิดเป็นร้อยละ 100 หรือบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนที่ต้องการ ส่วนค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ และถ้าเป็นค่าลบแสดงว่า คะแนนผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียนซึ่งมีความหมายว่าระบบการเรียนการสอนหรือสื่อที่ใช้ไม่มีคุณภาพ สำหรับการแปลความหมายของค่า E.I. ไม่น่าแปลความหมายเฉพาะค่าที่คำนวณได้ว่า นักเรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าไรหรือคิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรจะดูข้อมูลเดิมประกอบด้วยว่าหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังสอนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เป็นเพราะว่านักเรียนกลุ่มนั้นมีความรู้เดิมเรื่องนั้นมากอยู่แล้ว ซึ่งไม่ใช่เรื่องเสียหาย

2. การแปลผลมักจะใช้ข้อความไม่เหมาะสม ทำให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายของ E.I. ผิดจากความจริง เช่น E.I. มีค่าเท่ากับ 0.6240 ก็มักจะกล่าวว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6240 ซึ่ง

แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 62.40” ซึ่งในความเป็นจริง ค่า E.I. เท่ากับ 0.6240 เพราะคิดเทียบจากค่า E.I. สูงสุดเป็น 1.00 ดังนั้น ถ้าคิดเทียบเป็นร้อยละ ก็คือคิดเทียบจากค่าสูงสุดเป็น 100 E.I. จะมีค่า 62.40 จึงควรใช้ข้อความว่า “ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6240 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.6240 หรือคิดเป็นร้อยละ 62.40” (ไม่ใช่ นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 62.40)

3. การหาค่า E.I. ต้องมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบสมมติฐานด้วย *t*-test (Dependent samples) ดังนั้นจึงหาค่า E.I. หรือ *t*-test ใดอย่างหนึ่งก็พอ

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยต่างประเทศ

คริสตู และปาปาจิออจิโอ (Christou & Papageorgiou, 2006, pp. 55-56) ได้ศึกษาเรื่องโครงสร้างของการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ กล่าวถึงพื้นฐานบทวรรณกรรมในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย โดยทำการศึกษาโครงสร้างสำหรับการแนะนำและการประเมินการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษาเป็นการชี้แจงและทำให้สมบูรณ์ท่ามกลางคุณสมบัติและความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ใช้ข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 135 คน ในประเทศไซปรัส ได้ให้ประโยชน์จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่นำมายืนยันและพิสูจน์ความสอดคล้องกับข้อมูลแล้วนำมาสรุปเป็นกระบวนการเฉพาะที่มุ่งตรวจสอบความเหมือนและแตกต่างในคุณสมบัติหรือความสัมพันธ์ ซึ่งเป็นการนำมาใช้สำหรับผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงอุปนัยที่ควบคุมด้วยคุณสมบัติหรือความสัมพันธ์ ผลจากการวิจัยโครงสร้างของการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์ได้ให้ประโยชน์ของการกำหนดพื้นฐานทางทฤษฎีสำหรับการออกแบบหลักสูตรและการกำหนดโปรแกรมในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยทางคณิตศาสตร์

แมบบาวด์ เค็ดคัวร์รา (Mabmoud, 2013, p. 3) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์ Think-Pair-Share เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักศึกษาพยาบาล โดยเปรียบเทียบการสอน 2 วิธี คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์ Think-Pair-Share และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (HESI) ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง 17 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกลยุทธ์ Think-Pair-Share มีความแตกต่างกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และการจัดการเรียนรู้ด้วย กลยุทธ์ Think-Pair-Share ยังส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาล

## 2. งานวิจัยในประเทศ

สุภารัตน์ หมั่นไธสง (2553, หน้า 100) ได้ศึกษาผลการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบการสอนแบบอุปนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบการสอนแบบอุปนัย มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.69/ 76.98 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบการสอนแบบอุปนัย เท่ากับ 0.6123

นิโรจน์ ดูเหว่า (2554, หน้า 66) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณและการหารเศษส่วน โดยใช้วิธีการอุปนัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 80.87/ 82.69 สูงกว่าเกณฑ์ 75/ 75 ที่กำหนดไว้ 2) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มมากขึ้นมากกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับร้อยละ 51.92 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 82.69 3) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 82.69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดไว้ร้อยละ 75

ธีณรัตน์ สังกษ (2556, หน้า 124-125) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัย เรื่อง สถิติ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย-นิรนัย เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.30

ระพีพัฒน์ แก้วอ่ำ (2556, หน้า 144) ได้ศึกษาผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง แบบรูป ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สามารถกล่าวได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่องแบบรูป สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทำให้นักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแบบรูปมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ปวริศ นันทรัตน์กุล (2558, หน้า 77) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจในทฤษฎีบทหลักมูลของแคลคูลัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ผสมผสานกับการสอนแบบอุปนัย โรงเรียนบรมราชินีนาถราชวิทยาลัย จังหวัดราชบุรี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน เรื่อง ทฤษฎีหลักมูลของแคลคูลัส โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ผสมผสานกับการสอนแบบอุปนัยพบว่า การทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.78 คะแนน และเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างเกณฑ์กับคะแนนสอบหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

เขวงศักดิ์ ช้อนบุญ (2546, หน้า 77) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรม คิด-จับคู่-เล่าสู่กันฟัง ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรม คิด-จับคู่-เล่าสู่กันฟัง เท่ากับ 78.81/ 75.62 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย โดยใช้กิจกรรม คิด-จับคู่-เล่าสู่กันฟัง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ 3) นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย โดยใช้กิจกรรม คิด-จับคู่-เล่าสู่กันฟัง ดีวก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัชณี ภูพิชกรกุล (2551, หน้า 86) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนแบบนิรนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิดและวิธีการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังใช้วิธีการสอนแบบนิรนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิดสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้วิธีการสอนแบบนิรนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิดสูงกว่านักเรียนที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชลธิชา ทับทิว (2554, หน้า 66) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ความสามารถในการคิดอย่าง

มีเหตุผลของนักเรียนยังสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และยังช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้นอีก ส่วนการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด หรือ คิด-จับคู่-เล่าสู่กันฟัง หรือ Think-Pair-Share ก็เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือวิธีหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนดีขึ้นและยังเกิดความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองกลาง อำเภอดงหลวง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งกำลังศึกษาในปีการศึกษา 2560 จำนวน 11 ห้องเรียน รวม 419 คน

##### 1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองกลาง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2560 โดยผ่านการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง มาแล้วด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ได้มาจากการรับสมัครด้วยความสมัครใจของประชากรจำนวน 82 คน ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรของ Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ระดับความคลาดเคลื่อน 10% จำนวนกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมดซึ่งสอดคล้องกับบุญชม ศรีสะอาด (2535, หน้า 38 อ้างถึงใน พรหมณี ลีกิจวัฒน์, 2554, หน้า 140-141) ที่เสนอเกณฑ์การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างที่คิดเป็นร้อยละว่า ขนาดประชากรจำนวนหลักร้อย (100-999) ขนาดกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 15-30 ของประชากร



## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน 14 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

## การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือในการวิจัย ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การสร้างและหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้
  - 1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดของหลักสูตร แนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล คู่มือครู หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
  - 1.2 ศึกษาการเขียนแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและแบบเทคนิคเพื่อนคู่คิดจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้
  - 1.3 ศึกษาเนื้อหาจากสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1. ความหมายของเลขยกกำลัง	ค 1.1 ม. 1/2 เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และเขียนแสดงจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (Scientific notation)	1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของเลขยกกำลังได้ 2. นักเรียนสามารถหาค่าของเลขยกกำลังได้	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	2
2. การเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลัง	ค 1.1 ม. 1/2 เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และเขียนแสดงจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (Scientific notation) ค 1.2 ม. 1/3 อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม	1. เมื่อกำหนดจำนวนให้ นักเรียนสามารถเขียนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้	เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	2
3. การคูณเลขยกกำลัง	ค 1.2 ม. 1/4 คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	1. นักเรียนสามารถหาผลคูณของเลขยกกำลังได้	การคูณเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	2

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
4. การหารเลขยกกำลัง	ค 1.2 ม. 1/4 คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	1. นักเรียนสามารถหาผลหารของเลขยกกำลังได้	การหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	3
5. สมบัติเพิ่มเติมของเลขยกกำลัง	ค 1.2 ม. 1/4 คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	1. นักเรียนสามารถบอกสมบัติของเลขยกกำลังได้ 2. นักเรียนสามารถนำสมบัติของเลขยกกำลังไปใช้ในการคำนวณ	การหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	3
6. การเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์	ค 1.1 ม. 1/2 เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และเขียนแสดงจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (Scientific notation)	1. เมื่อกำหนดจำนวนค่ามาก ๆ นักเรียนสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ 2. เมื่อกำหนดจำนวนที่มีค่าน้อย ๆ นักเรียนสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้	การเขียนแสดงจำนวนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ( $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ $n$ เป็นจำนวนเต็ม)	2
รวม				14

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ  
อุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด จำนวน 6 แผน โดยมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.4.1 ขั้นเตรียม เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เตรียมตัวนักเรียนด้วยการทบทวนความรู้  
พื้นฐานเดิมที่เกี่ยวข้อง โดยครูใช้คำถามนำเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ของเรื่องที่จะเรียน

1.4.2 ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ครูยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง โดยตัวอย่าง  
จะต้องครอบคลุมลักษณะเฉพาะของหลักการนั้น ๆ เพื่อให้ นักเรียนสามารถสังเกต เปรียบเทียบ  
และหาลักษณะร่วมของตัวอย่างเหล่านั้นได้

1.4.3 ขั้นเปรียบเทียบ

1.4.3.1 นักเรียนคิดเป็นรายบุคคล (Think) เพื่อทำการสังเกต เปรียบเทียบ  
ค้นหา ลักษณะร่วมของตัวอย่างเหล่านั้น โดยครูคอยตั้งคำถาม และกระตุ้นนักเรียนให้รู้จักสร้าง  
ความสัมพันธ์ของส่วนที่เหมือนกัน นักเรียนอาจเขียนข้อสรุปที่ได้ลงในใบกิจกรรมของตัวเอง

1.4.3.2 นักเรียนคิดเป็นคู่ (Pair) เพื่อปรึกษา และอภิปรายความเข้าใจ ข้อสรุป  
หลักการของตน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นจนได้คำตอบที่ดีที่สุด และคิดว่าถูกต้องแล้ว

1.4.4 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูสุ่มนักเรียนออกมาอภิปราย (Share) ข้อสรุปที่ได้เป็นคู่  
หน้าชั้นเรียน ในระหว่างที่นักเรียนบางคู่ออกมานำเสนอ นักเรียนคนอื่น ๆ สามารถยกมือแสดง  
ความคิดเห็นหรือนำเสนอข้อสรุป หรือหลักการของตนเองได้ และครูคอยให้แนะนำหรืออธิบาย  
เพิ่มเติม จนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง ชัดเจน และนักเรียนเกิดความเข้าใจตรงกัน

1.4.5 ขั้นนำไปใช้และประเมินผล เป็นขั้นทดสอบความเข้าใจของนักเรียน โดย  
การที่ครูเตรียมตัวอย่าง หรือแบบฝึกหัดที่หลากหลาย มาให้นักเรียนได้นำข้อสรุปที่นักเรียนสรุป  
ได้มาประยุกต์ใช้ และประเมินผลจากการตรวจแบบฝึกหัด หรือใบงาน และการสอบย่อยหลังเรียน  
แต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อดูว่านักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้  
สาระสำคัญ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้  
ระยะเวลา และเนื้อหา รวมทั้งภาษาที่ถูกต้อง และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์แล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย

1.6.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ภคพงศ์พันธุ์ อาจารย์ประจำสาขา  
คณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

1.6.2 ดร. คงรัฐ นวลแปง อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

1.6.3 นางสาวสุเทียร จิตต์โคตร์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชลบุรี “สุขบท”  
เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม โดยกำหนดความเหมาะสมเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก

3 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง องค์กรประกอบของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

นำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย  
เปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์แปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545,  
หน้า 99-100)

4.51-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก

2.51-3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

1.00-1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ควรอยู่ที่ระดับคะแนน  
เฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป ถือเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ได้ มีความถูกต้องและเหมาะสม

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย  
ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด จำนวน 6 แผน ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มาประเมินเพื่อ  
หาค่าระดับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ค่าความเหมาะสม คือ 4.86 (ดังภาคผนวก ก)  
ซึ่งถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่สามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ได้

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ เสนอ  
ต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมอีกครั้ง แล้วจัดพิมพ์เป็น  
แผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองต่อไป

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย  
ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด จำนวน 6 แผน ไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการ  
เรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

### 1.9.1 การทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำไปทดลองกับนักเรียนโรงเรียน

ถलगพระนางสร้าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างแต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย และยังไม่เคยเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง จำนวน 3 คน ซึ่งมีผลการเรียนคละกัน คือ เก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน เพื่อดูความเหมาะสมของ ภาษา การจัดกิจกรรม และเวลาที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

### 1.9.2 การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก โดยนำไปทดลองกับนักเรียนโรงเรียน

ถलगพระนางสร้าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 10 คน ซึ่งผู้วิจัยคัดเลือกมาจากนักเรียนที่มีผลการเรียนคละกัน คือ เก่ง 3 คน ปานกลาง 4 คน และอ่อน 3 คน เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมและเวลาที่ใช้

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้ว ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 80/ 80 ต่อไป

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ได้ดำเนินการสร้างตามลำดับขั้น ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับเนื้อหาสาระ ตัวชี้วัด มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง เลขยกกำลัง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2 ศึกษาวิธีสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และกำหนดลักษณะแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยกำหนดจำนวนข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งจำแนกเป็น 4 ระดับ คือ ความรู้/ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ข้อสอบตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบจำแนกตามระดับ				รวม จำนวนข้อทั้งหมด (จำนวนข้อที่ตัด)
		จำนวนข้อทั้งหมด (จำนวนข้อที่ตัด)	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	
1. ความหมายของ เลข ยกกำลัง	1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของเลขยกกำลังได้	2(1)	2(1)			4(2)
	2. นักเรียนสามารถหาค่าของเลขยกกำลังได้	2(1)	2(1)			4(2)
2. การเขียนจำนวน ในรูปเลขยกกำลัง	3. เมื่อกำหนดจำนวนให้ นักเรียนสามารถเขียนอยู่ในรูปเลขยกกำลังได้		2(1)	2(1)		4(2)
	4. นักเรียนสามารถหาผลคูณของ เลขยกกำลังได้	2(1)	2(1)	2(1)		6(3)
3. การดำเนินการ ของ เลขยกกำลัง	5. นักเรียนสามารถหาผลหารของ เลขยกกำลังได้	2(1)	2(1)			4(2)
	6. นักเรียนสามารถบอกสมบัติของ เลขยกกำลังได้		2(1)			2(1)
	7. นักเรียนสามารถนำสมบัติของเลขยกกำลัง ไปใช้ในการคำนวณ			4(2)	2(1)	6(3)

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบจำแนกตามระดับ				รวม จำนวนข้อทั้งหมด (จำนวนข้อที่คัด)
		จำนวนข้อทั้งหมด (จำนวนข้อที่คัด)				
		ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
4. การเขียนจำนวน ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์ วิทยาศาสตร์	7. เมื่อกำหนดจำนวนที่มีค่ามาก ๆ นักเรียนสามารถเขียนให้ อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้	2(1)	2(1)		2(1)	6(3)
	8. เมื่อกำหนดจำนวนที่มีค่าน้อย ๆ นักเรียนสามารถเขียน ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้	2(1)			2(1)	4(2)
	<b>รวม</b>	12(6)	14(7)	8(4)	6(3)	40(20)



2.4 สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยเกณฑ์ในการให้คะแนน คือ ตอบถูกต้องให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน จำนวน 40 ข้อ ให้สอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ (เลือกข้อสอบที่มีคุณภาพครบถ้วนตาม จุดประสงค์ที่ตั้งไว้ใช้จริง จำนวน 20 ข้อ)

2.5 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวชี้วัด โดยได้รับข้อเสนอแนะในการออกข้อสอบให้เน้นด้าน เนื้อหาที่ถูกต้อง และการใช้ภาษาที่เหมาะสม

2.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.7 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาความตรงของเนื้อหา (Content validity) ซึ่งเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์ ประเมินความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบกับมาตรฐานและตัวชี้วัด โดยวิธีตรวจสอบรายการ (Checklist) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2.8 วิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพซึ่งมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 เป็น ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงของเนื้อหาจำนวน 40 ข้อ ซึ่งผลการประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ของ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ย 0.5 ขึ้นไป ทุกข้อ

2.9 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและแก้ไข ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียน กลางพระนางสร้าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและผ่านการเรียน เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลังมาแล้ว จำนวน 30 คน

2.10 นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ มาหาคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยการหาค่าความยากง่าย (P) และ ค่าอำนาจจำแนก (R) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความยาก (P) ระหว่าง

0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (R) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งจากการวิเคราะห์คะแนนสอบของนักเรียนจำนวน 30 คน ผลปรากฏว่า ค่าความยากง่าย (P) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.23-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (R) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 จึงได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 34 ข้อ จากนั้นพิจารณาและคัดเลือกข้อสอบไว้ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งครอบคลุมทุกเนื้อหา เพื่อใช้เป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง จำนวน 20 ข้อ

2.11 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง จำนวน 20 ข้อ ที่ได้จากข้อ 2.10 โดยใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่น KR-20) ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น คือ 0.87

2.12 จัดพิมพ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ฉบับสมบูรณ์ จำนวน 20 ข้อ ที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้ว เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป

### การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการวัดก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest-posttest design) (พรณี สิกิจวัฒน์, 2554, หน้า 289) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อนการทดลอง	ทดลอง	สอบหลังการทดลอง
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด

T<sub>1</sub> แทน การสอบก่อนการทดลอง

T<sub>2</sub> แทน การสอบหลังการทดลอง

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยใช้เวลาดำเนินการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนเมืองกลาง อำเภอกลาง จังหวัดภูเก็ต ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

2. ผู้วิจัยขอความร่วมมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองกลาง อำเภอกลาง จังหวัดภูเก็ต โดยการชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง พร้อมทั้งแจ้งจุดมุ่งหมายของการเรียน และเงื่อนไขในการเรียนให้นักเรียนทราบ จากนั้นรับสมัครนักเรียนที่สมัครใจและได้รับการยินยอมจากผู้ปกครอง จำนวน 82 คน

3. ผู้วิจัยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง แล้วบันทึกผลการทดสอบเป็นคะแนนก่อนเรียน โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

4. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 14 ชั่วโมง เมื่อดำเนินกิจกรรมจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน ซึ่งมีทั้งหมด 5 หน่วยการเรียนรู้ เพื่อนำผลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ 80 ตัวแรก ( $E_1$ )

5. ผู้วิจัยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง แล้วบันทึกผลการทดสอบเป็นคะแนนหลังเรียน โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง เพื่อนำผลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ 80 ตัวหลัง ( $E_2$ )

6. ผู้วิจัยหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

7. ผู้วิจัยคำนวณหาดัชนีประสิทธิผลกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 80/80 โดยการหาค่าเฉลี่ยและหาค่าประสิทธิภาพ ( $E_1$ ,  $E_2$ ) ซึ่งได้ผลดังภาคผนวก ค

2. การวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัย ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยคำนวณจาก คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน และหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ซึ่งได้ผลดังภาคผนวก ค

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

ร้อยละ (Percentage) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 101-104)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

#### 2. การหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 คุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง

2.1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยใช้สูตร (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 159-160)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.1.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง แบบเลือกตอบ โดยใช้สูตร (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 161-162) ดังนี้

ค่าความยากง่าย (p)

$$p = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบรายข้อ

$R_h$  แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

$R_1$  แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$n_h$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

$n_l$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ )

$$r = \frac{R_h - R_l}{n}$$

เมื่อ  $r$  แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ

$R_h$  แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

$R_l$  แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$n$  แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบ ในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2.1.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2555, หน้า 160) ดังนี้

$$\text{KR-20: } r_{tt} = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ  $r_{tt}$  แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

$k$  แทน จำนวนข้อสอบ

$p$  แทน สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นได้

$q$  แทน สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นผิด

$S^2$  แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

### 3. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

3.1 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ใช้สูตร  $E_1/E_2$  (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 71) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\left( \frac{\sum X}{N} \right)}{A} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัย ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อยรายหน่วยการเรียนรู้

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบย่อย

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อยทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum Y}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_2$  แทน ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์

$\sum Y$  แทน คะแนนรวมจากการทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3.2 ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index) ของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สูตร (เพชัญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี, หน้า 30-36) ดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัย โดยเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพ

ตอนที่ 2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

**ตอนที่ 1 การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพ**

กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ประกอบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย และเน้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และอภิปรายกับเพื่อนคู่คิด จากกระบวนการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ปรากฏผลดังตารางที่ 4-1 และตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวแรก ( $E_1$ ) ของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน 82 คน

หน่วยการเรียนรู้	เรื่อง	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมของนักเรียนทุกคน	ค่าเฉลี่ย	ค่าประสิทธิภาพ ( $E_1$ )
1	ความหมายของเลขยกกำลัง	10	686	8.37	83.66

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

หน่วย การเรียนรู้ ที่	เรื่อง	คะแนน เต็ม	คะแนนรวม ของนักเรียน ทุกคน	ค่าเฉลี่ย	ค่า ประสิทธิภาพ (E <sub>1</sub> )
2	การเขียนจำนวนให้อยู่ ในรูปเลขยกกำลัง	10	656	8	80
3	การคูณเลขยกกำลัง	10	716	8.73	87.32
4	การหารเลขยกกำลัง	10	667	8.13	81.34
5	การเขียนจำนวนให้อยู่ ในรูปสัญกรณ์ วิทยาศาสตร์	10	658	8.02	80.24
		50	3,383	41.26	82.51

จากตารางที่ 4-1 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการประเมินจากการสอบย่อย มีค่าเฉลี่ย 41.26 จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.51

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 ตัวหลัง (E<sub>2</sub>) ของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน 82 คน

ผลรวมของคะแนนสอบ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ค่าประสิทธิภาพ (E <sub>2</sub> )
สอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน	20	16.01	80.06

จากตารางที่ 4-2 พบว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ย 16.01 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.06



จากตารางที่ 4-1 และตารางที่ 4-2 สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ( $E_1/E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 82.51/ 80.06 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

## ตอนที่ 2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ผลดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมของ	ผลรวมของ	ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
		คะแนนก่อน เรียน	คะแนนหลัง เรียน	
82	20	1,082	1,313	0.4139

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เท่ากับ 0.4139 แสดงว่านักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.4139 หรือคิดเป็นร้อยละ 41.39 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ ร้อยละ 20 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น สำหรับประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเมืองกลาง อำเภอกลาง จังหวัดภูเก็ต ซึ่งกำลังศึกษาในปีการศึกษา 2560 จำนวน 11 ห้องเรียน รวม 419 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผ่านการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง มาแล้วด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ได้มาจากการรับสมัครด้วยความสมัครใจของประชากร จำนวน 82 คน ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตรของ Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ระดับความคลาดเคลื่อน 10% จำนวนกลุ่มตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมด สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน 14 ชั่วโมง และ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาหาความรู้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัย ที่ประกอบด้วย ขั้นเตรียม ขั้นเสนอตัวอย่าง ขั้นเปรียบเทียบ ขั้นสรุป และขั้นนำไปใช้ รวมทั้งประยุกต์กับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ซึ่งประกอบด้วย ขั้นคิด (Think) ขั้นจับคู่ (Pair) และขั้นอภิปราย (Share) เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจสูงสุด และมีความสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนคู่คิด จากนั้นจึงนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และเมื่อผ่านการพิจารณาเห็นชอบและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีค่าระดับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ คือ 4.86 ถือเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ได้ มีความถูกต้องและเหมาะสม และสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นที่เหมาะสม ซึ่งสามารถสรุปและอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

## สรุปผลการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 82.51/ 80.06 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

2. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.4139 คิดเป็นร้อยละ 41.39 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

## อภิปรายผลการวิจัย

จากการสรุปผลการวิจัยการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.51/ 80.06 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 แสดงให้เห็นว่า การใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผ่านกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ เริ่มตั้งแต่การศึกษาค้นคว้าเอกสารแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 วิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้ ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย และเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด นอกจากนี้แผนการจัดการเรียนรู้ยังได้รับการตรวจสอบ การให้คำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ มีข้อเสนอแนะในด้านความถูกต้องของเนื้อหา การเรียงลำดับเนื้อหา จากง่ายไปยาก แนะนำการใช้ภาษาในการเขียนและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง การจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับวัยและความสนใจของนักเรียน ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำมาปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ได้ และผ่านการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและระยะเวลา แล้วจึงนำมาปรับแก้ไขก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง จนได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจด้วยตนเอง ซึ่งในแต่ละกิจกรรมประกอบด้วยขั้นตอนอย่างชัดเจน ทุกใบกิจกรรมจะเป็นไปในลักษณะเดียวกัน เมื่อนักเรียนเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอน นักเรียนจะสามารถเรียนรู้ได้เร็วขึ้นสำหรับใบกิจกรรมถัดไป การเรียนรู้ของนักเรียนจะได้จากการสังเกต คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบตามหลักเหตุผลของตัวอย่างที่มีลักษณะครอบคลุมหลักการ ประกอบกับการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียน จนนักเรียนสามารถ

นำไปสู่การเขียนข้อสรุปได้ สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 18) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นวิธีการที่ทำให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจ และจดจำได้นาน ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการสังเกต คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ ตามหลักตรรกศาสตร์และวิทยาศาสตร์ สรุปด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล อันเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้ และจากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน พบว่า นักเรียนมีความตั้งใจ กระตือรือร้น มีความรับผิดชอบ กล้าคิด กล้าทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง และยังคงกล้าแสดงออกในแต่ละกิจกรรม ซึ่งสังเกตได้จากการทำกิจกรรมในชั้นเปรียบเทียบ โดยนำเทคนิคเพื่อนคู่คิดมาประยุกต์ใช้ เมื่อนักเรียนมีการแลกเปลี่ยน คำตอบหรืออภิปรายวิธีการคิดของตนเองกับคู่ ทำให้เกิดความรู้อย่างลึกซึ้ง ความเข้าใจจากกระบวนการเรียนรู้แบบอุปนัย และยังเพิ่มความมั่นใจมากขึ้น หรือบางคนคลายความสงสัยในสิ่งที่ตนเองกำลังสับสน สอดคล้องกับ สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์ (2544, หน้า 33) ที่กล่าวไว้ว่า เทคนิคเพื่อนคู่คิด เป็นกลยุทธ์ที่มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียน ได้แสดงปฏิกิริยาโต้ตอบอย่างเสรี ทำให้นักเรียนได้ฝึกซ้อมการแสดงความคิดเห็นก่อนที่ครูจะได้แนวความคิดจากนักเรียน กลยุทธ์นี้ใช้ได้ง่ายและประสบความสำเร็จอย่างสูงในทุก ๆ วิชาและทุกระดับชั้น อีกทั้งสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 138) ได้กล่าวว่า เทคนิคเพื่อนคู่คิด เน้นให้นักเรียน ได้พฤติกรรมทางสังคม ควบคู่กับความรู้อย่างเข้าใจในเรื่องที่เรียน

ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุวัตถุประสงค์ นักเรียนทุกคนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี สนุกสนาน มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนทำให้นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบย่อยรายหน่วยการเรียนรู้ได้ดี ซึ่งเป็นการทดสอบความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ ส่งผลให้ผู้วิจัยทราบถึงพัฒนาการของนักเรียนเป็นรายบุคคล สามารถประเมินได้ว่านักเรียนเกิดความสับสนหรือไม่เข้าใจในเรื่องใด และครูสามารถอธิบายให้นักเรียนเพิ่มเติมได้ในทันที เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกัน อีกทั้งเนื้อหาที่นำมาเป็นแบบทดสอบย่อยรายหน่วยการเรียนรู้ไม่ยากจนเกินไป แต่ถึงแม้ว่าจะเน้นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ที่ได้จะมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่ง ไม่มากนัก หากเมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) ที่น่าจะส่งเสริมให้นักเรียนสามารถทำคะแนนให้มีประสิทธิภาพของผลลัพธ์ได้ดีว่านี้ ทั้งนี้สาเหตุหนึ่งอาจมาจากกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นนักเรียนที่มาจากความสมัครใจ ความสนใจที่จะเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง นักเรียนกลุ่มนี้จำนวนครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีทักษะทางด้านคณิตศาสตร์ค่อนข้างอ่อน จึงทำให้ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน หรือคะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ไม่สูงเท่าที่ควร แต่นับว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการและความพยายามที่ดีในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ที่ส่งผลต่อ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง มากขึ้น เป็นที่น่าพอใจ โดยดูได้จากค่าดัชนีประสิทธิผลที่มีค่าเท่ากับ 0.4139 หรือคิดเป็นร้อยละ 41.39 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้สร้างความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน นักเรียนได้พัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ทั้งด้านปัญญา ด้านทักษะการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ จากการเปรียบเทียบข้อมูลที่มีลักษณะเหมือน ๆ กัน และด้านทักษะการสื่อสาร มีการประเมินผลตามสภาพจริง และแจ้งคะแนนให้นักเรียนทราบในทุก ๆ หน่วยการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ซึ่งครูผู้สอนได้เตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ทุกด้าน นักเรียนสามารถเรียนรู้จนทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีตามมา

เมื่อพิจารณาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงถึงความพร้อมที่จะเรียนรู้ในกิจกรรม แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้จากสิ่งที่เคยเรียนมาผ่านกิจกรรมเกม การตอบคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจก่อนนำเข้าสู่การนำเสนอตัวอย่าง ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-6 ได้นำเสนอ การจับคู่ การจับกลุ่ม หรือการต่อโดมิโนจากบัตรคำ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิด และเกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน และพร้อมที่จะเรียนรู้ในกิจกรรมต่อไป

2. ขั้นเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงถึงความสามารถในการเข้าใจตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอตัวอย่าง ที่มีลักษณะคล้าย ๆ กัน ประมาณ 4-5 ข้อ หรือเพียงพอที่จะเป็นแนวทางให้นักเรียนสามารถทำข้อต่อไปได้ จากการจัดกิจกรรมในขั้นนี้ พบว่า นักเรียนสามารถลงมือทำใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้ด้วยตนเอง เพราะตัวอย่างไม่ยากจนเกินไป ยิ่งทำให้นักเรียนมีกำลังใจ และรู้สึกว่าคุณเองสามารถเรียนรู้ได้

3. ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดได้อย่างเต็มที่ ในการสร้างความรู้ ความเข้าใจได้ด้วยตนเอง จากการคิดสังเกตลักษณะและคุณสมบัติของตัวอย่าง แล้วนำมาเปรียบเทียบวิเคราะห์ เชื่อมโยง สรุปเป็นบทนิยาม ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ใช้คำถามที่อยู่บนพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนเป็นคำถามนำ เช่น จากตัวอย่างที่ให้มาในแต่ละข้อนักเรียนได้ข้อสังเกตอะไรบ้าง,

ตัวอย่างมีลักษณะใดที่เหมือนกัน เป็นต้น ซึ่งการใช้คำถามดังกล่าวจะกระตุ้นให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจ และเปรียบเทียบสิ่งที่มีลักษณะเหมือน ๆ กัน และใช้เป็นแนวทางในการนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นบทนิยามได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้สอดแทรกขั้นตอนของเทคนิคเพื่อนคู่คิดไว้ 2 ขั้นตอนคือ 1) นักเรียนคิดเป็นรายบุคคล (Think) ขั้นนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่นักเรียนสามารถเกิดความรู้ความเข้าใจ และสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง และจากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน นักเรียนกลุ่มเก่งจะสามารถตอบคำถาม และเขียนข้อสรุปที่ได้จากการสังเกต เปรียบเทียบ ตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างที่ผู้วิจัยกำหนดให้ได้เร็วกว่านักเรียนกลุ่มปานกลาง และสำหรับนักเรียนกลุ่มอ่อน ผู้วิจัยจะต้องให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด และใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดจนเกิดความเข้าใจด้วยตนเอง และ 2) นักเรียนคิดเป็นคู่ (Pair) เป็นขั้นที่นักเรียนปรึกษา อภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความเข้าใจในข้อสรุปของตนเองให้กับเพื่อนที่เป็นคู่ ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ซึ่งเป็นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มอ่อนให้ได้ดีขึ้น เนื่องจากความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนกลุ่มอ่อนเกิดจากการคิดเป็นคู่ อภิปรายกับเพื่อน ทั้งนี้เพื่อนที่เก่งจะสามารถช่วยเพื่อนที่อ่อนกว่าได้ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับเวชฤทธิ์ อังกะภักขจร (2555, หน้า 69) ที่กล่าวว่า ครูควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดของตนเอง และมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดของตนกับเพื่อนและกับครู

4. ขั้นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงถึงการฝึกทักษะด้านการสื่อสาร โดยผู้วิจัยจะสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอ ข้อสรุปของตนเองเป็นคู่ให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนเข้าใจ (Share) และใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนให้อธิบายข้อสรุปของตนเอง เพื่ออภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนให้เกิดความเข้าใจตรงกัน จากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน พบว่า นักเรียนสามารถออกมาอธิบายข้อสรุปได้ตามความเข้าใจของตนเอง แต่ยังใช้ภาษาเขียนไม่ถูกต้องเท่าที่ควร สอดคล้องกับสิริพร ทิพย์คง (2559, หน้า 1-15) ที่กล่าวว่า การอภิปรายร่วมกันในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ทักษะการเป็นผู้พูดและผู้ฟัง ตลอดจนทักษะการคิด ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความรู้คณิตศาสตร์มากขึ้น

5. ขั้นนำไปใช้และประเมินผล เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงถึงความสามารถในการทดสอบความเข้าใจจากสิ่งที่ได้ศึกษามา ซึ่งจะอยู่ในชั่วโมงที่ 2 ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาในการช่วยฝึกทักษะการคิดให้มีความชำนาญมากขึ้นพอสมควร ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดหลังจากเสร็จสิ้นใบกิจกรรม เพื่อเป็นการทบทวนและทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการทำแบบทดสอบย่อยรายหน่วยการเรียนรู้ และ

แบบทดสอบหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากผลคะแนนที่ผู้วิจัยให้นักเรียนทดสอบ พบว่า นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบย่อย และแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ซึ่งส่งผลให้ค่าดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีค่ามากกว่าร้อยละ 20 จากการทดสอบของนักเรียนที่เคยผ่านการเรียน เรื่อง เลขยกกำลังด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติมาแล้ว

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้น จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดสามารถส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของสุดารัตน์ หมั่นไธสง (2553, หน้า 100) ที่พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เลขยกกำลัง ที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือประกอบการสอนแบบอุปนัย ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน คิดเป็นร้อยละ 61.23 และสอดคล้องกับรัชณี ภูพัชรกุล (2551, หน้า 86) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังใช้วิธีการสอนแบบนิรนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิดสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้วิธีสอนแบบนิรนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเพื่อนคู่คิดสูงกว่านักเรียนที่ใช้วิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ต้องใช้เวลาในการฝึกฝน โดยเฉพาะคู่ที่นักเรียนที่เรียนเก่งจับคู่กับนักเรียนที่เรียนอ่อน นักเรียนที่เรียนเก่งอาจมีบทบาทคนเดียว ในขณะที่นักเรียนที่เรียนอ่อนยังไม่เข้าใจ และตามไม่ทัน ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรชี้แจงวิธีการจับคู่ และหลักปฏิบัติให้นักเรียนเข้าใจ ครูควรเตรียมเทคนิคต่าง ๆ ให้พร้อม เพื่อให้การจับคู่เป็นไปด้วยความราบรื่นและรวดเร็ว อาจจะต้องมีการสลับเปลี่ยนระหว่างคู่ที่นักเรียนให้บ่อยครั้ง

1.2 บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน บางช่วงนักเรียนจะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ครูจึงควรเดินดูรอบ ๆ เพื่อรับฟังและกำกับการพูดคุยของนักเรียนในเรื่องนอกประเด็น และเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยสามารถปรึกษาครูได้ตลอดเวลา ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง สำหรับช่วงอภิปรายกับเพื่อนร่วมชั้น

1.3 การนำกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดมาใช้ สำหรับการเรียนการสอนในห้องเรียนทั่วไป อาจต้องมีการเพิ่มเทคนิควิธีการที่น่าสนใจบ้างเล็กน้อย

เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ แต่สำหรับห้องเรียนทั่วไปจะมีนักเรียนที่ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์อยู่ด้วย

## 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรมีการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ โดยแยกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน เพื่อศึกษาวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างชัดเจน

2.2 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดที่มีต่อตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผล ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น

2.3 ควรทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่น ๆ และควรพิจารณาความเหมาะสมของด้านเนื้อหาด้วย



## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.  
กรุงเทพฯ: ชุมชนุสทกรณการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติ พัฒนตระกูล. (2546). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาของประเทศไทยล้มเหลวจริง  
หรือ. *วารสารคณิตศาสตร์*, 46(530-532), 54-58.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2555). *การคิดมโนทัศน์*. กรุงเทพฯ: ซักเซส มิเดีย.
- ฉันท ชาติทอง. (2550). *การออกแบบการสอนและการบูรณาการ*. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.
- จิราภรณ์ อุปภา. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค KWDL ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์  
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1.  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*.
- ชนาธิป พรกุล. (2554 ก). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: วิพริ้นท์.
- ชนาธิป พรกุล. (2554 ข). *การสอน กระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ:  
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- ชลธิชา ทับทวี. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดที่มีต่อความสามารถ  
ในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.  
สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*.
- ชาญชัย อาจินสมาจาร. (2547). *หลักการสอนทั่วไป (General principle of teaching)*. กรุงเทพฯ:  
รวมสาสน์.
- ชานนท์ จันทรา. (2555). *การประเมินในชั้นเรียนคณิตศาสตร์: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ:  
อาร์ แอนด์ เอ็น ปริ้นท์.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2552). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 11)*. นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจ  
อินเตอร์โปรดักชัน.

- เขวงศักดิ์ ช้อนบุญ. (2546). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมคิด-จับคู่-เล่าสู่กันฟัง*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ณัฐภูมิปัญญา พิษณุชมชื่น. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ดวงตะวัน งามแสง. (2558). *ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ทิสนา แจมมณี. (2554). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แจมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 15). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธราทิพย์ เกตุหอม. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ที่ต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ธีรรัตน์ สักร. (2556). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย – นිරนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นัยนา ไพจิตต์. (2557). *การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

- นิโรจน์ คุณะหว้า. (2554). ผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การคูณและการหารเศษส่วน โดยใช้วิธีการ  
อุปนัย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์  
ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- บัญญัติ รัตน โสภกา. (2553). ผลการสอน โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง  
การเรียนรู้วิชาช่างเครื่องกลของนัก ศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1. วิทยานิพนธ์  
ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย,  
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). การวิจัยเบื้องต้นพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์นการพิมพ์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์นการพิมพ์.
- บุญมั่น ธนาสุภรัตน์. (2537). จิตวิทยาองค์การ. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2553). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.
- ปวริศ นันทรัตน์กุล. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างความเข้าใจในทฤษฎีบทหลักมูล  
ของแคลคูลัสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบ  
แบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ผสมผสานกับการสอนแบบอุปนัย โรงเรียนบรมราชินีนาถ  
ราชวิทยาลัย จังหวัดราชบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์  
ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ปิยนุช นุตตะวัง. (2557). การสร้างบทเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยวิธีสืบ  
เสาะหาความรู้และกิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.  
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์,  
มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เผชิญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี. (2545). ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.).  
วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยสารคาม, 8(36), 30-36.
- ฝ่ายวิชาการ. (2559). เอกสารรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โรงเรียนเมืองกลาง ปีการศึกษา 2559.  
ภูเก็ต: โรงเรียนเมืองกลาง.
- พรพิมล พรพิรชนม์. (2550). การจัดกระบวนการเรียนรู้. สงขลา: เทมการพิมพ์สงขลา.
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2554). วิธีการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: มิน เซอร์วิส  
ซ์พลาซ.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). การวัดและการประเมินผลการเรียนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ:  
โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). *การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ:  
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรมหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิเจริญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ:  
เฮาส์ ออฟ เคอร์มีสท์.
- ไพศาล แผลงทับทอง. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัย ที่มีต่อ  
ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทาง  
คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์  
การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์,  
มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- ภัทรา นิคมานนท์. (2537). *การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ:  
โรงพิมพ์ทิพย์วิสุทธิ์.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2539). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี. (2549). *สถิติเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพฯ; จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ระพีพัฒน์ แก้วอ้อ. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัย เรื่อง แบบรูป ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสาร  
วิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 8(1), 144-150.*
- รัชณี ภู่อึ้งกุล. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการสอนแบบนิรนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค  
เพื่อนคู่คิดและวิธีการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชา  
หลักสูตรและการสอน, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:  
สุวีริยาสาส์น.
- ลักขณา สริวัฒน์. (2557). *จิตวิทยาสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรินติ้ง เฮาส์.
- วรรณดี แสงประทีปทอง. (2544). *การวิเคราะห์ข้อสอบ*. นนทบุรี: โรงพิมพ์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- วราภรณ์ มีหนัก. (2545). *การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทาง  
คณิตศาสตร์. วารสารวิชาการ, 5(9), 58-68.*
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ:  
เลิฟแอนด์เลิฟเพรส.

- วันเพ็ญ จันทรเจริญ. (2542). *การเรียนการสอนปัจจุบัน*. สกลนคร: ฝ่ายโครงการเอกสารและตำราสถาบันราชภัฏสกลนคร.
- วิไล ทองแผ่. (2547). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. ลพบุรี: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- เวชฤทธิ์ อังกะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอน และการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์สินทวงศ์การพิมพ์.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ องค์การมหาชน. (2559). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O – NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ม.ป.ท.*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *แผนการอบรม เรื่อง การประเมินผลระหว่างเรียนในการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ลาดพร้าว.
- สมนึก ภัททิยชนี. (2543). เอกถักษณ์ของการสอนและการเขียนข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 5(1), 1-10.
- สมนึก ภัททิยชนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กอสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ การจนารักพงศ์. (2547). *นวัตกรรมการศึกษา ชุด ๒๕ เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย: การเรียนแบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: ชารอักษร.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2551). *การวิจัยทางการศึกษา*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ. (2554). *หลักการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนและการประเมินตามสภาพจริง*. กรุงเทพฯ: ดวงกมลพับลิชชิง.
- สมศักดิ์ สีนุระเวชญ์. (2544). *กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- สาโรจน์ ไสยสมบัติ. (2534). *ความพึงพอใจในการทำงานของครูอาจารย์โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาบริหารการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้  
คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ;  
โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิณารณ์ แทนศิลา. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการ  
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์,  
คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ  
(พว.).
- สิริพร ทิพย์คง. (2559). การอภิปรายในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์. *วารสารคณิตศาสตร์*,  
61(689), 1-15.
- สุดารัตน์ หมั่นไธสง. (2553). *ผลการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบการสอนแบบอุปนัยที่  
มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 1*. การศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและ  
การสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุนีย์ คำควร. (2559). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่มีต่อทักษะ  
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและ  
ปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 3 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัย  
บูรพา*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์,  
คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *19 วิธีการจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*.  
กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ:  
โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2553). *กลยุทธ์การสอนคิดเชิงมโนทัศน์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- หริพล ธรรมนารักษ์. (2558). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา: ยุคดิจิทัล*.  
เชียงราย: ทริปเฟล็ด กรุ๊ป.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการพัฒนาทักษะและกระบวนการทาง  
คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ.*

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง).* กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

Christou, C., & Papageorgiou, E. (2006, February). A framework of mathematics inductive reasoning. *Learning and Instruction, 17*(1), 55-56.

Mabmoud Kaddoura. (2013). Think pair share: A teaching learning strategy to enhance students. *Critical Thinking, 36*(4), 1-7.

ภาคผนวก



**ภาคผนวก ก**

- ราชานามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์
- ผลการพิจารณาจริยธรรมวิจัย

## รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1. ผศ. ดร.อภิสิทธิ์ ภคพงศ์พันธุ์ | อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์<br>คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา           |
| 2. ดร.คงรัฐ นวลเป่ง              | อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์<br>คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 3. นางสาวสุเทียร จิตต์โคตร       | ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชลบุรี “สุขบท”                                 |



## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะวิทยาศาสตร์ สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา โทร. ๓๐๘๕

ที่ ศธ ๖๒๑๔/ ๖๒๕๔

วันที่ ๑๗ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์บุคลากรตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์

ด้วยนางสาวนงลักษณ์ ฉิมทัต รหัสประจำตัวนิสิต ๕๗๙๒๑๑๗๒ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลังสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในการนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ภคพงศ์พันธุ์ ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(ดร.พอจิต นันทาววัฒน์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์



## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะวิทยาศาสตร์ สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา โทร. ๓๐๘๕  
 ที่ ศธ ๖๒๑๔/๑๒๕๓ วันที่ ๑๗ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐  
 เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์  
 เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ภาคพงศ์พันธุ์

ด้วยนางสาวนงลักษณ์ ฉิมทัต รหัสประจำตัวนิสิต ๕๗๙๒๑๑๗๒ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา แผนก ก หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลังสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ท่านตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(ดร.พอจิต นันทนาวัฒน์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการและบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน  
 คณบดีคณะวิทยาศาสตร์



## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะวิทยาศาสตร์ สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา โทร. ๓๐๘๕

ที่ ศธ ๖๒๑๔/ ๖๖๕๖ วันที่ ๑๗ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ด้วยนางสาวนงลักษณ์ ฉิมทัต รหัสประจำตัวนิสิต ๕๗๙๒๑๑๗๒ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลังสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ ดร.คงรัฐ นวลแปง ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกกรัฐ ศรีสุข)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์



## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะวิทยาศาสตร์ สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา โทร. ๓๐๘๕  
 ที่ ศธ ๖๒๑๔/ ๖๒๕๕ วันที่ ๑๗ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐  
 เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์  
 เรียน ดร.คงรัฐ นวลแปง

ด้วยนางสาวนงลักษณ์ ฉิมทัต รหัสประจำตัวนิสิต ๕๗๙๒๑๑๗๒ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา แผนก ก หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลังสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ท่านตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)  
 คณบดีคณะวิทยาศาสตร์



ที่ ศธ ๖๒๑๔/๐๓๑๗

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๗ พฤษภาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์บุคลากรตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนชลบุรี “สุขบท”

ด้วยนางสาวนงลักษณ์ ฉิมทัต รหัสประจำตัวนิสิต ๕๗๙๒๑๑๗๒ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลังสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์ นางสาวสุเทียร จิตต์โคตร ตรวจสอบเครื่องมือวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกรัฐ ศรีสุข)  
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สำนักงานคณบดี งานบริการการศึกษา

โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕

โทรสาร ๐๓๘-๗๔๕๘๔๖



ที่ ศธ ๖๒๑๔ ๐๖๖๕

โรงเรียนกลางพระนางสร้าง
เลขที่ ๑๒๒ (๖๐.๑๐)
วันที่ ๑๙ มิ.ย. ๖๐
เวลา ๑๐.๔๕ น.

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

มิถุนายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ (Try out)

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกลางพระนางสร้าง

ด้วยนางสาวนางลักษณ์ นิมิตร รหัสประจำตัวนิสิต ๕๗๙๖๑๑๗๒ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กำลังดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในกรณีนี้ เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ขอความอนุเคราะห์ให้นิสิตทดลองใช้เครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๓๐ คน ระหว่างวันที่ ๑๙ มิถุนายน ถึงวันที่ ๒๘ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

ทั้งนี้ หากมีข้อสงสัยประการใด สามารถติดต่อนิสิตได้ที่ ๐๘๐-๕๒๕๙๗๐๙  
หรือ E-mail ngomngay\_501@gmail.com

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

เรื่อง ๒๐.ร.ร.กลางพระนางสร้าง  
- เพื่อโปรดทราบและพิจารณา  
- น. พงศา น.ส. นงลักษณ์ นิมิตร  
ขอความอนุเคราะห์นิตดลยใช้เครื่องมือ  
คณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ ๑ จำนวน ๓๐ คน  
ในวันที่ ๑๙ มิ.ย. ๕๖-๓๐.๖.๖๐ คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์  
- เห็นตรงแจ้งครู ส.ป. ทศ.๑๐.๑๐  
อนุมัติ

ขอแสดงความนับถือ

- เห็นตรงอนุมัติ  
ขอความอนุเคราะห์นิตดลยใช้  
เครื่องมือกับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ ๑

๑๙/๖/๖๐

๑๙ มิ.ย. ๖๐

รองศาสตราจารย์ น.ป. (นงลักษณ์)

สำนักงานคณะบดี งานบริการการศึกษา  
โทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๓๐๘๕  
โทรสาร ๐๓๘-๗๔๕๘๔๖

- ทศม  
- ๑๙ มิ.ย. ๖๐  
  
๑๙ มิ.ย. ๖๐





## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนเมืองกลาง

ที่ 031/60

วันที่ 26 กรกฎาคม 2560

เรื่อง ขออนุญาตดำเนินการวิจัยภายในโรงเรียน

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองกลาง

ด้วยข้าพเจ้า นางสาวนงลักษณ์ ฉิมทัต ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา และอยู่ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” โดยมี ผศ.ดร.อารีรักษ์ ชัยวร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ผศ.ดร. สาทินี เลิศประไพ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ทั้งนี้ข้าพเจ้าจึงเรียนมาเพื่อขออนุญาตดำเนินการวิจัยในโรงเรียนกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 82 คน สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนี้ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ลงชื่อ.....

(นางสาวนงลักษณ์ ฉิมทัต)

ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการโรงเรียน

.....  
.....

ลงชื่อ .....

(นายวัชรศักดิ์ สงค์ปาน)

ผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองกลาง



แบบรายงานผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑. ชื่อวิทยานิพนธ์  
ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ (ภาษาไทย) การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑  
ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ (ภาษาอังกฤษ) CONSTRUCTION OF MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BY USING INDUCTION METHOD AND THINK-PAIR-SHARE TECHNIQUE ON POWER FOR MATHAYOMSUKSA 1 STUDENTS
๒. ชื่อนิสิต (นาย,นาง,นางสาว): นางสาวนงลักษณ์ ฉิมทัต รหัสประจำตัว ๕๗๔๒๑๑๗๒  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา หลักสูตรการศึกษาไม่เต็มเวลา
๓. หน่วยงานที่สังกัด: คณะวิทยาศาสตร์
๔. ผลการพิจารณาของคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา:

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา: ได้พิจารณารายละเอียดวิทยานิพนธ์ เรื่องดังกล่าวข้างต้นแล้ว ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ

- ๑) การเคารพในศักดิ์ศรี และสิทธิของมนุษย์ที่ใช้เป็นตัวอย่างการวิจัย
- ๒) วิธีการที่เหมาะสมในการได้รับความยินยอมจากกลุ่มตัวอย่างก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัย (Informed consent) รวมทั้งการปกป้องสิทธิประโยชน์และรักษาความลับของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
- ๓) การดำเนินการวิจัยที่เหมาะสม เพื่อไม่ก่อความเสียหายต่อสิ่งที่ศึกษาวิจัย ไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่มีชีวิต หรือไม่มีชีวิต

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา: มีมติเห็นชอบ ดังนี้

- รับรองโครงการวิจัย  
 ไม่รับรอง

๕. ช่วงเวลาที่ให้การรับรอง:รับรองตั้งแต่วันที่ ๓๐ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ ถึงวันที่ ๓๑ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๑  
๖. วันที่ที่ให้การรับรอง:วันที่ ๒๘ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

ลงนาม .....

(ดร.พอลิต นันทนาวัฒน์)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

#### ภาคผนวก ข

- ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- ค่าอำนาจจำแนก (R) และความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ตารางภาคผนวก ข-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ แผนการจัดการเรียนรู้ที่...						ค่าเฉลี่ย รวม	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5	6		
	แผนการจัดการเรียนรู้							
1. จุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	4.67	5.00	4.95	มากที่สุด
2. สาระสำคัญ/ ความคิด	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
รวบยอด								
3. สาระการเรียนรู้	5.00	5.00	4.67	5.00	5.00	5.00	4.95	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้								
4.1 ขั้นเตรียม	4.67	4.67	5.00	5.00	5.00	5.00	4.89	มากที่สุด
4.2 ขั้นเสนอตัวอย่าง	4.67	4.33	5.00	5.00	4.33	5.00	4.72	มากที่สุด
4.3 ขั้นเปรียบเทียบ	4.67	4.67	5.00	4.67	4.33	4.67	4.67	มากที่สุด
4.4 ขั้นสรุป	5.00	5.00	5.00	5.00	4.33	5.00	4.89	มากที่สุด
4.5 ขั้นนำไปใช้และ	5.00	5.00	4.33	4.67	4.33	5.00	4.72	มากที่สุด
ประเมินผล								
5. สื่อ อุปกรณ์ และแหล่ง การเรียนรู้	4.00	4.67	4.67	5.00	5.00	5.00	4.72	มากที่สุด
6. การวัดและ การประเมินผลการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
7. แบบทดสอบย่อยราย หน่วย	4.67	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.95	มากที่สุด
เฉลี่ยโดยรวม							4.86	มากที่สุด

**แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์ IOC) ของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 1 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยกำหนดให้

- |            |   |
|------------|---|
| +1 หมายถึง | เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์    |
| 0 หมายถึง  | เมื่อท่านไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์ |
| -1 หมายถึง | เมื่อท่านแน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ |

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง
2. การตอบคำถามให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และ  
กาเครื่องหมาย  ลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามนักเรียนขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบโดยเด็ดขาดและคืน  
แบบทดสอบและกระดาษคำตอบเมื่อหมดเวลา

**จุดประสงค์การเรียนรู้:** สามารถบอกความหมายของเลขยกกำลังได้

1)  $2^5$  มีความหมายตรงกับข้อใด (ความจำ)

ก.  $2 \times 5$

ข.  $5 \times 5$

ค.  $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$

ง.  $2 + 2 + 2 + 2 + 2$

+1	+1	+1
----	----	----

2)  $(-4) \times (-4) \times (-4) \times (-4)$  เขียนในรูปเลขยกกำลังได้ตรงกับข้อใด (ความจำ)

ก.  $4^{-4}$

ข.  $(-4)^4$

ค.  $4^4$

ง.  $(-4)^{-4}$

+1	+1	+1
----	----	----

3)  $a^b$  มีความหมายตรงกับข้อใด (ความเข้าใจ)

ก.  $a \times b$

ข. a คูณกัน b ตัว

ค. a คูณกัน b ครั้ง

ง. b คูณกัน a ตัว

+1	+1	+1
----	----	----

4)  $10^n$  เมื่อ n เป็นจำนวนนับ มีความหมายตรงกับข้อใด (ความเข้าใจ)

ก.  $\underbrace{10 \times 10 \times 10 \times \dots \times 10}_{n \text{ ตัว}}$

ข.  $\underbrace{10 + 10 + 10 + \dots + 10}_{n \text{ ตัว}}$

ค.  $\underbrace{n \times n \times n \times \dots \times n}_{10 \text{ ตัว}}$

ง.  $\underbrace{n + n + n + \dots + n}_{10 \text{ ตัว}}$

+1	+1	+1
----	----	----

จุดประสงค์การเรียนรู้: สามารถหาค่าของเลขยกกำลังได้

5)  $\left(-\frac{1}{2}\right)^5$  มีค่าเท่ากับข้อใด (ความจำ)

ก.  $\frac{1}{32}$

ข.  $-\frac{1}{32}$

ค.  $\frac{1}{64}$

ง.  $-\frac{1}{64}$

+1	+1	+1
----	----	----

6)  $(0.6)^3$  มีค่าเท่ากับข้อใด (ความจำ)

ก. 0.216

ข. 0.36

ค. 36

ง. 216

+1	+1	+1
----	----	----

7)  $2^3$  มีค่ามากกว่า  $(-2)^3$  อยู่เท่าใด (ความเข้าใจ)

ก. 8

ข. 16

ค. 24

ง. 32

+1	+1	+1
----	----	----

8) กำหนด  $5^2 = x$  และ  $(-3)^3 = y$  แล้วค่าของ  $x - y$  ตรงกับข้อใด (ความเข้าใจ)

ก. -2

ข. 2

ค. -52

ง. 52

+1	+1	+1
----	----	----

จุดประสงค์การเรียนรู้: สามารถเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้

9) ถ้า  $x$  แทนจำนวนเต็ม และ  $5^x = 125$  แล้ว  $x$  ตรงกับข้อใด (ความเข้าใจ)

ก. 3

ข. 4

ค. 5

ง. 6

0	+1	+1
---	----	----

10)  $2^2 \times 4^3$  มีค่าตรงกับข้อใด (ความเข้าใจ)

ก.  $2^6$

ข.  $2^7$

ค.  $2^8$

ง.  $2^9$

+1	+1	+1
----	----	----

11) ถ้า  $x$  และ  $y$  แทนจำนวนเต็มบวก  $\left(\frac{1}{2}\right)^x = \frac{1}{8}$  และ  $3^y = 81$  แล้ว  $3x - y$  มีค่าตรงกับข้อใด

(นำไปใช้)

ก. -13

ข. -5

ค. 5

ง. 13

+1	+1	+1
----	----	----

12) ถ้า  $a$  และ  $b$  แทนจำนวนเต็ม  $(1.5)^a = 2.25$  และ  $4^b = 256$  แล้ว  $a^2 + b^3$  มีค่าตรงกับข้อใด

(นำไปใช้)

ก. 16

ข. 24

ค. 32

ง. 68

+1	+1	+1
----	----	----



จุดประสงค์การเรียนรู้: สามารถหาผลคูณของเลขยกกำลังได้

13) ข้อใดถูกต้อง (ความจำ)

ก.  $5^3 \times 5^4 = 5^{12}$

ข.  $4^3 \times 2^3 = 6^3$

ค.  $3^3 \times 3^3 = 3^9$

ง.  $2^3 \times 2^5 = 2^8$

+1	+1	+1
----	----	----

14)  $y^3 \times y^5 = y^x$  แล้ว x มีค่าตรงกับข้อใด (ความจำ)

ก. 6

ข. 8

ค. 9

ง. 10

+1	+1	+1
----	----	----

15)  $\left(\frac{2}{3}\right)^3 \times \left(\frac{2}{3}\right)^4 \times \left(\frac{3}{2}\right)^5$  มีค่าตรงกับข้อใด (ความเข้าใจ)

ก.  $\frac{2}{3}$

ข.  $\left(\frac{2}{3}\right)^2$

ค.  $\left(\frac{2}{3}\right)^3$

ง.  $\frac{3}{2}$

+1	+1	+1
----	----	----

16) จำนวน  $\left(\frac{3}{4}\right)^3 \times (0.75)^5$  มีค่าเท่ากับข้อใด (ความเข้าใจ)

ก.  $\left(\frac{9}{16}\right)^5$

ข.  $\left(\frac{9}{16}\right)^8$

ค.  $\left(\frac{3}{4}\right)^{15}$

ง.  $\left(\frac{3}{4}\right)^8$

+1	+1	+1
----	----	----

17) กำหนด  $49 \times 10^n = 49,000 \times 10^9$  แล้ว  $n$  มีค่าเท่าไร (นำไปใช้)

ก. 9

ข. 10

ค. 11

ง. 12

+1	+1	+1
----	----	----

18) ถ้า  $a$  และ  $b$  แทนจำนวนเต็ม  $9 \times 2^4 \times 3^{-5} \times 2^6 = 2^a \times 3^b$  แล้ว  $a + b$  มีค่าเท่าไร (นำไปใช้)

ก. -7

ข. 7

ค. -13

ง. 13

+1	+1	+1
----	----	----

จุดประสงค์การเรียนรู้: สามารถผลหารของเลขยกกำลังได้

19)  $(-5)^8 \div (-5)^4$  มีค่าตรงกับข้อใด (ความจำ)

ก.  $(-5)^{12}$

ข.  $(-5)^8$

ค.  $5^4$

ง.  $5^{12}$

+1	+1	+1
----	----	----

20)  $\frac{y^3}{3}$  มีค่าตรงกับข้อใด (ความจำ)

ก. 0

ข. 1

ค.  $y^3$

ง.  $y^6$

+1	+1	+1
----	----	----

21) ถ้า  $2^{16} \div 2^x = 2^{11}$  แล้ว x มีค่าตรงกับข้อใด (ความเข้าใจ)

ก. -5

ข. 5

ค. -27

ง. 27

+1	+1	+1
----	----	----

22) ถ้า  $a^{12} \div a^4 = a^{2x}$  แล้ว x มีค่าตรงกับข้อใด (ความเข้าใจ)

ก. 3

ข. 4

ค. 8

ง. 16

+1	+1	+1
----	----	----

23)  $\frac{-75a^4}{15a^{12}}$  ได้ผลลัพธ์ตรงกับข้อใด (นำไปใช้)

ก.  $-5a^2$

ข.  $5a^8$

ค.  $-5a^8$

ง.  $-\frac{5}{a^8}$

+1	0	+1
----	---	----

24)  $\frac{18(m^{-4})^0}{24m^3}$  ได้ผลลัพธ์ตรงกับข้อใด (นำไปใช้)

ก.  $\frac{1}{4m}$

ข.  $\frac{3m^2}{4}$

ค.  $\frac{3}{4m^2}$

ง.  $\frac{3}{4m^3}$

+1	0	+1
----	---	----

จุดประสงค์การเรียนรู้: สามารถนำสมบัติของเลขยกกำลังไปใช้ในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

25)  $\frac{3^2 \times 3^7}{3^{11}}$  มีค่าตรงกับข้อใด เมื่อเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวก (นำไปใช้)

ก.  $\frac{1}{3^2}$

ข.  $3^2$

ค.  $\frac{1}{3^{20}}$

ง.  $3^{20}$

+1	+1	+1
----	----	----

26)  $\frac{7^{10} \times 7^8}{7^4 \times 7^6}$  มีผลลัพธ์ตรงกับข้อใด (นำไปใช้)

ก.  $7^0$

ข.  $7^4$

ค.  $7^8$

ง.  $7^{28}$

+1	+1	+1
----	----	----

27)  $\frac{\left(\frac{3}{4}\right)^2 \times \left(\frac{3}{4}\right)^5}{\left(\frac{3}{4}\right) \times \left(\frac{3}{4}\right)^3}$  มีผลลัพธ์ตรงกับข้อใด (นำไปใช้)

ก.  $\left(\frac{3}{4}\right)^3$

ข.  $\left(\frac{3}{4}\right)^4$

ค.  $\left(\frac{3}{4}\right)^{10}$

ง.  $\left(\frac{3}{4}\right)^{11}$

+1	+1	+1
----	----	----

28)  $\frac{x^3 y^5}{xy^2}$  มีค่าตรงกับข้อใด (นำไปใช้)

ก.  $x^2 y^3$

ข.  $x^3 y^3$

ค.  $x^3 y^2$

ง.  $x^3 y^{\frac{5}{2}}$

+1	+1	+1
----	----	----

29)  $\frac{3^{-1} + 3^2}{4(9)^0 - (12 \times 4^{-1})}$  มีค่าตรงกับข้อใด (การวิเคราะห์)

ก.  $-1\frac{2}{3}$

ข.  $3\frac{1}{3}$

ค.  $9\frac{1}{3}$

ง. 1

+1	0	+1
----	---	----

30) ถ้า  $m$  เป็นจำนวนคู่ แล้ว  $\frac{5^m \times 343}{(-5)^m \times (-7)^2}$  มีค่าตรงกับข้อใด (การวิเคราะห์)

ก.  $-7$

ข. 7

ค.  $5 \times 7$

ง. 1

+1	+1	+1
----	----	----

**จุดประสงค์การเรียนรู้:** สามารถเขียนจำนวนที่มีค่ามาก ๆ ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้

31) จำนวน 58,200,000 เขียนอยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ตรงกับข้อใด (ความจำ)

ก.  $5.82 \times 10^5$

ข.  $5.82 \times 10^6$

ค.  $5.82 \times 10^7$

ง.  $5.82 \times 10^8$

+1	+1	+1
----	----	----

32) ความเร็วของแสง 29,979,000,000 เขียนในรูป  $A \times 10^n$  เมื่อ  $1 \leq A < 10$  ได้ตรงกับข้อใด

(ความจำ)

ก.  $2.9979 \times 10^9$

ข.  $2.9979 \times 10^{10}$

ค.  $2.9979 \times 10^{11}$

ง.  $2.9979 \times 10^{12}$

+1	+1	+1
----	----	----

33)  $245 \times (4 \times 10^6)$  เขียนในรูป  $A \times 10^n$  เมื่อ  $1 \leq A < 10$  ได้ตรงกับข้อใด (ความเข้าใจ)

ก.  $9.8 \times 10^2$

ข.  $9.8 \times 10^4$

ค.  $9.8 \times 10^6$

ง.  $9.8 \times 10^8$

+1	+1	+1
----	----	----

34)  $(31,000)^2$  เขียนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ตรงกับข้อใด (ความเข้าใจ)

ก.  $9.61 \times 10^5$

ข.  $9.61 \times 10^6$

ค.  $9.61 \times 10^7$

ง.  $9.61 \times 10^8$

+1	+1	+1
----	----	----

35) วัตถุชิ้นหนึ่งอยู่ห่างจากโลกประมาณ  $11 \times 10^7$  ปีแสง และ 1 ปีแสง เท่ากับ  $9.4 \times 10^{12}$

กิโลเมตร วัตถุชิ้นนี้ห่างจากโลกประมาณกี่กิโลเมตร (การวิเคราะห์)

ก.  $1.03 \times 10^{22}$  กิโลเมตร

ข.  $1.03 \times 10^{21}$  กิโลเมตร

ค.  $1.03 \times 10^{19}$  กิโลเมตร

ง.  $1.03 \times 10^{17}$  กิโลเมตร

+1	0	+1
----	---	----

36) นายวิชุด มีเงิน  $9.2 \times 10^9$  บาท นายคณัยมีเงินเป็น  $3 \times 10^5$  เท่าของนายวิชุด นายคณัยมีเงิน

เท่ากับข้อใด (การวิเคราะห์)

ก.  $2.76 \times 10^{14}$  บาท

ข.  $2.76 \times 10^{15}$  บาท

ค.  $2.76 \times 10^{16}$  บาท

ง.  $2.76 \times 10^{17}$  บาท

+1	0	+1
----	---	----

จุดประสงค์การเรียนรู้: สามารถเขียนจำนวนที่มีค่าน้อย ๆ ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้

37) จำนวน 0.0000000504 เขียนอยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ตรงกับข้อใด (ความจำ)

ก.  $5.04 \times 10^8$

ข.  $5.04 \times 10^{-8}$

ค.  $5.04 \times 10^9$

ง.  $5.04 \times 10^{-9}$

+1	+1	+1
----	----	----

38) มวลของโมเลกุลน้ำประมาณ 0.000000000003 กรัม เขียนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ตรงกับข้อใด (ความจำ)

ก.  $3 \times 10^{-9}$

ข.  $3 \times 10^{-10}$

ค.  $3 \times 10^{-11}$

ง.  $3 \times 10^{-12}$

+1	+1	+1
----	----	----

39) ถ้า  $B = 0.00000075$  และ  $C = 0.00000085$  แล้ว  $B + C$  มีค่าตรงกับข้อใด (การวิเคราะห์)

ก.  $1.6 \times 10^{-6}$

ข.  $1.6 \times 10^{-7}$

ค.  $1.6 \times 10^{-8}$

ง.  $1.6 \times 10^{-9}$

+1	0	+1
----	---	----

40) ถ้า  $A = 0.00003$  และ  $B = 0.000046$  แล้ว  $A \times B$  มีค่าตรงกับข้อใด (การวิเคราะห์)

ก.  $1.38 \times 10^{-12}$

ข.  $1.38 \times 10^{-15}$

ค.  $1.38 \times 10^{-17}$

ง.  $1.38 \times 10^{-19}$

+1	0	+1
----	---	----



เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัย  
ร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ค	21	ข
2	ข	22	ข
3	ข	23	ข
4	ก	24	ง
5	ข	25	ก
6	ก	26	ค
7	ข	27	ก
8	ง	28	ก
9	ก	29	ค
10	ก	30	ข
11	ค	31	ข
12	ง	32	ข
13	ง	33	ง
14	ง	34	ง
15	ข	35	ข
16	ง	36	ข
17	ง	37	ข
18	ข	38	ง
19	ค	39	ก
20	ข	40	ข

ตารางภาคผนวก ข-2 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์ IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อสอบ ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แก้ไข/ นำมาใช้
		1	2	3		
1	1	+1	+1	+1	1	นำมาใช้
2	สามารถบอกความหมายของเลข ยกกำลังได้	+1	+1	+1	1	นำมาใช้
3		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
4		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
5		2	+1	+1	+1	1
6	สามารถหาค่าของเลขยกกำลังได้	+1	+1	+1	1	นำมาใช้
7		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
8		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
9		3	0	+1	+1	0.67
10	สามารถเขียนจำนวนให้อยู่ในรูป เลขยกกำลังได้	+1	+1	+1	1	นำมาใช้
11		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
12		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
13		4	+1	+1	+1	1
14	สามารถหาผลคูณของเลขยก กำลังได้	+1	+1	+1	1	นำมาใช้
15		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
16		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
17		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
18		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
19		5	+1	+1	+1	1
20	สามารถหาผลหารของเลขยก กำลังได้	+1	+1	+1	1	นำมาใช้
21		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
22		+1	+1	+1	1	นำมาใช้

## ตารางภาคผนวก ข-2 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แก้ไข/ นำมาใช้
		1	2	3		
23	6	+1	0	+1	0.67	นำมาใช้
24	สามารถบอกสมบัติของเลขยกกำลังได้	+1	0	+1	0.67	นำมาใช้
25	7	+1	+1	+1	1	นำมาใช้
26	สามารถนำสมบัติของเลขยกกำลังไปใช้ในการคำนวณ	+1	+1	+1	1	นำมาใช้
27		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
28		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
29		+1	0	+1	0.67	นำมาใช้
30		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
31	8	+1	+1	+1	1	นำมาใช้
32	สามารถเขียนจำนวนที่มีค่ามาก ๆ ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้	+1	+1	+1	1	นำมาใช้
33		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
34		+1	+1	+1	1	นำมาใช้
35		+1	0	+1	0.67	นำมาใช้
36		+1	0	+1	0.67	นำมาใช้

ตารางภาคผนวก ข-2 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่า IOC	แก้ไข/ นำมาใช้
		1	2	3		
37	9	+1	+1	+1	1	นำมาใช้
38	สามารถเขียนจำนวนที่มีค่าน้อย ๆ ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	1	นำมาใช้
39	ได้	+1	0	+1	0.67	นำมาใช้
40		+1	0	+1	0.67	นำมาใช้

ตารางภาคผนวก ข-3 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (หลังเรียน) เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	ค่าความ ยากง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (R)	นำไปใช้/ ตัดทิ้ง	ข้อที่	ค่าความ ยากง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (R)	นำไปใช้/ ตัดทิ้ง
1*	0.77	0.47	นำไปใช้	21*	0.73	0.27	นำไปใช้
2	0.8	0.4	นำไปใช้	22	0.47	0.27	นำไปใช้
3*	0.7	0.2	นำไปใช้	23*	0.27	0.4	นำไปใช้
4	0.83	0.07	ตัดทิ้ง	24	0.33	0	ตัดทิ้ง
5*	0.73	0.53	นำไปใช้	25*	0.6	0.67	นำไปใช้
6	0.8	0.4	นำไปใช้	26	0.8	0.4	นำไปใช้
7*	0.5	0.73	นำไปใช้	27*	0.67	0.67	นำไปใช้
8	0.43	0.33	นำไปใช้	28	0.73	0.4	นำไปใช้
9*	0.77	0.47	นำไปใช้	29*	0.47	0.27	นำไปใช้
10	0.43	0.07	ตัดทิ้ง	30	0.53	0.27	นำไปใช้
11*	0.67	0.4	นำไปใช้	31*	0.57	0.6	นำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข-3 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความ ยากง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (R)	นำไปใช้/ ตัดทิ้ง	ข้อที่	ค่าความ ยากง่าย (P)	ค่าอำนาจ จำแนก (R)	นำไปใช้/ ตัดทิ้ง
12	0.6	0.4	นำไปใช้	32	0.6	0.53	นำไปใช้
13*	0.8	0.4	นำไปใช้	33*	0.53	0.8	นำไปใช้
14	0.97	0.07	ตัดทิ้ง	34	0.6	0.53	นำไปใช้
15*	0.5	0.47	นำไปใช้	35*	0.23	0.2	นำไปใช้
16	0.67	0.4	นำไปใช้	36	0.33	0	ตัดทิ้ง
17*	0.63	0.6	นำไปใช้	37*	0.77	0.2	นำไปใช้
18	0.53	0.4	นำไปใช้	38	0.77	0.07	ตัดทิ้ง
19*	0.67	0.53	นำไปใช้	39*	0.47	0.4	นำไปใช้
20	0.7	0.47	นำไปใช้	40	0.4	0.27	นำไปใช้

จากตาราง ข้อที่มีเครื่องหมาย \* เป็นข้อที่เลือกใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 20 ข้อ เนื่องจากเป็นข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์มากที่สุด และมีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกที่เหมาะสม

ตารางภาคผนวก ข-4 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียน

คนที่	X	X <sup>2</sup>	ข้อที่	p	q	pq
1	20	400	1	0.77	0.23	0.18
2	19	361	2	0.7	0.3	0.21
3	18	324	3	0.8	0.2	0.16
4	17	289	4	0.5	0.5	0.25
5	16	256	5	0.77	0.23	0.18
6	17	289	6	0.67	0.33	0.22
7	17	289	7	0.8	0.2	0.16
8	16	256	8	0.5	0.5	0.25
9	15	225	9	0.53	0.47	0.25
10	17	289	10	0.7	0.3	0.21
11	14	196	11	0.73	0.27	0.2
12	15	225	12	0.27	0.73	0.2
13	14	196	13	0.6	0.4	0.24
14	13	169	14	0.67	0.33	0.22
15	13	169	15	0.47	0.53	0.25
16	12	144	16	0.57	0.43	0.25
17	13	169	17	0.6	0.4	0.24
18	10	100	18	0.23	0.77	0.18
19	13	169	19	0.77	0.23	0.18
20	9	81	20	0.4	0.6	0.24
21	11	121		$\Sigma pq = 4.2544$		
22	10	100				
23	10	100				
24	5	25				
25	5	25				

ตารางภาคผนวก ข-4 (ต่อ)

คนที่	X	X <sup>2</sup>
26	8	64
27	4	16
28	5	25
29	3	9
30	2	4
$\Sigma X = 361$		$\Sigma X^2 = 5085$

จาก 
$$S^2 = s^2 = \frac{N(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}{N^2}$$

แทนค่า

$$S^2 = \frac{30(5,082) - (361)^2}{30^2}$$

$$S^2 = \frac{152,460 - 130,321}{900}$$

$$S^2 = \frac{22,139}{900}$$

$$S^2 = 24.7$$

จาก KR-20: 
$$r_{tt} = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\Sigma pq}{S^2} \right)$$

แทนค่า

$$r_{tt} = \left( \frac{20}{20-1} \right) \left( 1 - \frac{4.25}{24.7} \right)$$

$$r_{tt} = \left( \frac{20}{19} \right) (1 - 0.17)$$

$$r_{tt} = (1.05)(0.83)$$

$$r_{tt} = 0.87$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ ( $R_u$ ) เท่ากับ 0.87  
ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น นั่นคือ มีค่าตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป



**ภาคผนวก ค**

- การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้
- การหาดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางภาคผนวก ก-1 คะแนนสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้  
คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คนที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	หน่วยการเรียนรู้/ คะแนน					คะแนนรวม ระหว่าง เรียน	คะแนน สอบหลัง เรียน
		1	2	3	4	5		
	20	10	10	10	10	10	50	20
1	10	8	7	8	6	7	36	14
2	13	9	9	9	8	9	44	15
3	15	10	10	9	9	8	46	17
4	12	7	8	9	7	8	39	14
5	12	8	7	9	9	7	40	13
6	18	10	10	10	10	10	50	20
7	17	10	10	10	8	10	48	19
8	14	9	9	9	8	7	42	16
9	15	9	9	10	9	10	47	17
10	13	7	8	7	8	8	38	16
11	13	7	9	7	8	10	41	17
12	11	9	9	7	8	7	40	16
13	12	6	9	6	7	7	35	14
14	10	6	7	7	9	7	36	15
15	13	7	7	7	8	8	37	16
16	16	9	9	9	8	8	43	18
17	12	9	10	8	8	7	42	14
18	18	10	10	10	10	9	49	20
19	16	9	10	10	7	10	46	19
20	15	8	8	9	8	8	41	17

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	หน่วยการเรียนรู้/ คะแนน					คะแนนรวม ระหว่าง เรียน	คะแนน สอบหลัง เรียน
		1	2	3	4	5		
	20	10	10	10	10	10	50	20
21	17	10	10	10	7	10	47	18
22	10	9	9	10	8	9	45	15
23	13	6	7	8	9	8	38	16
24	12	7	7	10	9	9	42	15
25	11	8	9	8	7	8	40	17
26	14	7	7	7	8	8	37	16
27	12	8	10	10	8	6	42	15
28	13	9	7	8	9	8	41	16
29	13	9	8	9	8	9	43	14
30	8	8	9	10	7	9	43	14
31	10	7	8	9	6	7	37	15
32	16	10	10	9	10	9	48	18
33	11	8	9	8	8	6	39	12
34	12	10	7	9	9	8	43	16
35	9	8	10	9	8	9	44	13
36	14	8	7	10	9	8	42	17
37	13	10	8	9	9	6	42	14
38	10	8	9	9	7	7	40	13
39	15	9	9	10	9	7	44	18
40	12	7	9	9	8	9	42	17
41	12	5	7	8	8	7	35	15
42	9	10	7	9	8	7	41	12
43	15	10	9	10	10	10	49	18

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	หน่วยการเรียนรู้/ คะแนน					คะแนนรวม ระหว่าง เรียน	คะแนน สอบหลัง เรียน
		1	2	3	4	5		
	20	10	10	10	10	10	50	20
44	10	10	6	10	9	8	43	15
45	16	10	9	10	10	9	48	18
46	15	10	9	9	8	9	45	19
47	16	10	7	10	8	9	44	18
48	13	7	6	6	7	7	33	16
49	15	8	7	9	7	8	39	17
50	7	7	8	9	8	7	39	13
51	11	6	7	8	7	8	36	16
52	14	8	6	9	8	8	39	17
53	13	8	9	8	7	9	41	16
54	15	9	8	9	8	8	42	17
55	11	7	6	6	7	7	33	12
56	16	9	9	9	8	8	43	18
57	16	8	8	9	8	9	42	17
58	13	9	8	9	9	8	43	14
59	8	8	7	8	8	7	38	15
60	14	10	8	9	10	8	45	16
61	12	9	8	9	7	8	41	14
62	13	8	7	6	8	9	38	15
63	15	10	8	10	9	6	43	18
64	13	10	6	7	7	8	38	16
65	10	8	7	8	7	8	38	14
66	14	9	6	9	7	6	37	17

ตารางภาคผนวก ก-1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน	หน่วยการเรียนรู้/ คะแนน					คะแนนรวม ระหว่าง เรียน	คะแนน สอบหลัง เรียน
		1	2	3	4	5		
	20	10	10	10	10	10	50	20
67	13	8	7	8	7	8	38	15
68	13	9	7	8	9	7	40	16
69	15	8	7	10	8	8	41	17
70	14	8	6	10	8	8	40	17
71	11	4	7	8	7	6	32	13
72	15	9	8	10	10	10	47	18
73	13	8	7	6	7	8	36	15
74	14	8	8	10	10	9	45	16
75	12	9	7	9	10	9	44	17
76	13	7	7	7	7	8	36	15
77	16	8	9	10	9	7	43	18
78	13	6	8	10	7	8	39	15
79	16	10	8	8	8	7	41	18
80	17	10	9	10	10	7	46	19
81	15	9	7	9	9	9	43	18
82	14	9	7	9	7	8	40	17
รวม	1,080	686	656	716	667	658	3,383	1,313

การหาค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ 80 ตัวแรก

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ใช้สูตร  $E_1/E_2$  (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 71)

ดังนี้

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อยรายหน่วยการเรียนรู้

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบย่อยแต่ละหน่วยการเรียนรู้

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อยทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

แทนค่า

$$E_1 = \left[ \frac{686 + 656 + 716 + 667 + 658}{82} \right]$$

$$E_1 = \left[ \frac{3,383}{82} \right]$$

$$E_1 = \frac{41.25}{50} \times 100$$

$$E_1 = 82.51$$

### การหาค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ 80 ตัวหลัง

เมื่อ  $E_2$  แทน ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์

$\sum Y$  แทน คะแนนรวมจากการทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

แทนค่า

$$E_2 = \left( \frac{1,313}{82 \times 20} \right) \times 100$$

$$E_2 = \left( \frac{16.01}{20} \right) \times 100$$

$$E_2 = 80.06$$

การหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index) ของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สูตร (เฟชัญ กิจระการ และสมนึก ภัททิยธนี, 2544, หน้า 30-36) ดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนหลังเรียนทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

แทนค่า

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{1,313 - 1,082}{(82 \times 20) - 1,082}$$

$$= \frac{231}{1,640 - 1,082}$$

$$= \frac{231}{558}$$

$$= 0.4139$$

#### ภาคผนวก ง

- แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง



## แผนการจัดการเรียนรู้

รหัสวิชา ค21101 รายวิชา คณิตศาสตร์1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เลขยกกำลัง

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของเลขยกกำลัง

จำนวน 2 ชั่วโมง

### มาตรฐานการเรียนรู้

ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### ตัวชี้วัด

ค 1.1 ม. 1/2 เข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และเขียนแสดงจำนวนให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์

ค 1.1 ม. 1/3 อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการยกกำลังของจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม

ค 6.1 ม. 1/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

**ด้านความรู้ (K):** เมื่อจบชั่วโมงนี้แล้วนักเรียน

1. บอกความหมายของเลขยกกำลังได้

2. สามารถหาค่าของเลขยกกำลังได้

**ด้านทักษะกระบวนการ (P):** เมื่อจบชั่วโมงนี้แล้วนักเรียน

สามารถสื่อสาร โดยการอธิบายเกี่ยวกับความหมายของเลขยกกำลังพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบได้

**ด้านคุณลักษณะ (A):** เมื่อจบชั่วโมงนี้แล้วนักเรียน

1. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

2. มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

### สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

ถ้า  $a$  แทนจำนวนใด ๆ และ  $n$  แทนจำนวนเต็มบวก “ $a$  ยกกำลัง  $n$ ” หรือ “ $a$  กำลัง  $n$ ” เขียนแทนด้วย  $a^n$  มีความหมายดังนี้

$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$$

เรียก  $a^n$  ว่า เลขยกกำลัง ที่มี  $a$  เป็นฐานและ  $n$  เป็นเลขชี้กำลัง

### สาระการเรียนรู้

#### ความหมายของเลขยกกำลัง

บทนิยาม ถ้า  $a$  แทนจำนวนใด ๆ และ  $n$  แทนจำนวนเต็มบวก “ $a$  ยกกำลัง  $n$ ” เขียนแทนด้วย  $a^n$  มีความหมายดังนี้

$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$$

เรียก  $a^n$  ว่า เลขยกกำลัง ที่มี  $a$  เป็นฐาน และ  $n$  เป็นเลขชี้กำลัง

### ตัวอย่าง

สัญลักษณ์  $2^5$  อ่านว่า “สองยกกำลังห้า” หรือ “สองกำลังห้า”

$2^5$  แทน  $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$

$2^5$  มี 2 เป็นฐาน และมี 5 เป็นเลขชี้กำลัง

ในทำนองเดียวกัน

สัญลักษณ์  $(-2)^4$  อ่านว่า “ลบสองทั้งหมดยกกำลังสี่”

$(-2)^4$  แทน  $(-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2)$

$(-2)^4$  มี  $(-2)$  เป็นฐาน และมี 4 เป็นเลขชี้กำลัง

เมื่อมีจำนวนที่คูณตัวเองซ้ำกันหลาย ๆ ตัว เราอาจใช้เลขยกกำลังเขียนแทนจำนวนเหล่านั้นได้ เช่น

$$7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7$$

เขียนแทนด้วย  $7^8$

$$(0.5) \times (0.5)$$

เขียนแทนด้วย  $(0.5)^2$

$$\begin{array}{ll} (-5) \times (-5) \times (-5) \times (-5) \times (-5) \times (-5) & \text{เขียนแทนด้วย } (-5)^6 \\ a \times a \times a & \text{เขียนแทนด้วย } a^3 \end{array}$$

### ข้อสังเกต

1. การเขียนเลขยกกำลังแทนจำนวน เช่น  $(-2)^4$  และ  $-2^4$  มีความหมายต่างกัน ซึ่งนิยมถือเป็นข้อตกลงว่า

$$(-2)^4 \text{ หมายถึง } (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2)$$

อ่านว่า ลบสองทั้งหมดยกกำลังสี่

$$\text{และ } (-2)^4 = 16$$

$$-2^4 \text{ หมายถึง } -(2 \times 2 \times 2 \times 2)$$

อ่านว่า ลบของสองยกกำลังสี่

$$\text{และ } -2^4 = -16$$

จากที่กล่าวมาจึงเห็นได้ว่า  $(-2)^4 \neq -2^4$  แต่ในบางจำนวน

เช่น  $(-2)^3$  กับ  $-2^3$  ถึงแม้ว่ามีความหมายต่างกันแต่มีผลลัพธ์เป็นจำนวนเดียวกันคือ  $-8$  ดังนั้น เพื่อความชัดเจนและสื่อความหมายให้ตรงกันจึงควรเขียนสัญลักษณ์ที่แทนจำนวนนั้นให้ถูกต้อง

2. ในกรณีที่เลขยกกำลังมีเลขชี้กำลังเป็นหนึ่ง เช่น  $a^1$  หมายถึง  $a$

จะเห็นว่าจำนวนทุกจำนวน เช่น  $7 = 7^1$ ,  $(-3) = (-3)^1$ ,  $\frac{1}{2} = \left(\frac{1}{2}\right)^1$  เป็นเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นหนึ่ง

### ชิ้นงาน/ ภาระงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง
2. ใบกิจกรรมที่ 1.2 “เท่ากันไหมหนอ?”
3. ใบกิจกรรมที่ 1.3 “ต่างกันแค่นิดอย่าคิดว่าไม่สำคัญ”
4. แบบฝึกหัด เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง

## กิจกรรมการเรียนรู้

### ชั่วโมงที่ 1

#### 1. ขั้นเตรียม

1.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม จากนั้นครูนำบัตรตัวเลข 2 จำนวน 3 ใบ มาติดบนกระดาน แล้วใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดภายในเวลา 2 นาที ดังนี้

นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร โดยใช้ตัวเลข 2 ที่มีอยู่ 3 ใบ มาดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มากที่สุด และมีผลลัพธ์เท่าไร ( $2 \times 2 \times 2 = 8$ )

1.2 เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้วิธีการดำเนินการและผลลัพธ์แล้ว ให้ออกมาเขียนแสดงบนกระดาน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์

1.3 ครูนำบัตรตัวเลข 2 มาติดเพิ่มเป็น 5 ใบ แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดวิธีการดำเนินการเช่นเดิม ภายในเวลา 2 นาที จนได้คำตอบเป็น ( $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$ )

1.4 ครูนำบัตรตัวเลข 2 มาติดเพิ่มเป็น 10 ใบ แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดวิธีการดำเนินการเช่นเดิม ภายในเวลา 2 นาที จนได้คำตอบเป็น ( $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 1,024$ ) จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิด ดังนี้

1.4.1 การเขียนแสดงการดำเนินการในลักษณะนี้ใช้เวลานานหรือไม่

1.4.2 นักเรียนคิดว่ามีวิธีใดในการเขียนการดำเนินการคูณจำนวนที่ซ้ำ ๆ ในแบบที่สั้นและรวดเร็วขึ้น

#### 2. ขั้นเสนอตัวอย่าง

2.1 ครูให้นักเรียนพิจารณาใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง ข้อที่ 1 พร้อมทั้งเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง สมบูรณ์

2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบในข้อที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง

#### 3. ขั้นเปรียบเทียบ

3.1 นักเรียนคิดเป็นรายบุคคล โดยให้นักเรียนสังเกตลักษณะร่วมจากใบกิจกรรมที่ 1.1 ข้อ 1. และเขียนตอบคำถามในข้อที่ 2 ซึ่งเป็นคำถามให้นักเรียนพิจารณา ความสัมพันธ์ของการเขียนจำนวนอยู่ในรูปการคูณ และการเขียนจำนวนในรูปเลขยกกำลัง ดังนี้

3.1.1 การเขียนจำนวนในรูปการคูณกับการเขียนจำนวนในรูปของเลขยกกำลังมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร จงยกตัวอย่างประกอบ

3.1.2 ฐานของเลขยกกำลัง เกิดจากการพิจารณาสิ่งใด

3.1.3 เลขชี้กำลังของเลขยกกำลังเกิดจากการพิจารณาสิ่งใด

## 3.1.4 จากตารางในข้อที่ 9 และ 10

$$a \times a \times a$$

เขียนอยู่ในรูปเลขยกกำลังได้อย่างไร มีฐาน และเลขชี้กำลังคืออะไร

$$\underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{10 \text{ ตัว}}$$

เขียนอยู่ในรูปเลขยกกำลังได้อย่างไร มีฐาน และเลขชี้กำลังคืออะไร

3.1.5 ให้นักเรียนพิจารณา  $a \times a \times a \times \dots \times a$  สามารถเขียนในรูปเลขยกกำลัง

$n$  ตัว

ได้หรือไม่ ถ้าสามารถเขียนได้จงระบุฐาน พร้อมเลขชี้กำลังของเลขยกกำลัง

3.1.6 จากความสัมพันธ์ของการเขียนจำนวนในรูปการคูณกับการเขียนจำนวนในรูปเลขยกกำลัง นักเรียนสามารถสรุปความหมายของเลขยกกำลังได้อย่างไร

3.1.7 เลขยกกำลังที่เขียนฐานไว้ในวงเล็บ ในกรณีพื้นฐานเป็นอย่างไร

3.2 นักเรียนคิดเป็นคู่ หลังจากให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลังเสร็จ ให้นักเรียนจับคู่เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อสรุปเกี่ยวกับความหมายของเลขยกกำลังที่ตนเองสรุปได้

#### 4. ขั้นสรุป

4.1 ครูสุ่มนักเรียนออกมาอภิปรายความหมายของเลขยกกำลังที่ได้เป็นคู่หน้าชั้นเรียน โดยครูใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปได้ ดังนี้

4.1.1 จากการทำกิจกรรมข้างต้นนักเรียนสามารถสรุปความหมายของเลขยกกำลังได้อย่างไร

4.1.2 ให้นักเรียนยกตัวอย่างจำนวนในรูปการคูณที่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้ คนละ 1 ตัวอย่าง พร้อมทั้งบอกเลขฐานและเลขชี้กำลังของเลขยกกำลังนั้น

4.1.3 จาก  $(-2)^4$  นักเรียนอ่านว่าอย่างไร และถ้า  $-2^4$  นักเรียนจะอ่านเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

4.2 หากพบว่าการนำเสนอของนักเรียนมีข้อสรุปหรือวิธีการที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ ถูกต้อง ครูและนักเรียนร่วมกันแก้ไขให้เกิดความถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีความเข้าใจตรงกัน และไม่เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

## ชั่วโมงที่ 2

### 5. ขั้นนำไปใช้และประเมินผล

5.1 ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1.2 “เท่ากันไหมหนอ?” ในส่วนที่เป็นตาราง และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามหากเกิดความไม่เข้าใจ

5.2 เมื่อนักเรียนทำใบกิจกรรมในข้อ 5.1 แล้วเสร็จ ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความหมายของเลขยกกำลังจนเกิดเป็นข้อสังเกตได้ ดังนี้

5.2.1 2<sup>1</sup> สามารถเขียนอยู่ในรูปการคูณได้อย่างไร

5.2.2 3<sup>1</sup> สามารถเขียนอยู่ในรูปการคูณได้อย่างไร

5.2.3 นักเรียนคิดว่า จำนวนที่มีเลขชี้กำลังเป็นหนึ่งจะมีค่าเป็นอย่างไร และยกตัวอย่างประกอบ

5.2.4 นักเรียนคิดว่า การเขียนจำนวนในรูปเลขยกกำลังโดยที่ฐานใ้สว่างเล็บ หรือไม่ใ้สว่างเล็บ มีความสำคัญหรือไม่ อย่างไร

5.3 ครูให้นักเรียนจับคู่ช่วยกันทำใบกิจกรรมที่ 1.3 “ต่างกันแค่ไหนอย่าคิดว่าไม่สำคัญ” เพื่อสังเกตความเข้าใจของนักเรียนหลังจากทำใบกิจกรรมที่ 1.1 และ 1.2 มาแล้ว จากนั้นครูสุ่มนักเรียนแต่ละคู่ออกมาเฉลยหน้าชั้นเรียน ครูและเพื่อนร่วมชั้นช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง

5.4 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง เพื่อตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง

5.5 ครูให้นักเรียนทำการทดสอบความเข้าใจ โดยใช้แบบทดสอบย่อยรายหน่วย เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง

### สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง
2. ใบกิจกรรมที่ 1.2 “เท่ากันไหมหนอ?”
3. ใบกิจกรรมที่ 1.3 “ต่างกันแค่ไหนอย่าคิดว่าไม่สำคัญ”
4. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
5. ห้องคลินิกคณิตศาสตร์ โรงเรียนเมืองกลาง

## การวัดและประเมินผล

ประเด็นการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่าน
<p><b>ด้านความรู้ (K)</b> นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>บอกความหมายของ เลขยกกำลังได้</li> <li>สามารถหาค่าเลขยกกำลังได้</li> </ol>	<p>การตรวจ</p> <p>แบบฝึกหัด เรื่อง</p> <p>ความหมายของ</p> <p>เลขยกกำลัง</p>	<p>แบบฝึกหัด เรื่อง</p> <p>ความหมายของ</p> <p>เลขยกกำลัง</p>	<p>นักเรียนทำถูกต้อง</p> <p>ร้อยละ 70 ขึ้นไป</p>
<p><b>ด้านทักษะกระบวนการ (P)</b></p> <p>นักเรียนสามารถสื่อสารโดยการอธิบายเกี่ยวกับความหมายของเลขยกกำลังพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบได้</p>	<p>การตอบคำถาม</p> <p>การนำเสนอ</p> <p>แนวคิด</p>	<p>ข้อคำถาม</p>	<p>นักเรียนตอบ</p> <p>คำถามได้</p> <p>ร้อยละ 70 ขึ้นไป</p>
<p><b>ด้านคุณลักษณะ (A)</b> นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย</li> <li>มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม</li> </ol>	<p>การสังเกต</p> <p>พฤติกรรม</p>	<p>แบบสังเกต</p> <p>พฤติกรรม</p>	<p>นักเรียนมี</p> <p>พฤติกรรมในระดับพอใช้ขึ้นไป</p>





เกณฑ์การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายวิชา คณิตศาสตร์ 1 รหัสวิชา ค21101

คะแนน พฤติกรรมนักเรียน	2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
1. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนส่งงานตามกำหนดเวลาและงานสมบูรณ์เรียบร้อยดี	นักเรียนส่งงานตามกำหนดเวลาแต่งานเสร็จไม่สมบูรณ์	นักเรียนไม่ส่งงานตามกำหนด
2. มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	นักเรียนมีความในกระตือรือร้นการปฏิบัติกิจกรรมทุกกิจกรรม	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรมในบางกิจกรรม	นักเรียนไม่มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการสอน

.....  
.....

ปัญหา/ อุปสรรค

.....  
.....

ข้อเสนอแนะ/ แนวทางการแก้ไข

.....  
.....

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน

(.....)

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

**ใบกิจกรรมที่ 1.1**  
**เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง**

คำชี้แจง: ให้นักเรียนพิจารณาคำสั่งแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง สมบูรณ์

ข้อ	เขียนจำนวนในรูปการคูณ	จำนวนที่ซ้ำกัน	จำนวนตัวของจำนวนที่ซ้ำกัน	เขียนในรูปเลขยกกำลัง	อ่านว่า	ฐาน	เลขชี้กำลัง
1	$2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$	2	5	$2^5$	สองยกกำลังห้า	2	5
2	$(-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2)$	$(-2)$	4	$(-2)^4$	ลบสองทั้งหมดยกกำลังสี่	$(-2)$	4
3	$(0.5) \times (0.5)$	0.5	2	$(0.5)^2$	ศูนย์จุดห้าทั้งหมดยกกำลังสอง	0.5	2
4	$\left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right)$	$\left(\frac{1}{2}\right)$	3	$\left(\frac{1}{2}\right)^3$	เศษหนึ่งส่วนสองทั้งหมดยกกำลังสาม	$\left(\frac{1}{2}\right)$	3
5	$7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7$						
6	$(-0.1) \times (-0.1) \times (-0.1)$						
7	$(3.8) \times (3.8) \times (3.8) \times (3.8) \times (3.8)$						
8	$\left(-\frac{2}{5}\right) \times \left(-\frac{2}{5}\right)$						
9	$a \times a \times a$						
10	$a \times a \times a \times \dots \times a$						

10 ตัว

2. จากตารางในข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 การเขียนจำนวนในรูปการคูณกับการเขียนจำนวนในรูปของเลขยกกำลังมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร จงยกตัวอย่างประกอบ

.....  
 .....

2.2 ฐานของเลขยกกำลัง เกิดจาก .....

2.3 เลขชี้กำลังของเลขยกกำลัง เกิดจาก .....

2.4 จากตารางในข้อที่ 9 และ 10

$$a \times a \times a$$

เขียนอยู่ในรูปเลขยกกำลังได้ว่า

ฐาน คือ ..... เลขชี้กำลัง คือ.....

$$a \times a \times a \times \dots \times a$$

เขียนอยู่ในรูปเลขยกกำลังได้ว่า

.....  $\underbrace{\hspace{10em}}_{10 \text{ ตัว}}$

ฐาน คือ ..... เลขชี้กำลัง คือ.....

2.5 ให้นักเรียนพิจารณา  $\underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$  สามารถเขียนในรูปเลขยกกำลัง

ได้หรือไม่ ถ้าสามารถเขียนได้จงระบุฐาน พร้อมเลขชี้กำลังของเลขยกกำลัง

.....

2.6 จากความสัมพันธ์ของการเขียนจำนวนในรูปการคูณกับการเขียนจำนวนในรูปเลขยกกำลัง นักเรียนสามารถสรุปความหมายของเลขยกกำลังได้อย่างไร

.....

.....

**บทนิยาม** ถ้า  $a$  แทนจำนวนใด ๆ และ  $n$  แทนจำนวนเต็มบวก “ $a$  ยกกำลัง  $n$ ”

เขียนแทนด้วย  $a^n$  มีความหมายดังนี้

$$a^n =$$

เรียก  $a^n$  ว่า เลขยกกำลัง ที่มี  $a$  เป็น ..... และ  $n$  เป็น .....

2.7 เลขยกกำลังที่เขียนฐานไว้ในวงเล็บ ในกรณีพื้นฐานเป็นอย่างไร

.....

**เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.1**  
**เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง**

คำชี้แจง: ให้นักเรียนพิจารณาคำสั่งแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง สมบูรณ์

ข้อ	เขียนจำนวนในรูปการคูณ	จำนวนที่ซ้ำกัน	จำนวนตัวของจำนวนที่ซ้ำกัน	เขียนในรูปเลขยกกำลัง	อ่านว่า	ฐาน	เลขชี้กำลัง
1	$2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$	2	5	$2^5$	สองยกกำลังห้า	2	5
2	$(-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2)$	(-2)	4	$(-2)^4$	ลบสองทั้งหมดยกกำลังสี่	(-2)	4
3	$(0.5) \times (0.5)$	0.5	2	$(0.5)^2$	ศูนย์จุดห้าทั้งหมดยกกำลังสอง	0.5	2
4	$\left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right)$	$\left(\frac{1}{2}\right)$	3	$\left(\frac{1}{2}\right)^3$	เศษหนึ่งส่วนสองทั้งหมดยกกำลังสาม	$\left(\frac{1}{2}\right)$	3
5	$7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7 \times 7$	7	8	$7^8$	เจ็ดยกกำลังแปด	7	8
6	$(-0.1) \times (-0.1) \times (-0.1)$	(-0.1)	3	$(-0.1)^3$	ลบศูนย์จุดหนึ่งทั้งหมดยกกำลัง	(-0.1)	3
7	$(3.8) \times (3.8) \times (3.8) \times (3.8) \times (3.8)$	(3.8)	5	$(3.8)^5$	สามจุดแปดทั้งหมดยกกำลังห้า	(3.8)	5
8	$\left(-\frac{2}{5}\right) \times \left(-\frac{2}{5}\right)$	$\left(-\frac{2}{5}\right)$	2	$\left(-\frac{2}{5}\right)^2$	ลบเศษสองส่วนห้าทั้งหมดยกกำลังสอง	$\left(-\frac{2}{5}\right)$	2
9	$a \times a \times a$	a	3	$a^3$	เอยกกำลังสาม	a	3
10	$a \times a \times a \times \dots \times a$	a	10	$a^{10}$	เอยกกำลังสิบ	a	10

10 ตัว

2. จากตารางในข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 การเขียนจำนวนในรูปการคูณกับการเขียนจำนวนในรูปของเลขยกกำลังมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร จงยกตัวอย่างประกอบ

มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจาก การเขียนจำนวนในรูปเลขยกกำลังเกิดจากการพิจารณาการเขียนจำนวนในรูปการคูณของจำนวนที่ซ้ำ ๆ กัน เช่น  $2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$  หรือ 2 คูณกันห้าตัว

2.2 ฐานของเลขยกกำลัง เกิดจาก จำนวนที่ซ้ำกัน

2.3 เลขชี้กำลังของเลขยกกำลัง เกิดจาก จำนวนตัวของจำนวนที่ซ้ำกัน

2.4 จากตารางในข้อที่ 9 และ 10

$$a \times a \times a$$

เขียนอยู่ในรูปเลขยกกำลังได้ว่า  $a^3$

ฐาน คือ a เลขชี้กำลัง คือ 3

$$\underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{10 \text{ ตัว}}$$

เขียนอยู่ในรูปเลขยกกำลังได้ว่า  $a^{10}$

ฐาน คือ a เลขชี้กำลัง คือ 10

2.5 ให้นักเรียนพิจารณา  $\underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$  สามารถเขียนในรูปเลขยกกำลัง

ได้หรือไม่ ถ้าสามารถเขียนได้จงระบุฐาน พร้อมเลขชี้กำลังของเลขยกกำลัง

ได้ นั่นคือ  $\underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}} = a^n$  โดย a เป็นฐาน และ n เป็นเลขชี้กำลัง

2.6 จากความสัมพันธ์ของการเขียนจำนวนในรูปการคูณกับการเขียนจำนวนในรูปเลขยกกำลัง นักเรียนสามารถสรุปความหมายของเลขยกกำลังได้อย่างไร

เลขยกกำลัง เขียนแทนด้วย  $a^n$  หมายความว่า  $\underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$  ซึ่งมี a เป็น ฐาน และ n เป็น เลขชี้กำลัง

**บทนิยาม** ถ้า a แทนจำนวนใด ๆ และ n แทนจำนวนเต็มบวก “a ยกกำลัง n” เขียนแทนด้วย  $a^n$  มีความหมายดังนี้

$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$$

เรียก  $a^n$  ว่า เลขยกกำลัง ที่มี a เป็น ฐาน และ n เป็น เลขชี้กำลัง

2.7 เลขยกกำลังที่เขียนฐานไว้ในวงเล็บ ในกรณีที่ฐานเป็นอย่างไร

จำนวนเต็มลบ เศษส่วน หรือ ทศนิยม

## ใบกิจกรรมที่ 1.2

### เท่ากันไหมหนอ?

คำชี้แจง: จงหาว่าจำนวนในแต่ละข้อต่อไปนี้เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ข้อ	เลขยกกำลัง	เขียนจำนวนในรูปการคูณ	แทนจำนวน	เท่ากันหรือไม่
1	$2^1$ กับ 2	$2^1 = 2$	2	
		$2 = 2$	2	
2	$5^2$ กับ $(-5)^2$	$5^2 = 5 \times 5$		
		$(-5)^2 = (-5) \times (-5)$		
3	$(-2)^3$ กับ $-2^3$	$(-2)^3 = (-2) \times (-2) \times (-2)$		
		$-2^3 = -(2 \times 2 \times 2)$		
4	$(-2)^4$ กับ $-2^4$	$(-2)^4 =$		
		$-2^4 =$		
5	$(-4)^3$ กับ $-4^3$	$(-4)^3 =$		
		$-4^3 =$		
6	$\left(\frac{2}{3}\right)^3$ กับ $\frac{2^3}{3}$	$\left(\frac{2}{3}\right)^3 =$		
		$\frac{2^3}{3} =$		

จากตารางข้างต้นจงตอบคำถามต่อไปนี้

1) จาก  $2^1$  สามารถเขียนอยู่ในรูปการคูณได้ว่า .....

$3^1$  สามารถเขียนอยู่ในรูปการคูณได้ว่า .....

นักเรียนคิดว่า จำนวนที่มีเลขชี้กำลังเป็นหนึ่งจะมีค่าเป็นอย่างไร และยกตัวอย่าง

ประกอบ .....

2) นักเรียนคิดว่า การเขียนจำนวนในรูปเลขยกกำลังโดยที่ฐานในสว่างเล็บ หรือ ไม่ใส่วงเล็บ มีความสำคัญหรือไม่ อย่างไร

.....  
 .....

## เฉลยใบกิจกรรมที่ 1.2

### เท่ากันไหมหนอ?

คำชี้แจง: จงหาว่าจำนวนในแต่ละข้อต่อไปนี้เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ข้อ	เลขยกกำลัง	เขียนจำนวนในรูปการคูณ	แทนจำนวน	เท่ากันหรือไม่
1	$2^1$ กับ 2	$2^1 = 2$	2	เท่ากัน
		$2 = 2$	2	
2	$5^2$ กับ $(-5)^2$	$5^2 = 5 \times 5$	25	เท่ากัน
		$(-5)^2 = (-5) \times (-5)$	25	
3	$(-2)^3$ กับ $-2^3$	$(-2)^3 = (-2) \times (-2) \times (-2)$	-8	เท่ากัน
		$-2^3 = -(2 \times 2 \times 2)$	-8	
4	$(-2)^4$ กับ $-2^4$	$(-2)^4 = (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2)$	16	ไม่เท่ากัน
		$-2^4 = -(2 \times 2 \times 2 \times 2)$	-16	
5	$(-4)^3$ กับ $-4^3$	$(-4)^3 = (-4) \times (-4) \times (-4)$	-64	เท่ากัน
		$-4^3 = -(4 \times 4 \times 4)$	-64	
6	$\left(\frac{2}{3}\right)^3$ กับ $\frac{2^3}{3}$	$\left(\frac{2}{3}\right)^3 = \left(\frac{2}{3}\right) \times \left(\frac{2}{3}\right) \times \left(\frac{2}{3}\right)$	$\frac{8}{27}$	ไม่เท่ากัน
		$\frac{2^3}{3} = \left(\frac{2 \times 2 \times 2}{3}\right)$	$\frac{8}{3}$	

จากตารางข้างต้นจงตอบคำถามต่อไปนี้

1) จาก  $2^1$  สามารถเขียนอยู่ในรูปการคูณได้ว่า 2

$3^1$  สามารถเขียนอยู่ในรูปการคูณได้ว่า 3

นักเรียนคิดว่า จำนวนที่มีเลขชี้กำลังเป็นหนึ่งจะมีค่าเป็นอย่างไร และยกตัวอย่างประกอบ จำนวนที่มีเลขชี้กำลังเป็นหนึ่งจะมีค่าเท่ากับตัวมันเอง เช่น  $5^1 = 5$ ,  $10^1 = 10$

2) นักเรียนคิดว่า การเขียนจำนวนในรูปเลขยกกำลังโดยที่ฐานไม่ว่างเล็บ หรือ ไม่ใส่วงเล็บ มีความสำคัญหรือไม่ อย่างไร

มีความสำคัญ เพราะ จำนวนในรูปเลขยกกำลังโดยที่ฐานไม่ว่างเล็บ หรือ ไม่ใส่วงเล็บนั้นทำให้ความหมายต่างกัน และเกิดค่าที่ไม่เท่ากันในบางกรณี



**ใบกิจกรรม**  
**“ต่างกันแค่ไหนอย่าคิดว่าเป็นสำคัญ”**

**คำชี้แจง:** จงหาว่าจำนวนในแต่ละข้อต่อไปนี้เท่ากันหรือไม่

ข้อ	เลขยกกำลัง	เขียนจำนวนในรูปการคูณ	แทนจำนวน	เท่ากันหรือไม่
1	$(-2)^2$ กับ $2^2$	$(-2)^2 = (-2) \times (-2)$	4	เท่ากัน
		$2^2 = 2 \times 2$	4	
2	$(-2)^3$ กับ $2^3$			
3	$(-2)^4$ กับ $2^4$			
4	$(-2)^5$ กับ $2^5$			
5	$(-2)^6$ กับ $2^6$			
6	$(-2)^7$ กับ $2^7$			
7	$(-2)^8$ กับ $2^8$			

จากตารางข้างต้นจงตอบคำถามต่อไปนี้

1) การคูณเลขยกกำลังในแต่ละข้อ เป็นการเปรียบเทียบเลขยกกำลังที่เป็นอย่างไร

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

2) การเปรียบเทียบเลขยกกำลังในแต่ละข้อให้ผลเป็นเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

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

3) ให้นักเรียนพิจารณา  $(-5)^6$  กับ  $5^6$  จะมีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

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

4) ให้นักเรียนพิจารณา  $(-5)^9$  กับ  $5^9$  จะมีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

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

**เฉลยใบกิจกรรม**  
**“ต่างกันแค่ไหนอย่าคิดว่าไม่สำคัญ”**

คำชี้แจง: จงหาว่าจำนวนในแต่ละข้อต่อไปนี้เท่ากันหรือไม่

ข้อ	เลขยกกำลัง	เขียนจำนวนในรูปการคูณ	แทนจำนวน	เท่ากันหรือไม่
1	$(-2)^2$ กับ $2^2$	$(-2)^2 = (-2) \times (-2)$	4	เท่ากัน
		$2^2 = 2 \times 2$	4	
2	$(-2)^3$ กับ $2^3$	$(-2)^3 = (-2) \times (-2) \times (-2)$	-8	ไม่เท่ากัน
		$2^3 = 2 \times 2 \times 2$	8	
3	$(-2)^4$ กับ $2^4$	$(-2)^4 = (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2)$	16	เท่ากัน
		$2^4 = 2 \times 2 \times 2 \times 2$	16	
4	$(-2)^5$ กับ $2^5$	$(-2)^5 = (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2)$	-32	ไม่เท่ากัน
		$2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$	32	
5	$(-2)^6$ กับ $2^6$	$(-2)^6 =$ $(-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2)$	64	เท่ากัน
		$2^6 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$	64	
6	$(-2)^7$ กับ $2^7$	$(-2)^7 =$ $(-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2)$	-128	ไม่เท่ากัน
		$2^7 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$	128	
7	$(-2)^8$ กับ $2^8$	$(-2)^8 =$ $(-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2)$	256	เท่ากัน
		$2^8 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$	256	

จากตารางข้างต้นจงตอบคำถามต่อไปนี้

- 1) ในแต่ละข้อ เป็นการเปรียบเทียบเลขยกกำลังที่เป็นอย่างไร  
เลขยกกำลังที่ฐานเป็นจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ และเลขชี้กำลังเท่ากัน
- 2) การเปรียบเทียบเลขยกกำลังในแต่ละข้อ ให้ผลเป็นเหมือนหรือต่างกันอย่างไร  
ต่างกัน นั่นคือ  
เลขยกกำลังที่ฐานเป็นจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบ ถ้าเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มคู่ แล้ว จะมี  
ค่าเท่ากัน  
เลขยกกำลังที่ฐานเป็นจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบ ถ้าเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มคี่ แล้ว จะมี  
ค่าเท่ากัน
- 3) ให้นักเรียนพิจารณา  $(-5)^6$  กับ  $5^6$  จะมีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด  
เท่ากัน เพราะ เลขยกกำลังทั้งสองมีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มคู่
- 4) ให้นักเรียนพิจารณา  $(-5)^9$  กับ  $5^9$  จะมีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด  
ไม่เท่ากัน เพราะ เลขยกกำลังทั้งสองมีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มคี่

**แบบฝึกหัด**  
**เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง**

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำตอบให้ถูกต้องลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ข้อ	เลขยกกำลัง	อ่านว่า	ฐาน	เลขชี้กำลัง	เขียนในรูปผลคูณ	แทนจำนวน
1	$10^1$					
2	$4^3$					
3	$(-5)^4$					
4	$-6^3$					
5	$\left(\frac{1}{2}\right)^5$					
6	$\left(\frac{2}{5}\right)^3$					
7	$(0.2)^4$					
8	$(0.01)^3$					

**เฉลยแบบฝึกหัด**  
**เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง**

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำตอบให้ถูกต้องลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

ข้อ	เลขยกกำลัง	อ่านว่า	ฐาน	เลขชี้กำลัง	เขียนในรูปผลคูณ	แทนจำนวน
1	$10^1$	สิบยกกำลังหนึ่ง	10	1	10	10
2	$4^3$	สี่ยกกำลังสาม	4	3	$4 \times 4 \times 4$	64
3	$(-5)^4$	ลบห้าทั้งหมดยกกำลังสี่	-5	4	$(-5) \times (-5) \times (-5) \times (-5)$	625
4	$-6^3$	ลบของหกยกกำลังสาม	6	3	$-(6 \times 6 \times 6)$	-216
5	$\left(\frac{1}{2}\right)^5$	เศษหนึ่งส่วนสองทั้งหมดยกกำลังห้า	$\frac{1}{2}$	5	$\left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right)$	$\frac{1}{32}$
6	$\left(\frac{2}{5}\right)^3$	เศษสองส่วนห้าทั้งหมดยกกำลังสาม	$\frac{2}{5}$	3	$\left(\frac{2}{5}\right) \times \left(\frac{2}{5}\right) \times \left(\frac{2}{5}\right)$	$\frac{8}{125}$
7	$(0.2)^4$	ศูนย์จุดสองทั้งหมดยกกำลังสี่	0.2	4	$(0.2) \times (0.2) \times (0.2) \times (0.2)$	0.0016
8	$(0.01)^3$	ศูนย์จุดศูนย์หนึ่งทั้งหมดยกกำลังสาม	0.01	3	$(0.01) \times (0.01) \times (0.01)$	0.000001

**แบบทดสอบย่อยรายหน่วย**  
**เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง**

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1.  $(-5)^3$  ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก.  $(-5)$  คูณซ้ำกัน จำนวน 3 ตัว  
ข. 3 เป็นฐาน และ  $(-5)$  เป็นเลขชี้กำลัง  
ค. อ่านว่า ลบของห้ายกกำลังสาม  
ง. ถูกทุกข้อ

2.  $y^3$  มีความหมายตรงกับข้อใด

- ก.  $y + y + y$     ข.  $y \times y \times y$   
ค.  $y^{12} \div y^4$     ง.  $7y - 4y$

3. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก.  $2 \times 2 \times 2 = 3^2$   
ข.  $(-2) \times (-2) \times (-2) = -2^3$   
ค.  $2 \times 2 \times 2 = 2^3$   
ง.  $-(2 \times 2) \times 2 = (-2)^3$

4.  $\frac{3^2}{5}$  มีความหมายตรงกับข้อใด

- ก.  $\left(\frac{3}{5}\right) \times \left(\frac{3}{5}\right)$     ข.  $\frac{3 \times 3}{5}$   
ค.  $\frac{3 \times 2}{5 \times 2}$     ง.  $\frac{3 \times 2}{5}$

5. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก.  $(-2)^2 = 2^2$     ข.  $(-2)^3 = -2^3$   
ค.  $(-2)^4 = 2^4$     ง.  $(-2)^3 = 2^3$

6.  $\left(-\frac{1}{3}\right)^3$  มีค่าตรงกับข้อใด

- ก.  $-\frac{1}{3}$     ข.  $-\frac{1}{6}$   
ค.  $-\frac{1}{9}$     ง.  $-\frac{1}{27}$

7.  $3^2 + 2^4$  มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. 14    ข. 25  
ค. 33    ง. 56

8.  $(0.2)^3$  มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. 0.008    ข. 0.08  
ค. 0.004    ง. 0.04

9. ถ้า  $m = 4$  และ  $n = -1$  แล้ว  $(m + n)^2$

- ก. 2    ข. 4  
ค. 9    ง. 16

10.  $3 + 3 + 3$  มีค่าตรงกับข้อใด

- ก.  $3^1$     ข.  $3^2$   
ค.  $3^3$     ง.  $3^4$

เฉลยแบบทดสอบย่อยรายหน่วย  
เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง

ข้อ	เฉลย
1	ก
2	ข
3	ก
4	ข
5	ง
6	ง
7	ข
8	ก
9	ก
10	ข



## แผนการจัดการเรียนรู้

รหัสวิชา ค21101 รายวิชา คณิตศาสตร์ 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง เลขยกกำลัง

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การคูณเลขยกกำลัง

จำนวน 2 ชั่วโมง

### มาตรฐานการเรียนรู้

ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

### ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม. 1/4 คูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

ค 6.1 ม. 1/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

**ด้านความรู้ (K):** เมื่อจบชั่วโมงนี้แล้วนักเรียน

สามารถหาผลคูณของเลขยกกำลังได้

**ด้านทักษะกระบวนการ (P):** เมื่อจบชั่วโมงนี้แล้วนักเรียน

สามารถสื่อสารโดยการอธิบายเกี่ยวกับการหาผลคูณของเลขยกกำลังพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบได้

**ด้านคุณลักษณะ (A):** เมื่อจบชั่วโมงนี้แล้วนักเรียน

1. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

2. มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

### สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

สมบัติของการคูณเลขยกกำลัง

เมื่อ  $a$  แทนจำนวนใด ๆ  $m$  และ  $n$  แทนจำนวนเต็มบวก

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

### สาระการเรียนรู้

เมื่อ  $a$  แทนจำนวนใด ๆ  $m$  และ  $n$  แทนจำนวนเต็มบวก

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

ตัวอย่าง จงหาผลคูณของเลขยกกำลังต่อไปนี้

$$1) 2^3 \times 2^2 = (2 \times 2 \times 2) \times (2 \times 2) = 2^5$$

$$\text{หรือ } 2^3 \times 2^2 = 2^{3+2} = 2^5$$

$$2) (-5)^2 \times (-5)^4 = [(-5) \times (-5)] \times [(-5) \times (-5) \times (-5) \times (-5)] = (-5)^6$$

$$\text{หรือ } (-5)^2 \times (-5)^4 = (-5)^{2+4} = (-5)^6$$

### ชิ้นงาน/ ภาระงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง
3. ใบกิจกรรมที่ 3.2 “ผลคูณเลขยกกำลัง สร้างสรรค์งานศิลป์”
4. แบบฝึกหัด เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง

### กิจกรรมการเรียนรู้

#### ชั่วโมงที่ 1

##### 1. ขั้นเตรียม

- 1.1 ครูทบทวนความรู้ เรื่อง ความหมายของเลขยกกำลัง โดยใช้การถามตอบนักเรียน

ดังนี้

$$1.1.1 2^5 \text{ มีความหมายว่าอย่างไร}$$

$$1.1.2 3^4 \text{ มีความหมายว่าอย่างไร}$$

$$1.2.3 (-5)^7 \text{ มีความหมายว่าอย่างไร}$$

1.2.4 ถ้าครูกำหนด  $2^2 \times 2^3$  ให้นักเรียนคิดว่าการคูณจำนวนในลักษณะนี้จะมี ความหมายว่าอย่างไร ตัวตั้งและตัวคูณคืออะไร และมีเลขชี้กำลังของตัวตั้งและตัวคูณเป็นอย่างไร

## 2. ชั้นเสนอตัวอย่าง

2.1 ครูให้นักเรียนพิจารณาใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง ข้อที่ 1 พร้อมทั้งเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง สมบูรณ์

2.2 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยคำตอบในข้อที่ 1 จากใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง ข้อที่ 1

## 3. ชั้นเปรียบเทียบ

3.1 นักเรียนคิดเป็นรายบุคคล โดยให้นักเรียนสังเกตลักษณะร่วมจากใบกิจกรรมที่ 3.1 ข้อ 1. และเขียนตอบคำถามในข้อที่ 2 ซึ่งเป็นคำถามให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของการคูณเลขยกกำลังและผลคูณเลขยกกำลัง ดังนี้

3.1.1 จากตารางในช่องการคูณเลขยกกำลัง ฐานของเลขยกกำลังที่เป็นตัวตั้งและตัวคูณ มีลักษณะเป็นอย่างไร

3.1.2 เลขชี้กำลังของผลคูณมีความสัมพันธ์กับเลขชี้กำลังของตัวตั้งและตัวคูณอย่างไร

3.1.3 นักเรียนสามารถสรุปการคูณเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน/ เท่ากันได้อย่างไร

3.2 นักเรียนคิดเป็นคู่ หลังจากที่ทำใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การคูณ เลขยกกำลัง เสร็จ ให้นักเรียนจับคู่เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ข้อสรุปเกี่ยวกับการคูณเลขยกกำลังที่ตนเองสรุปได้

## 4. ชั้นสรุป

4.1 ครูสุ่มนักเรียนออกมาอภิปรายการคูณเลขยกกำลังที่ได้เป็นคู่หน้าชั้นเรียน โดยครูใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปได้ ดังนี้

4.1.1 จากการทำใบกิจกรรมข้างต้นนักเรียนสามารถอธิบายการคูณเลขยกกำลังได้อย่างไร

4.1.2 ให้นักเรียนยกตัวอย่างการคูณเลขยกกำลัง คนละ 1 ตัวอย่าง พร้อมทั้งบอกผลคูณที่ได้ในรูปเลขยกกำลัง

4.2 หากพบว่าการนำเสนอของนักเรียนมีข้อสรุปหรือวิธีการที่คลาดเคลื่อนหรือไม่ถูกต้อง ครูและนักเรียนร่วมกันแก้ไขให้เกิดความถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีความเข้าใจตรงกันและไม่เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

## ชั่วโมงที่ 2

## 5. ขั้นนำไปใช้และประเมินผล

5.1 ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความหมายของเลขยกกำลังกับการคูณเลขยกกำลังจนเกิดเป็นข้อสังเกตได้ดังนี้

5.1.1  $(-5)^6$  กับ  $5^6$  จะมีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

5.1.2 ให้นักเรียนพิจารณารายงานกระดานต่อไปนี้ การคูณของเลขยกกำลังในแบบที่ 1 สามารถเขียนแทนเป็นการคูณเลขยกกำลังในแบบที่ 2 ได้หรือไม่

การคูณของเลขยกกำลังในแบบที่ 1	การคูณเลขยกกำลังในแบบที่ 2	ได้/ไม่ได้
$(-3)^2 \times 3^4$	$3^2 \times 3^4$	
$5^3 \times (-5)^6$	$(-5)^3 \times (-5)^6$	
$5^3 \times (-5)^6$	$5^3 \times 5^6$	
$5^4 \times (-5)^5$	$5^4 \times 5^5$	
$5^4 \times (-5)^5$	$(-5)^4 \times (-5)^5$	

5.2 ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยบนกระดาน พร้อมบอกเหตุผลประกอบแต่ละข้อ

5.3 ครูให้นักเรียนจับคู่ช่วยกันทำใบกิจกรรม “ผลคูณเลขยกกำลัง สร้างสรรค์งานศิลป์” เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการคูณเลขยกกำลังในกรณีพื้นฐานเท่ากัน

5.4 ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ เรื่องการคูณเลขยกกำลังทั้งในกรณีพื้นฐานเท่ากันและฐานไม่เท่ากัน

5.5 นักเรียนทำการทดสอบความเข้าใจโดยข้อสอบรายหน่วยย่อย เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง

## สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง
2. ใบกิจกรรม “ผลคูณเลขยกกำลัง สร้างสรรค์งานศิลป์”
3. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
4. ห้องคลินิกคณิตศาสตร์ โรงเรียนเมืองกลาง

## การวัดและประเมินผล

ประเด็นการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่าน
ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถหาผลคูณของเลขยกกำลังได้	การตรวจ แบบฝึกหัด เรื่อง การคูณเลขยก กำลัง	แบบฝึกหัด เรื่อง การคูณเลขยก กำลัง	นักเรียนทำถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ (P) นักเรียนสามารถสื่อสารโดยการอธิบายเกี่ยวกับการคูณเลขยกกำลัง พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบได้	การตอบคำถาม การนำเสนอ แนวคิด	ข้อคำถาม	นักเรียนตอบ คำถามได้ ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (A) นักเรียนสามารถ 1. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย 2. มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	การสังเกต พฤติกรรม	แบบสังเกต พฤติกรรม	นักเรียนมี พฤติกรรมใน ระดับพอใช้ขึ้นไป



เกณฑ์การสังเกตพฤติกรรมนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายวิชา คณิตศาสตร์ 1 รหัสวิชา ค21101

คะแนน พฤติกรรมนักเรียน	2 (ดี)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
1. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	นักเรียนส่งงานตามกำหนดเวลาและงานสมบูรณ์เรียบร้อยดี	นักเรียนส่งงานตามกำหนดเวลาแต่งานเสร็จไม่สมบูรณ์	นักเรียนไม่ส่งงานตามกำหนด
2. มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม	นักเรียนมีความในกระตือรือร้นการปฏิบัติกิจกรรมทุกกิจกรรม	นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรมในบางกิจกรรม	นักเรียนไม่มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

**บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้****ผลการสอน**

.....  
.....

**ปัญหา/ อุปสรรค**

.....  
.....

**ข้อเสนอแนะ/ แนวทางการแก้ไข**

.....  
.....

ลงชื่อ ..... ครูผู้สอน  
( ..... )  
...../...../.....



**ใบกิจกรรมที่ 3.1**  
**เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง**

คำชี้แจง: ให้นักเรียนพิจารณาคำสั่งแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง สมบูรณ์

ข้อ	การคูณเลขยกกำลัง	เขียนเลขยกกำลังให้อยู่ในรูปการคูณ	ผลคูณ
1	$2^3 \times 2^2$	$(2 \times 2 \times 2) \times (2 \times 2)$	$2^5$
2	$5^4 \times 5^2$		
3	$(-9)^5 \times (-9)^3$		
4	$(0.1)^3 \times (0.1)^4$		
5	$(1.7)^6 \times (1.7)^5$		
6	$(-0.3)^2 \times (-0.3)^4$		
7	$\left(\frac{1}{2}\right)^2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^3$		
8	$\left(-\frac{2}{3}\right) \times \left(-\frac{2}{3}\right)^2$		
9	$a^4 \times a^3$		
10	$a^{10} \times a^5$		

2. จากตารางในข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 ให้นักเรียนสังเกตการคูณเลขยกกำลังที่ครูกำหนดไว้ในแต่ละข้อ ฐานของเลขยกกำลังของตัวตั้งและตัวคูณ มีลักษณะเป็นอย่างไร

.....

.....

2.2 เลขชี้กำลังของผลคูณมีความสัมพันธ์กับเลขชี้กำลังของตัวตั้งและตัวคูณอย่างไร

.....

.....

2.3 จากตารางในข้อที่ 9 และ 10

$a^4 \times a^3$  มีผลคูณ เท่ากับ .....

และ  $a^{10} \times a^5$  มีผลคูณ เท่ากับ .....

2.4 ให้นักเรียนพิจารณา  $a^m \times a^n$  สามารถเขียนเลขยกกำลังให้อยู่ในรูปการคูณได้  
อย่างไร และมีผลคูณของเลขยกกำลังเท่าใด

.....

.....

2.3 นักเรียนสามารถสรุปการคูณเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน/ เท่ากันได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

**สมบัติการคูณเลขยกกำลัง**

เมื่อ  $a$  แทนจำนวนใด ๆ  $m$  และ  $n$  แทนจำนวนเต็มบวก

$$a^m \times a^n =$$

### เฉลยใบกิจกรรมที่ 3.1

#### เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง

คำชี้แจง: ให้นักเรียนพิจารณาคำสั่งแต่ละข้อต่อไปนี้

1. จงเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง สมบูรณ์

ข้อ	การคูณเลขยกกำลัง	เขียนเลขยกกำลังให้อยู่ในรูปการคูณ	ผลคูณ
1	$2^3 \times 2^2$	$(2 \times 2 \times 2) \times (2 \times 2)$	$2^5$
2	$5^4 \times 5^2$	$(5 \times 5 \times 5 \times 5) \times (5 \times 5)$	$5^6$
3	$(-9)^5 \times (-9)^3$	$[(-9) \times (-9) \times (-9) \times (-9) \times (-9)] \times [(-9) \times (-9) \times (-9)]$	$(-9)^8$
4	$(0.1)^3 \times (0.1)^4$	$[(0.1) \times (0.1) \times (0.1)] \times [(0.1) \times (0.1) \times (0.1) \times (0.1)]$	$(0.1)^7$
5	$(1.7)^6 \times (1.7)^5$	$[(1.7) \times (1.7) \times (1.7) \times (1.7) \times (1.7) \times (1.7)] \times [(1.7) \times (1.7) \times (1.7) \times (1.7) \times (1.7)]$	$(1.7)^{11}$
6	$(-0.3)^2 \times (-0.3)^4$	$[(-0.3) \times (-0.3)] \times [(-0.3) \times (-0.3) \times (-0.3) \times (-0.3)]$	$(-0.3)^6$
7	$\left(\frac{1}{2}\right)^2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^3$	$\left[\left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right)\right] \times \left[\left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right)\right]$	$\left(\frac{1}{2}\right)^5$
8	$\left(-\frac{2}{3}\right) \times \left(-\frac{2}{3}\right)^2$	$\left(-\frac{2}{3}\right) \times \left[\left(-\frac{2}{3}\right) \times \left(-\frac{2}{3}\right)\right]$	$\left(-\frac{2}{3}\right)^3$
9	$a^4 \times a^3$	$(a \times a \times a \times a) \times (a \times a \times a)$	$a^7$
10	$a^{10} \times a^5$	$(a \times a \times a \times a \times a \times a \times a \times a \times a \times a) \times (a \times a \times a \times a \times a)$	$a^{15}$

2. จากตารางในข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 ให้นักเรียนสังเกตการคูณเลขยกกำลังที่ครูกำหนดไว้ในแต่ละข้อ ฐานของเลขยกกำลังของตัวตั้งและตัวคูณ มีลักษณะเป็นอย่างไร

ฐานของเลขยกกำลังทั้งตัวตั้งและตัวคูณเป็นจำนวนเท่ากัน หรือ จำนวนเดียวกัน

2.2 เลขชี้กำลังของผลคูณมีความสัมพันธ์กับเลขชี้กำลังของตัวตั้งและตัวคูณอย่างไร เลขชี้กำลังของผลคูณเท่ากับเลขชี้กำลังของตัวตั้งบวกด้วยเลขชี้กำลังของตัวคูณ

2.3 จากตารางในข้อที่ 9 และ 10

$$a^4 \times a^3 \text{ มีผลคูณ เท่ากับ } a^7$$

$$\text{และ } a^{10} \times a^5 \text{ มีผลคูณ เท่ากับ } a^{15}$$

2.4 ให้นักเรียนพิจารณา  $a^m \times a^n$  สามารถเขียนเลขยกกำลังให้อยู่ในรูปการคูณได้อย่างไร และมีผลคูณของเลขยกกำลังเท่าใด

$$a^m \times a^n = \underbrace{(a \times a \times a \times \dots \times a)}_{m \text{ ตัว}} \times \underbrace{(a \times a \times a \times \dots \times a)}_{n \text{ ตัว}} = a^{m+n}$$

2.3 นักเรียนสามารถสรุปการคูณเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน/ เท่ากันได้อย่างไร การคูณเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน/ เท่ากัน ทำได้โดยการเขียนฐานไว้เหมือนเดิม ส่วนเลขชี้กำลังของผลคูณเท่ากับเลขชี้กำลังของตัวตั้งบวกด้วยเลขชี้กำลังของตัวคูณ

### สมบัติการคูณเลขยกกำลัง

เมื่อ  $a$  แทนจำนวนใด ๆ  $m$  และ  $n$  แทนจำนวนเต็มบวก

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

## ใบกิจกรรม ผลคูณเลขยกกำลัง สร้างสรรค์งานศิลป์

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนจับคู่ช่วยกันหาผลคูณเลขยกกำลังและระบายสีตามที่กำหนด

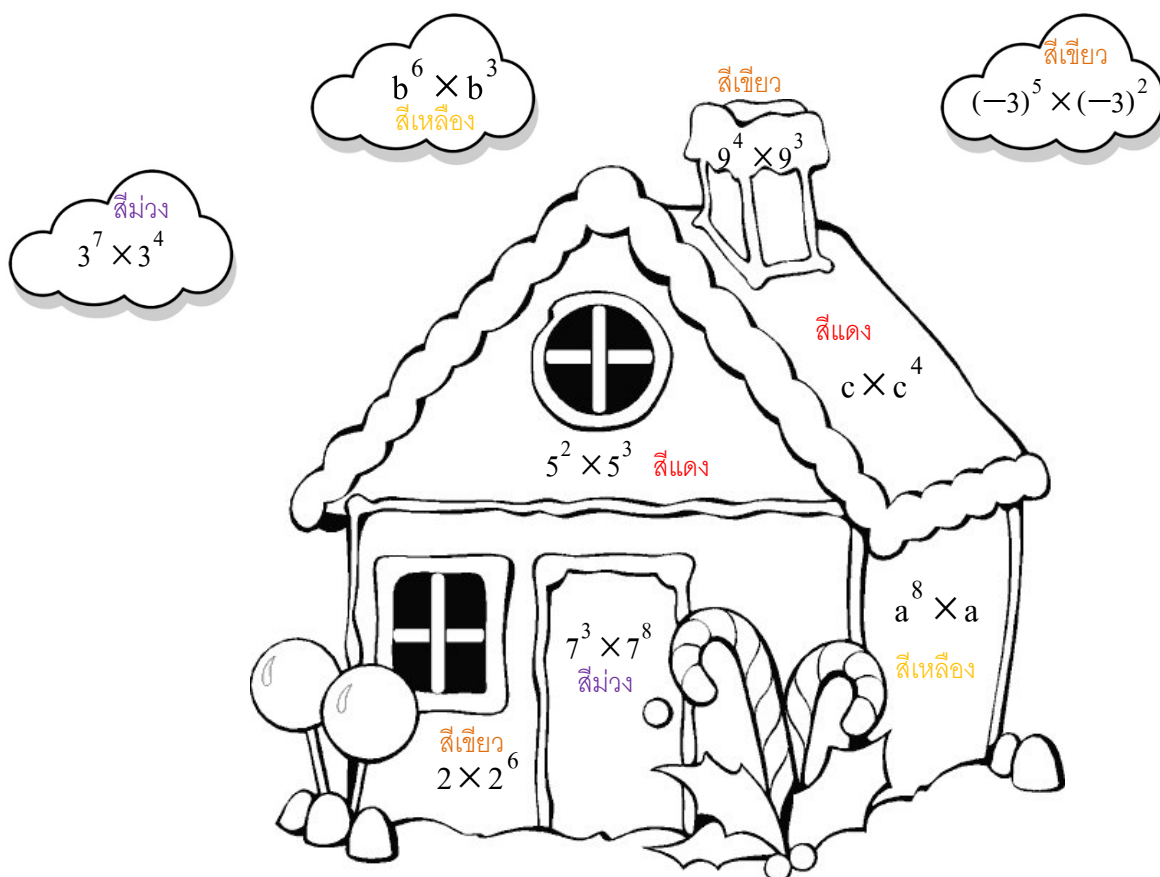


ระบายสีแดง ถ้าผลคูณเลขยกกำลังมีเลขชี้กำลังเท่ากับ 5  
 ระบายสีเขียว ถ้าผลคูณเลขยกกำลังมีเลขชี้กำลังเท่ากับ 7  
 ระบายสีเหลือง ถ้าผลคูณเลขยกกำลังมีเลขชี้กำลังเท่ากับ 9  
 ระบายสีม่วง ถ้าผลคูณเลขยกกำลังมีเลขชี้กำลังเท่ากับ 11

## เฉลยใบกิจกรรม

### ผลคูณเลขยกกำลัง สร้างสรรค์งานศิลป์

คำชี้แจง ให้นักเรียนจับคู่ช่วยกันหาผลคูณเลขยกกำลังและระบายสีตามที่กำหนด



ระบายสีแดง ถ้าผลคูณเลขยกกำลังมีเลขชี้กำลังเท่ากับ 5  
 ระบายสีเขียว ถ้าผลคูณเลขยกกำลังมีเลขชี้กำลังเท่ากับ 7  
 ระบายสีเหลือง ถ้าผลคูณเลขยกกำลังมีเลขชี้กำลังเท่ากับ 9  
 ระบายสีม่วง ถ้าผลคูณเลขยกกำลังมีเลขชี้กำลังเท่ากับ 11

**แบบฝึกหัด**  
**เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเติมคำตอบให้ถูกต้องลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

<p>1. <math>2 \times 2^3 \times 2^4</math> วิธีทำ <math>2 \times 2^3 \times 2^4 = 2^{1+3+4}</math> <math>= 2^8</math></p>	<p>6. <math>(-7)^4 \times 7^3 \times 7^2</math> วิธีทำ <math>(-7)^4 \times 7^3 \times 7^2 = 7^4 \times 7^3 \times 7^2</math> <math>= 7^{4+3+2}</math> <math>=</math></p>
<p>2. <math>3^2 \times 3^3 \times 3^4</math> วิธีทำ</p>	<p>7. <math>2^4 \times (-2)^5 \times (-2)^2</math> วิธีทำ</p>
<p>3. <math>8 \times 2^3 \times 2^4</math> วิธีทำ</p>	<p>8. <math>8 \times 2^5 \times (-2)^6</math> วิธีทำ</p>
<p>4. <math>(-2) \times (-2)^5 \times (-2)^5</math> วิธีทำ</p>	<p>9. <math>(-2) \times (-2)^5 \times 2^2</math> วิธีทำ</p>
<p>5. <math>(-5)^4 \times (-5)^3 \times (-5)</math> วิธีทำ</p>	<p>10. <math>(-2) \times (-2)^5 \times 2^3</math> วิธีทำ</p>

**เฉลยแบบฝึกหัด**  
**เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเติมคำตอบให้ถูกต้องลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

<p>1. <math>2 \times 2^3 \times 2^4</math>  <u>วิธีทำ</u> <math>2 \times 2^3 \times 2^4</math>  <math>= 2^{1+3+4}</math>  <math>= 2^8</math></p>	<p>6. <math>(-7)^4 \times 7^3 \times 7^2</math>  <u>วิธีทำ</u> <math>(-7)^4 \times 7^3 \times 7^2 = 7^4 \times 7^3 \times 7^2</math>  <math>= 7^{4+3+2}</math>  <math>= 7^9</math></p>
<p>2. <math>3^2 \times 3^3 \times 3^4</math>  <u>วิธีทำ</u> <math>3^2 \times 3^3 \times 3^4</math>  <math>= 3^{2+3+4}</math>  <math>= 3^9</math></p>	<p>7. <math>2^4 \times (-2)^5 \times (-2)^2</math>  <u>วิธีทำ</u> <math>2^4 \times (-2)^5 \times (-2)^2 = (-2)^4 \times (-2)^5 \times (-2)^2</math>  <math>= (-2)^{4+5+2}</math>  <math>= (-2)^{11}</math></p>
<p>3. <math>8 \times 2^3 \times 2^4</math>  <u>วิธีทำ</u> <math>8 \times 2^3 \times 2^4</math>  <math>= (2 \times 2 \times 2) \times 2^3 \times 2^4</math>  <math>= 2^3 \times 2^3 \times 2^4</math>  <math>= 2^{3+3+4} = 2^{10}</math></p>	<p>8. <math>8 \times 2^5 \times (-2)^6</math>  <u>วิธีทำ</u> <math>8 \times 2^5 \times (-2)^6 = 2^3 \times 2^5 \times 2^4</math>  <math>= 2^{3+5+4}</math>  <math>= 2^{12}</math></p>
<p>4. <math>(-2) \times (-2)^5 \times (-2)^5</math>  <u>วิธีทำ</u> <math>(-2) \times (-2)^5 \times (-2)^5</math>  <math>= (-2)^{1+5+5}</math>  <math>= (-2)^{11}</math></p>	<p>9. <math>(-2) \times (-2)^5 \times 2^2</math>  <u>วิธีทำ</u> <math>(-2) \times (-2)^5 \times 2^2 = (-2) \times (-2)^5 \times (-2)^2</math>  <math>= (-2)^{1+5+2}</math>  <math>= (-2)^8</math></p>
<p>5. <math>(-5)^4 \times (-5)^3 \times (-5)</math>  <u>วิธีทำ</u> <math>(-5)^4 \times (-5)^3 \times (-5)</math>  <math>= (-5)^{4+3+1}</math>  <math>= (-5)^8</math>  หรือ <math>= 5^8</math></p>	<p>10. <math>(-2) \times (-2)^5 \times 2^3</math>  <u>วิธีทำ</u> <math>(-2) \times (-2)^5 \times 2^3 = (-2)^{1+5} \times 2^3</math>  <math>= (-2)^6 \times 2^3</math>  <math>= 2^6 \times 2^3</math>  <math>= 2^{6+3}</math>  <math>= 2^9</math></p>



**แบบทดสอบย่อยรายหน่วย**  
**เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง**

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1.  $3^4 \times 3^2$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $3^{4 \times 2}$  ข.  $3^{4+2}$

ค.  $3^{4-2}$  ง.  $3^{4 \div 2}$

2.  $10^3 \times 10^5 \times 10^8$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $10^0$  ข.  $10^8$

ค.  $10^{16}$  ง.  $10^{64}$

3.  $y^4 \times y^5 = y^x$  แล้ว x มีค่าตรงกับข้อใด

ก. 20 ข. 9

ค. 1 ง. -1

4.  $a^3 \times a^7$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $a^4 \times a^3$  ข.  $a^{10} \times a^2$

ค.  $a^3 \times a^6$  ง.  $a^2 \times a^8$

5.  $n^3 \times n^7 \times (-n)^4$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $n^{14}$  ข.  $-n^{14}$

ค.  $n^{10}$  ง.  $-n^{10}$

6.  $5^4 \times 5^x = 5^{13}$  แล้ว x มีค่าตรงกับข้อใด

ก. 9 ข. -9

ค. 11 ง. -11

7.  $27 \times 3^4 \times (-3)^2$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $3^9$  ข.  $3^7$

ค.  $3^5$  ง.  $3^3$

8.  $(-3)^5 \times 3^4 \times (-3)^2$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $(-3)^{11}$  ข.  $(-3)^3$

ค.  $3^4$  ง.  $3^{11}$

9.  $16 \times 2^5 \times 128$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $2^{21}$  ข.  $2^{16}$

ค.  $2^{11}$  ง.  $2^2$

10.  $\left(\frac{1}{2}\right)^3 \times (0.5)^5$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $\left(\frac{1}{5}\right)^3$  ข.  $\left(\frac{1}{5}\right)^8$

ค.  $(0.5)^8$  ง.  $(0.5)^{15}$

เฉลยแบบทดสอบย่อยรายหน่วย  
เรื่อง การคูณเลขยกกำลัง

ข้อ	เฉลย
1	ข
2	ค
3	ข
4	ง
5	ก
6	ก
7	ก
8	ง
9	ข
10	ค

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(ก่อนเรียน) เรื่อง เลขยกกำลัง  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง
2. การตอบคำถามให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และกาเครื่องหมาย  ลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามนักเรียนขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบโดยเด็ดขาดและคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบเมื่อหมดเวลา

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. สามารถบอกความหมายของเลขยกกำลังได้
2. สามารถหาค่าของเลขยกกำลังได้
3. สามารถเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้
4. สามารถหาผลคูณของเลขยกกำลังได้
5. สามารถผลหารของเลขยกกำลังได้
6. สามารถบอกสมบัติของเลขยกกำลังได้
7. สามารถนำสมบัติของเลขยกกำลังไปใช้ในการคำนวณและแก้ปัญหาได้
8. สามารถเขียนจำนวนที่มีค่ามาก ๆ ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้
9. สามารถเขียนจำนวนที่มีค่าน้อย ๆ ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้

1)  $\left(\frac{1}{5}\right)^4$  มีความหมายตรงกับข้อใด

ก.  $\frac{1}{5} + 4$

ข.  $\frac{1}{5} \times 4$

ค.  $\frac{1}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5}$

ง.  $\frac{1}{5} \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{5}$

2)  $s^t$  มีความหมายตรงกับข้อใด

ก.  $s \times t$

ข.  $s$  คูณกับ  $t$

ค.  $t$  คูณกับ  $s$  ตัว

ง.  $s$  คูณกับ  $t$  ครั้ง

3)  $\left(-\frac{1}{3}\right)^3$  มีค่าเท่ากับข้อใด

ก.  $-\frac{1}{9}$

ข.  $\frac{1}{9}$

ค.  $-\frac{1}{27}$

ง.  $\frac{1}{27}$

4)  $2^4$  มีค่ามากกว่า  $(-2)^4$  อยู่เท่าใด

ก.  $-8$

ข.  $0$

ค.  $16$

ง.  $32$

5) ถ้า  $m$  แทนจำนวนเต็ม และ  $6^m = 216$  แล้ว  $m$  ตรงกับข้อใด

ก.  $3$

ข.  $4$

ค.  $5$

ง.  $6$

6) ถ้า  $m$  และ  $n$  แทนจำนวนเต็มบวก  $(0.2)^m = 0.008$  และ  $2^n = 64$  แล้ว  $m - 2n$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $-12$

ข.  $-9$

ค.  $-3$

ง.  $3$

7) ข้อใดผิด

ก.  $2^3 \times 2^4 = 2^7$

ข.  $3^5 \times 3^2 = 3^7$

ค.  $5^9 \times 5^2 = 5^7$

ง.  $11^6 \times 11 = 11^7$

8)  $3^3 \times 3^4$  มีเลข 3 คูณกันทั้งหมดกี่ตัว

ก. 2 ตัว

ข. 3 ตัว

ค. 7 ตัว

ง. 12 ตัว

9) กำหนด  $36 \times 4 \times 3^3$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $2^4 \times 3^5$

ข.  $2^5 \times 3^4$

ค.  $2^4 \times 3^6$

ง.  $2^5 \times 3^6$

10)  $\frac{3^4}{3^2}$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $3^6$

ข.  $\frac{1}{3^6}$

ค.  $\frac{1}{3^2}$

ง.  $3^2$

11) ถ้า  $\left(\frac{1}{2}\right)^{10} \div \left(\frac{1}{2}\right)^a = \left(\frac{1}{2}\right)^3$  แล้ว a มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $-13$

ข.  $13$

ค.  $-7$

ง.  $7$

12)  $123^0 + 456^0 + 789^0 + 1023^0$  ได้ผลลัพธ์ตรงกับข้อใด

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

13)  $\frac{10^9 \times 10^6}{10^4 \times 10^6}$  มีค่าตรงกับข้อใด เมื่อเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวก

ก.  $\frac{1}{10^6}$

ข.  $10^6$

ค.  $\frac{1}{10^{26}}$

ง.  $10^{26}$

$$14) \frac{\left(\frac{2}{3}\right)^5 \times \left(\frac{2}{3}\right)^3}{\left(\frac{2}{3}\right)^0 \times \left(\frac{2}{3}\right)^2} \text{ มีผลลัพธ์ตรงกับข้อใด}$$

ก.  $\left(\frac{2}{3}\right)^2$

ข.  $\left(\frac{2}{3}\right)^4$

ค.  $\left(\frac{2}{3}\right)^6$

ง.  $\left(\frac{2}{3}\right)^8$

$$15) \frac{3^0 + 3^2}{125(5^{-1}) - (5^4 \times 5^{-3})} \text{ มีค่าตรงกับข้อใด}$$

ก.  $\frac{9}{20}$

ข.  $\frac{10}{20}$

ค.  $\frac{9}{25}$

ง.  $\frac{10}{25}$

16) จำนวน 68,300,000 เขียนอยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ตรงกับข้อใด

ก.  $6.83 \times 10^5$

ข.  $6.83 \times 10^6$

ค.  $6.83 \times 10^7$

ง.  $6.83 \times 10^8$

17)  $361 \times (5 \times 10^6)$  เขียนในรูป  $A \times 10^n$  เมื่อ  $1 \leq A < 10$  ได้ตรงกับข้อใด

ก.  $1.805 \times 10^6$

ข.  $1.805 \times 10^7$

ค.  $1.805 \times 10^8$

ง.  $1.805 \times 10^9$

18) วัตถุชิ้นหนึ่งอยู่ห่างจากโลกประมาณ  $5 \times 10^9$  ปีแสง และ 1 ปีแสง เท่ากับ  $9.4 \times 10^{12}$  กิโลเมตร วัตถุชิ้นนี้ห่างจากโลกประมาณกี่เมตร

ก.  $4.7 \times 10^{21}$  เมตร

ข.  $4.7 \times 10^{23}$  เมตร

ค.  $4.7 \times 10^{25}$  เมตร

ง.  $4.7 \times 10^{27}$  เมตร

19) จำนวน 0.0000000631 เขียนอยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ตรงกับข้อใด

ก.  $6.31 \times 10^8$

ข.  $6.31 \times 10^{-8}$

ค.  $6.31 \times 10^9$

ง.  $6.31 \times 10^{-9}$

20) ถ้า  $(0.00000015)^2 + (0.00006)^2 = 5.85 \times 10^m$  แล้ว m มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $5 + (-28)$

ข.  $(-28) - 5$

ค.  $5 - (-28)$

ง.  $(-5) - (-23)$



เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน) ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบ  
 อุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ง	11	ง
2	ข	12	ง
3	ค	13	ข
4	ข	14	ค
5	ก	15	ค
6	ข	16	ข
7	ค	17	ง
8	ค	18	ข
9	ก	19	ข
10	ง	20	ก

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (หลังเรียน) เรื่อง เลขยกกำลัง  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง
2. การตอบคำถามให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และกาเครื่องหมาย  ลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามนักเรียนขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบโดยเด็ดขาดและคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบเมื่อหมดเวลา

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. สามารถบอกความหมายของเลขยกกำลังได้
2. สามารถหาค่าของเลขยกกำลังได้
3. สามารถเขียนจำนวนให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้
4. สามารถหาผลคูณของเลขยกกำลังได้
5. สามารถผลหารของเลขยกกำลังได้
6. สามารถบอกสมบัติของเลขยกกำลังได้
7. สามารถนำสมบัติของเลขยกกำลังไปใช้ในการคำนวณและแก้ปัญหาได้
8. สามารถเขียนจำนวนที่มีค่ามาก ๆ ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้
9. สามารถเขียนจำนวนที่มีค่าน้อย ๆ ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้

1)  $2^5$  มีความหมายตรงกับข้อใด

- ก.  $2 \times 5$
- ข.  $5 \times 5$
- ค.  $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$
- ง.  $2 + 2 + 2 + 2 + 2$

2)  $a^b$  มีความหมายตรงกับข้อใด

- ก.  $a \times b$
- ข. a คูณกับ b ตัว
- ค. a คูณกับ b ครั้ง
- ง. b คูณกับ a ตัว

3)  $\left(-\frac{1}{2}\right)^5$  มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก.  $\frac{1}{32}$
- ข.  $-\frac{1}{32}$
- ค.  $\frac{1}{64}$
- ง.  $-\frac{1}{64}$

4)  $2^3$  มีค่ามากกว่า  $(-2)^3$  อยู่เท่าใด

- ก. 8
- ข. 16
- ค. 24
- ง. 32

5) ถ้า  $x$  แทนจำนวนเต็ม และ  $5^x = 125$  แล้ว  $x$  ตรงกับข้อใด

- ก. 3
- ข. 4
- ค. 5
- ง. 6

6) ถ้า  $x$  และ  $y$  แทนจำนวนเต็มบวก  $\left(\frac{1}{2}\right)^x = \frac{1}{8}$  และ  $3^y = 81$  แล้ว  $3x - y$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $-13$

ข.  $-5$

ค.  $5$

ง.  $13$

7) ข้อใดถูกต้อง

ก.  $5^3 \times 5^4 = 5^{12}$

ข.  $4^3 \times 2^3 = 6^3$

ค.  $3^3 \times 3^3 = 3^9$

ง.  $2^3 \times 2^5 = 2^8$

8)  $\left(\frac{2}{3}\right)^3 \times \left(\frac{2}{3}\right)^4 \times \left(\frac{3}{2}\right)^5$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $\frac{2}{3}$

ข.  $\left(\frac{2}{3}\right)^2$

ค.  $\left(\frac{2}{3}\right)^3$

ง.  $\frac{3}{2}$

9) กำหนด  $49 \times 10^n = 49,000 \times 10^9$  แล้ว  $n$  มีค่าเท่าไร

ก.  $9$

ข.  $10$

ค.  $11$

ง.  $12$

10)  $(-5)^8 \div (-5)^4$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $(-5)^{12}$

ข.  $(-5)^8$

ค.  $5^4$

ง.  $5^{12}$

11) ถ้า  $2^{16} \div 2^x = 2^{11}$  แล้ว  $x$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก.  $-5$

ข.  $5$

ค.  $-27$

ง.  $27$

12)  $529^0 + 1,489^0 + 875^0 - 564^0$  ได้ผลลัพธ์ตรงกับข้อใด

ก.  $1$

ข.  $2$

ค.  $3$

ง.  $4$

13)  $\frac{3^2 \times 3^7}{3^{11}}$  มีค่าตรงกับข้อใด เมื่อเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวก

ก.  $\frac{1}{3^2}$

ข.  $3^2$

ค.  $\frac{1}{3^{20}}$

ง.  $3^{20}$

$$14) \frac{\left(\frac{3}{4}\right)^2 \times \left(\frac{3}{4}\right)^5}{\left(\frac{3}{4}\right) \times \left(\frac{3}{4}\right)^3} \text{ มีผลลัพธ์ตรงกับข้อใด}$$

ก.  $\left(\frac{3}{4}\right)^3$

ข.  $\left(\frac{3}{4}\right)^4$

ค.  $\left(\frac{3}{4}\right)^{10}$

ง.  $\left(\frac{3}{4}\right)^{11}$

$$15) \frac{3^{-1} + 3^2}{4(9)^0 - (12 \times 4^{-1})} \text{ มีค่าตรงกับข้อใด}$$

ก.  $-1\frac{2}{3}$

ข.  $3\frac{1}{3}$

ค.  $9\frac{1}{3}$

ง. 1

16) จำนวน 58,200,000 เขียนอยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ตรงกับข้อใด

ก.  $5.82 \times 10^5$

ข.  $5.82 \times 10^6$

ค.  $5.82 \times 10^7$

ง.  $5.82 \times 10^8$

17)  $245 \times (4 \times 10^6)$  เขียนในรูป  $A \times 10^n$  เมื่อ  $1 \leq A < 10$  ได้ตรงกับข้อใด

ก.  $9.8 \times 10^2$

ข.  $9.8 \times 10^4$

ค.  $9.8 \times 10^6$

ง.  $9.8 \times 10^8$

18) วัตถุชิ้นหนึ่งอยู่ห่างจากโลกประมาณ  $11 \times 10^7$  ปีแสง และ 1 ปีแสง เท่ากับ  $9.4 \times 10^{12}$  กิโลเมตร วัตถุชิ้นนี้ห่างจากโลกประมาณกี่เมตร

ก.  $1.03 \times 10^{25}$  เมตร

ข.  $1.03 \times 10^{24}$  เมตร

ค.  $1.03 \times 10^{23}$  เมตร

ง.  $1.03 \times 10^{22}$  เมตร

19) จำนวน 0.000000504 เขียนอยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ได้ตรงกับข้อใด

ก.  $5.04 \times 10^8$

ข.  $5.04 \times 10^{-8}$

ค.  $5.04 \times 10^9$

ง.  $5.04 \times 10^{-9}$

20) ถ้า  $0.00000075 + 0.00000085 = 1.6 \times 10^m$  แล้ว ค่าของ m ตรงกับข้อใด

ก.  $(-4) - 2$

ข.  $(-4) - (-2)$

ค.  $4 + (-2)$

ง.  $4 \times (-2)$

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ค	11	ข
2	ข	12	ข
3	ข	13	ก
4	ข	14	ก
5	ก	15	ค
6	ค	16	ข
7	ง	17	ง
8	ข	18	ข
9	ง	19	ข
10	ค	20	ก